

# Universidad de Valencia



## Departamento de Historia del Arte

Programa de doctorado 230: Arte, paisaje y cultura visual

TESIS DOCTORAL

### **La tinta de escritura en los manuscritos de archivo valencianos, 1250-1600. Análisis, identificación de componentes y valoración de su estado de conservación**

Presentada por: **Gemma María Contreras Zamorano**

Directores:

**Doctor Amadeo Serra Desfilis**

**Doctor Vicent Pons Alós**

**Doctor David Juanes Barber**



A quienes custodian los manuscritos  
valencianos por su entrega y dedicación.  
A mis hermanas Cristina y Carolina por  
el ánimo y el aliento constante.  
A Gonzalo por ayudarme a crecer,  
por respetar mi camino y por todas  
mis ausencias.



# ÍNDICE

	Página
<b>Listado de figuras</b>	11
<b>Listado de tablas</b>	31
<b>Capítulo 1: Introducción</b>	35
1.1. Motivación y elección del tema	41
1.2. Objetivos	45
1.3. Estructura y plan de trabajo	47
1.4. Agradecimientos	53
<b>Capítulo 2: Estado de la cuestión</b>	61
2.1. Las fuentes escritas	63
2.1.1. Fuentes primarias	64
a) Recetas manuscritas inéditas	64
2.1.2. Fuentes secundarias:	95
a) Recetarios, libros de secretos y tratados	95
b) Bibliografía especializada que estudia las recetas de tinta negra de escritura	110
2. 2. Análisis físico químicos en libros y material de archivo	113
2.2.1. Técnicas de Imagen:	119
2.2.1.1. Microscopía	119
a) Óptica	119
b) Electrónica:	119
• SEM (microscopio electrónico de barrido)	119
• STM+AFT (microscopía de túnel + microscopio de fuerza atómica)	120
2.2.1.2. IRFC	121
2.2.1.3. IR	122
2.2.1.4. Imagen UV	122
2.2.1.5. Imagen multiespectral	123
a) QHSI (imagen hiperespectral cualitativa)	124
2.2.1.6. Band-Pass Filter (reflectografía de fibra óptica)	125
2.2.1.7. <i>The Russel Effect</i>	126
2.2.2. Técnicas de análisis químico elemental	
2.2.2.1. Fluorescencia de Rayos X:	127
a) EDXRF (energía dispersiva de fluorescencia de rayos X)	127
b) SRXRF (radiación sincrotrón de fluorescencia de rayos X)	131
c) TXRF (fluorescencia de rayos X por reflexión total)	132
d) SEM/EDX (espectroscopia dispersiva de rayos X acoplado a un sistema de microscopía electrónica de barrido)	133
e) PIXE (emisión de rayos X inducida mediante partícula)	135
f) <u>XANES</u> (espectrometría de absorción de rayos X cerca del borde de absorción)	140

2.2.2.2. XPS (espectroscopia fotoelectrónica de rayos X)	142
2.2.2.3. Espectrometría de Absorción atómica:	143
a) AAS (espectroscopia atómica)	143
b) GFAAS o ETAAS (espectrometría de absorción atómica con horno de grafito/espectrómetro de absorción atómica electrónica)	144
2.2.2.4. Inducción de plasma	145
a) IPC-AES (espectrometría de emisión atómica por inducción de plasma)	145
b) IPC-MS (espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo)	146
c) LIBS (espectroscopia de ablación inducida por laser)	147
d) TC-SPC (espectrometría laser ultrarrápida)	149
2.2.2.5. PGAA (análisis de activación gamma)	149
2.2.2.6. NRA (análisis de reacción nuclear)	150
2.2.3. Técnicas de análisis molecular	151
2.2.3.1. Fluorescencia 3DF (espectrometría dimensional de fluorescencia)	151
2.2.3.2. Espectroscopia Raman	152
a) NIR Raman	158
b) SERS (espectroscopia Raman activada por superficie aumentada)	159
c) SSRS (análisis de Raman desplazado)	160
d) TERS (punta mejorada de dispersión Raman)	160
2.2.3.3. Espectrometría infrarroja	161
a) FTIR (espectroscopia IR con transformada de Fourier)	161
b) DRIFTS (espectroscopia IR con transformada de Fourier mediante reflectante difusa)	168
c) ATR-FTIR (espectroscopia IR con transformada de Fourier con reflectante total atenuada)	169
d) NIR	171
2.2.3.4. Espectrometría Ultravioleta visible	173
a) FORS (espectroscopia de reflexión de fibra óptica)	174
2.2.3.5. Rayos Gamma:	175
a) MOSSBAÜER (absorción resonante nuclear de libre retroceso)	175
2.2.3.6. Espectrometría de masas	177
a) Espectrometría de masas en tandem	177
b) DAPNe-NSI-MS (microscopio con sonda de nanoextracción acoplada a un espectrómetro de masas nanoespray)	178
2.2.3.7. EPR (resonancia paramagnética electrónica)	178
2.2.3.8. THz-TDS (espectrometría de Terahercios en dominio del tiempo)	179
2.2.4. Técnicas de análisis estructural	180
2.2.4.1. NMR (espectrometría de resonancia magnética nuclear)	180
2.2.4.2. XRD (Difracción de Rayos X)	181
2.2.5. Técnicas de separación	183
2.2.5.1. Cromatografía:	183
a) HPLC (cromatografía líquida del alta eficacia)	183
b) TLC (cromatografía de capa fina)	184
c) GM-MS (cromatografía de gases/espectrometría de masas)	185
d) SEC (cromatografía de exclusión molecular en fase orgánica)	186
e) LDMS	187

2.2.5.2. Electroforesis capilar	187
a) SDS-PAGE (electroforesis en gel de poliacrilamida)	188
2.2.6. Técnicas físico-químicas	189
2.2.6.1. Análisis físicos:	189
a) TGA (análisis termogravimétrico)	189
b) DSC (calorimetría diferencial de barrido)	189
c) DTA (análisis térmico diferencial)	190
d) Test de tensión	190
e) DMA (análisis dinámico-mecánicos)	191
f) Viscosímetro	191
g) Colorimetría	192
2.2.6.2. Test y análisis químicos:	193
a) Test de la batofenantrolina	193
b) Determinación de la presencia de tintas ferrogálicas	194
c) Determinación de la presencia de iones de Cobre	194
d) Ácido elágico para detectar taninos hidrolizables	194
e) Determinación de la presencia de celulosa con acetato de anilina	195
f) Test de Molish	195
g) Determinación de la presencia de lignina con fluoroglucinol	196
h) Test de Lugol	197
i) Determinación de la presencia de aluminio	197
j) Test de Buiret	197
k) Quimioluminiscencia	198
<b>Capítulo 3: Metodología</b>	<b>211</b>
<b>3.1. Investigación sobre muestras de tintas valencianas (1250-1600)</b>	<b>213</b>
3.1.1. Toma de muestras	213
3.1.2. Selección del sistema de análisis	225
<b>3.2. Pruebas experimentales: elaboración de tintas a partir de recetas antiguas</b>	<b>229</b>
3.2.1. Selección y origen de los ingredientes	230
3.2.2. Preparación de muestras patrón para análisis	241
3.2.3. Casos particulares	244
<b>3.3 Análisis y resultados</b>	<b>279</b>
3.3.1. Análisis de los principales ingredientes	276
3.3.2. Análisis y resultados de los casos particulares	287
a) Análisis de los estadios de elaboración de tinta	287
b) Análisis de las tintas sobre papel	300
c) Análisis de las tintas sometidas a un proceso de envejecimiento artificial	313
d) Medición del pH	320
e) Evaluación del color resultante de todas las tintas realizadas	322
<b>Capítulo 4: Las tintas metalogálicas</b>	<b>329</b>
<b>4.1. Componentes</b>	<b>331</b>
4.1.1. Taninos	332
a) Tipología e identificación	333
4.1.2. Sulfatos minerales	343

a) Tipología, identificación y problemas de nomenclatura	343
b) Obtención	350
c) Sulfatos y minas de hierro en el área valenciana. Algunas notas sobre su comercio y extracción	352
4.1.3. Gomas	358
4.1.4. Solventes	360
a) Tipología e identificación	360
b) La particularidad del uso del vino	361
4.1.5. Aditivos	364
a) Para hacer perdurar la tinta	364
b) Para perfumar la tinta	368
c) Para intensificar o virar el color	368
d) Para aumentar el brillo	370
e) Para mejorar la fluidez	371
f) Fuentes complementarias de taninos	371
h) Otros aditivos	373
<b>4.2. Estudio de recetas documentadas y análisis estadístico</b>	375
4.2.1. Las tintas de escritura entre los siglos XI – XVIII en los reinos hispanos	377
4.2.2. Estudio estadístico de recetas comparables	385
a) Estudio porcentual comparativo de las agallas, el hierro y la goma en el total de recetas	390
b) El caso del solvente	393
c) El hierro	398
d) Las agallas	402
e) La goma	407
f) Dependencia goma-agallas	412
g) Dependencia hierro-agallas	414
4.2.3. Las tintas de escritura valencianas entre los siglos XII - XVIII	423
<b>4.3. La química de las tintas</b>	431
4.3.1. Elaboración	431
4.3.2. Problemas de conservación	436
a) Causas intrínsecas	440
b) Causas extrínsecas	453
4.3.3. Tipología de daños	455
4.3.4. Ejemplos dispares de conservación: Valencia versus Quito (Ecuador) y Mequinez (Marruecos).	475
a) Ecuador	475
b) Marruecos	438
4.3.5. Estado de la cuestión sobre problema de conservación	490
a) Control del pH	493
b) Estabilización	502
c) Consolidación	505
<b>4.4. El acto de escribir</b>	513
4.4.1. Los instrumentos de escritura	520
4.5.2. La imagen de los escribanos	574

## **Capítulo 5: Resultados de los análisis de muestras de tinta valenciana de los siglos XIII-XVIII** 615



<b>5.1. Análisis por fechas y por archivo</b>	627
5.1.1. Análisis de los resultados de la concentración de Fe	633
a) Concentración del Fe según el archivo	633
b) Concentración de Fe en función de la fecha	641
5.1.2. Análisis de los resultados de la relación de concentración potasio-hierro	654
a) Relación de concentración K/Fe en función de la fecha	664
b) Relación de concentración K/Fe en función del archivo	668
5.1.3. Análisis de los resultados de la relación de concentración Fe/Ca	673
5.1.4. Análisis de los resultado de la relación concentraciones Ca/K	690
a) Relación de concentración Ca/K en función de la fecha	694
b) Relación de concentración Ca/K en función del archivo	697
5.1.5. Análisis de los resultado de la relación concentraciones Cu/Zn	701
a) Relación Cu/Zn en función del archivo	710
b) Relación concentraciones de Cu/Zn en función de la fecha	712
5.1.6. Análisis de los resultados de relación Cu/Ca con tintas en las que se ha detectado solo cobre.	714
5.1.7. Análisis de los resultados de relación de concentración Zn/Ca con tintas que contienen solo zinc	717
<b>5.2. Análisis en relación al estado de conservación de las tintas</b>	723
<b>5.3. Estudio de probabilidad de alcanzar un grado de deterioro que afecte a la integridad del soporte, dependiendo de la proporción de cada elemento químico presente en las muestras de tinta valencianas</b>	733
<b>Capítulo 6: Conclusiones</b>	785
<b>Bibliografía</b>	805



## Listado de figuras

Figura 1: Manuscrito valenciano con importantes deterioros causados por los procesos de oxidación de las tintas metalogálicas.

Figura 2: Receta en pergamino procedente del baúl de Roque Chabás. Archivo de la Catedral de Valencia.

Figura 3: Receta manuscrita encontrada en el libro *Les Comptes-faits ou Le Tarif général de toutes les monnoyes*, de François de Barrême, editado en París en 1793 y conservado en la Catedral de Valencia.

Figura 4: Cocción de las hojas de mirto.

Figura 5: Adición de unas hojas de mirto cocidas a las agallas en maceración.

Figura 6: a) maceración de las agallas en agua según la receta número 12 de la tabla, perteneciente a *Tuhaf al-jawāss* de al-Qalalūsī, con una bolsa en suspensión.

b) cambio de color que se produce en la maceración de las agallas al añadir las hojas de mirto cocidas.

Figura 7: Detalle de la portada del quinto cuadernillo del Legajo 2690 del Archivo de la Catedral Metropolitana de Valencia.

Figura 8: Receta del *baldufari* de Bartholomé Mayques, 1613-48, s.f. Arxiu Municipal d'Ontinyent.

Figura 9: Receta de 1594, procedente de un documento escrito por Isidoro Romero Ceballos que forma parte de la Colección Documental Gregorio Chil y Naranjo conservada en el Archivo de El Museo Canario.

Figura 10: Receta procedente del legado de José Perpiñán. Archivo Municipal de Segorbe.

Figura 11: Receta procedente del legado de José Perpiñán. Archivo Municipal de Segorbe.

Figura 12: Receta procedente del legado de José Perpiñán. Archivo Municipal de Segorbe.

Figura 13: Receta procedente del legado de José Perpiñán. Archivo Municipal de Segorbe.

Figura 14: Toma de muestra de tinta de una zona de mancha, en un manuscrito del archivo municipal de Cocentaina.

Figura 15: Tamaño de la muestra, inferior a un milímetro.

Figura 16: Extracción de muestras en un manuscrito del archivo municipal de Orihuela.

Figura 17: Bandeja de posicionamiento de las muestras en el SEM/EDX.

Figura 18: microscopio electrónico de presión variable acoplado a un espectrómetro EDX, propiedad del IVC+R, CulturArts.

Figura 19: Tubos con las muestras y preparación sobre la cinta a doble cara.

Figura 20 : Preparación de las muestras sobre la cinta a doble cara.

Figura 21: Lectura de los componentes inorgánicos en la pantalla del SEM-EDX (IVC+R, CultuArts, Generalitat Valenciana)

Figura 22: Agallas de roble puntiagudas.

Figura 23: Agallas de roble claras y redondas.

Figura 24: Agallas de roble claras y redondas.

Figura 25: Agallas de roble turcas.

Figura 26: Agallas de carrasca de Sarrión, Teruel.

Figuras 27 y 28: Sulfato de hierro heptahidratado: contenedor y contenido.

Figuras 29 y 30: Sulfato de zinc: contenedor y contenido..

Figura 31: Goma arábica.

Figura 32: Tinta elaborada con agallas, vitriolo, agua y goma a la que se va a añadir el zumo de granada natural.

Figura 33: Granadas preparadas para extraer la corteza.

Figura 34: Alumbre de roca fragmentado para añadir a la tinta.

Figura 35: Rama de *Myrthus communis*.

Figura 36: Tintas en proceso de elaboración en vasos de precipitados.

Figura 37: Toma de muestra de la primera fase de la muestra de T3 sobre un portaobjetos para su posterior análisis con SEM/EDX.

Figura 38: Toma de muestra de cada una de las fases de elaboración de las tintas sobre un cristal portaobjetos para su posterior análisis con SEM/EDX.

Figura 39: Toma de muestra de la primera fase de la muestra de T3 en tubo de ensayo para su posterior análisis en HPLC-MS-MS.

Figura 40: Muestras de cada una de las fases de elaboración de las tintas en tubos de ensayo para su posterior análisis en HPLC-MS-MS.

Figura 41: Maceración de las agallas en vino blanco para la receta de Sueca y en agua para la receta andalusí.

Figuras 42 y 43: Color de las agallas tras dos horas expuestas al sol, y después de 24 horas. A la izquierda la receta de Sueca y a la derecha la andalusí.

Figura 44: Adición del sulfato de hierro y remoción con un palito de higuera, siguiendo las indicaciones en cada uno de los casos.

Figura 45: Aspecto de las tintas al añadir la goma arábica.

Figura 46: Resultado final de las tintas envasadas en contenedores de vidrio. Se conservan los posos en contenedores plásticos en la nevera con el objeto de poder seguir experimentando.

Figura 47: Resultado de la elaboración de la receta de Sueca y la andalusí el 25 de junio de 2014.

Figura 48: Resultado de la elaboración de la receta de Sueca y una andalusí el 25 de junio de 2014 después de un proceso de envejecimiento acelerado hasta el 25 de febrero de 2015 a 40°C y 60% de humedad relativa.

Figura 49: Ensayos de procesos de elaboración de tintas sobre un papel de tipo italiano del siglo XVI.

Figura 51: Reducción de las agallas a pedazos más pequeños para su maceración.

Figura 52: Tintas del número 1 al número 4 en proceso de elaboración. Se observa como en la T1 y T4 hay una proporción de sulfato de hierro que ha decantado en el fondo del vaso de precipitados; una vez se removieron las tintas los días y las veces establecidos por las fuentes, se fue reduciendo la cantidad.

Figura 53: Proceso de ebullición de las agallas al finalizar su tiempo de maceración.

Figura 54: Tintas del número 1 al número 4 en proceso de elaboración.

Figura 55: Filtrado tras el proceso de maceración de las agallas.

Figura 56: Adición de cortezas de granada a una mezcla de tinta.

Figura 57: Extracción de las agallas que habían estado macerándose dentro del paño durante días.

Figura 58: Resultado de la extracción de las agallas, con una leve diferencia de color entre la primera y la última preparada.

Figura 59: Proceso de ebullición de las hojas de mirto.

Figura 60: Líquido resultante de la maceración de las agallas y la adición de las hojas de mirto momentos antes de verter sulfato de hierro a la solución.

Figura 61: Adición de la goma arábica.

Figura 62: Adición del zumo de granada.

Figura 63: Resultado final de las probetas.

Figura 64: Maceración de agallas de varios tipos en agua y en vino.

Figura 65: Receta conjunta elaborada con agallas de Turquía y agallas de ciprés español con la colaboración de la directora del Departamento de análisis de la Presidencia para la Conservación de Manuscritos de Turquía.

Figura 66: a) agalla clara, pequeña y redonda; b) agalla oscura, pequeña y redonda; c) agalla pequeña y con protuberancias procedente de Turquía; d) agalla oscura, de mayor tamaño y con protuberancias.

Figura 67: Tintas T2A (agallas en vino con sulfato de hierro) y T2B (agallas en vino con sulfato de zinc), con una coloración negra en el primer caso y ocre para el segundo.

Figura 68: Tintas T2A (agallas en vino con sulfato de hierro), T2B (agallas en vino con sulfato de zinc y goma arábica) T2C (agallas en vino con sulfato de hierro y sulfato de zinc, más goma arábica), con una coloración negra en el primer caso y ocre más oscuro para el segundo, y negro intenso en la última.

Figura 69: Tintas T2A (agallas en vino con sulfato de hierro), T2B (agallas en vino con sulfato de zinc y goma arábica) T2C (agallas en vino con sulfato de hierro y sulfato de zinc, más goma arábica), después de transcurridas varias semanas desde su preparación, con una coloración negra en el primer caso, ocre más oscuro para el segundo y negro intenso en la última.

Figura 70: Imagen y espectro de la muestra de agua tomado con el SEM/EDX.

Figura 71: Imagen y espectro de la muestra de agua tomado con el SEM/EDX.

Figura 72: Imagen y espectro de la muestra de agua tomado con el SEM/EDX.

Figura 73: Imagen y espectro de la muestra de agallas de la sierra madrileña tomado con el SEM/EDX.

Figura 74: Imagen y espectro de la muestra de mirto tomado con el SEM/EDX.

Figura 75: Espectro SEM-EDX del análisis realizado a una muestra de goma arábica.

Figura 76: Imagen y espectro de la muestra de la primera fase de preparación de la T3, tomado con el SEM/EDX.

Figura 77: Imagen y espectro de la muestra T3 en su segunda fase del proceso con el SEM/EDX.

Figura 78: Imagen y espectro de la muestra T3 en su tercera fase del proceso con el SEM/EDX.

Figura 79: Imagen y espectro de la muestra T7 en su primera fase del proceso con el SEM/EDX.

Figura 80: Imagen y espectro de la muestra T7 en su segunda fase del proceso con el SEM/EDX.

Figura 81: Imagen y espectro de la muestra T7 en su tercera fase del proceso con el SEM/EDX.

Figura 82: Imagen y espectro de la muestra A2A con el SEM/EDX.

Figura 83: Imagen y espectro de la muestra A2B con el SEM/EDX.

Figura 84: Imagen y espectro de la muestra A2C con el SEM/EDX.

Figura 85: Imagen y espectro de la muestra A2D con el SEM/EDX.

Figura 86: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se han realizado las pruebas de escritura, con el SEM/EDX.

Figura 87: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T1, tomadas con SEM/EDX.

Figura 88: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T2, tomadas con SEM/EDX.

Figura 89: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T3, tomadas con SEM/EDX.

Figura 90: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T4, tomadas con SEM/EDX.

Figura 91: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T5, tomadas con SEM/EDX.

Figura 92: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T6, tomadas con SEM/EDX.

Figura 93: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T7, tomadas con SEM/EDX.

Figura 94: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T2A, tomadas con SEM/EDX.

Figura 95: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado una prueba de escritura con la T2B, tomadas con SEM/EDX.

Figura 96: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado una prueba de escritura con la T2C, tomadas con SEM/EDX.

Figura 97: Imagen y espectro de la muestra de Sueca con el SEM/EDX.

Figura 98: Imagen y espectro de la muestra andalusí con el SEM/EDX.

Figura 99: Imagen y espectro de la muestra de papel envejecido artificialmente, obtenido con el SEM/EDX.

Figura 100: Imagen y espectro de la muestra de tinta de Sueca sobre papel después de un proceso de envejecimiento artificial con el SEM/EDX.

Figura 101: Imagen y espectro de la muestra de tinta de andalusí sobre papel después de un proceso de envejecimiento artificial, con el SEM/EDX.

Figura 102: Imagen y espectro de la muestra del halo formado alrededor de la tinta de andalusí sobre papel después de un proceso de envejecimiento artificial, con el SEM/EDX. En color amarillo podemos advertir la zona de escritura y en color rosa la zona del halo en la fotografía con luz visible y en la recogida en el microscopio electrónico.

Figura 103: Pruebas de las tintas elaboradas en base a recetas valencianas, impregnando un papel del siglo XVII.

Figura 104: Tintas finales tras cinco meses desde su elaboración.

Figura 105: Peculiaridad de conservación en la tinta A2C.

Figura 106: T8 en proceso de reacción del ácido gálico con el sulfato de hierro que dio como resultado el agua coloreada en un tono azulado y sobre la que flotaban o se decantaba los componentes sólidos sin mezclarse.

Figura 107: Agallas del roble procedentes del interior de la provincia de Valencia.

Figuras 108, 109 y 110: Agallas del roble valenciano (Centro para la Investigación y Experimentación Forestal, Quart de Poblet, Valencia).

Figura 111: Imagen del SEM-EDX de las agallas del roble.

Figura 112: Espectro SEM-EDX del análisis realizado a las agallas de roble con una destacada presencia de potasio.

Figura 113: Cromatograma de las agallas de roble donde resultan evidentes las tres transiciones de los ácidos gálico y elálgico.

Figura 114: Rama de aliso.

Figura 115: Raíz de manglé.

Figura 116: Representación de los porcentajes de los principales componentes: agallas, sulfato de hierro y goma.

Figura 117: Representación de los porcentajes de los principales componentes: agallas, sulfato de hierro y goma.

Figura 118: Representación multivariada de los porcentajes de los principales componentes: agallas, sulfato de hierro y goma.

Figura 119: Gráfico de tablas y bigotes con la proporción de utilización de los tres ingredientes principales.

Figura 120: Distribución del solvente según la datación.

Figura 121: Preferencia de uso del solvente S.XV.

Figura 122: Preferencia de uso del solvente S.XVI.

Figura 123: Preferencia de uso del solvente S.XVII.

Figura 124: Preferencia de uso del solvente S.XVIII.

Figura 125: Ingredientes respecto al solvente S.XV.

Figura 126: Ingredientes respecto al solvente s. XVI.

Figura 127: Ingredientes respecto al solvente S.XVII.

Figura 128: Ingredientes respecto al solvente s. XVIII.

Figura 129: Gráfica de aberrantes con límites Sigma.

Figura 130: Histograma para la concentración de hierro

Figura 131: Gráfico radial de concentración de hierro junto con la media y los umbrales para la distribución gaussiana.

Figura 132: Gráfico de caja y bigotes con los porcentajes de agallas utilizadas en las recetas.

Figura 133: Gráfica de aberrantes sobre los porcentajes de agallas.

Figura 134: Histograma para la concentración de agallas.

Figura 135: Gráfico radial de la concentración de agallas junto con la media y los umbrales para una distribución gaussiana.

Figura 136: Gráfica de aberrantes sobre los porcentajes de utilización de goma.

Figura 137: Histograma de concentración de goma.

Figura 138: Gráfico radial con la representación de los porcentajes de goma junto con la media y los umbrales para una distribución gaussiana.

Figura 139: Distribución de puntos de porcentajes de los principales ingredientes después de eliminar los aberrantes.

Figura 140: Distribución de puntos de porcentajes de los principales ingredientes después de eliminar los aberrantes.

Figura 141: Gráfico de modelo ajustado de agallas y goma.

Figura 142: Gráfico de modelo ajustado de hierro y agallas.

Figura 143: Dendograma. Método del vecino más lejano, Eucladiana de las 65 recetas estudiadas.

Figura 144: Diagrama de dispersión de conglomerados.

Figura 145: uso del solvente en las recetas valencianas entre los siglos XV y XVIII.

Figura 146: Utilización del solvente en las recetas valencianas documentadas de los siglos XV-XVIII.

Figura 147: Relación del solvente con los principales ingredientes en las recetas valencianas documentadas de los siglos XV-XVIII. Figura 148: Fórmulas químicas del ácido gálico y del sulfato de hierro.

Figura 149: preparación de dos tintas con maceración en agua; en la primera solo están las agallas, sin incorporar todavía el sulfato de hierro; en la segunda ya se ha añadido el metal y podemos observar el repentino cambio de color de la mezcla. Siguiendo las recetas originales, la agitación se hace con un palito de higuera.

Figura 150: Formación del pirogalato de hierro.

Figura 151: Fórmula química del ácido sulfúrico.

Figura 152: Fórmula química del ácido galotánico.

Figura 153: Formación de hongos en un compuesto realizado únicamente con agallas y sulfato ferroso en agua, sometido a maceración al sol por más de diez días.

Figura 154: Detalles de diversos deterioros de las tintas metalogálicas en libros manuscritos de archivo. Fotografías realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R .

Figura 155: Cuadernillo perteneciente al legajo 2690 del Archivo de la Catedral de Valencia en el que se registran las compras del material de escritorio y entre las cuales nunca se menciona la goma, aunque no se puede descartar con seguridad su uso.

Figura 156: Detalle de trazo de tinta visto con el microscopio óptico en el que se observa el nivel de penetración en las fibras de papel.

Figura 157: Ilustración del corte de la pluma que aparece en la página 166 del libro de Torquato Torío de la Riva, Arte de escribir por reglas y con muestras (1898, imprenta de la Viuda de Ibarra).

Figura 158: Plumilla de plata para escribir (siglo XIX). Colección particular.

Figura 159: detalle de un pergamino deteriorado por microorganismos y con problemas, entre otros, de consolidación de las tintas metalogálicas. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figura 170: Ejemplos de migración de tinta alrededor del trazo en un papel andalusí. Fotografía con luz transmitida realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figura 171: Ejemplo de perforación del soporte de una tinta más oscura, en un papel andalusí. Fotografía con luz rasante realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R .

Figura 172: Papel andalusí con el brillo característico del apresto de almidón. Fotografía con luz rasante realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figura 173: Ejemplos de migración de tinta alrededor del trazo en un papel "de transición". Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R .

Figura 174: Ejemplo del estado de conservación de un manuscrito de archivo del siglo XVI, realizado sobre un papel tipo italiano y escrito con tintas metalogálicas. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R .



Figura 175: Ejemplo de deterioro extremo del soporte por exceso de tinta en las iniciales de un texto manuscrito. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R .

Figura 176: Ejemplo de pergamino expuesto a la luz con desvanecimiento casi total de las tintas. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figuras 177, 178 y 179: distintos niveles de perforación del soporte por oxidación de las tintas y la hidrólisis ácida de la celulosa. Fotografías tomadas durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figura 180: Ejemplo de rasgados en el papel en las zonas con mayor carga de tinta que, a consecuencia del avanzado estado de oxidación, aceleran la hidrólisis y la depolimerización de las cadenas de celulosa, y la rotura de las fibras vegetales que componen el papel. Fotografías tomadas durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figura 181: Ejemplo de rasgados en el papel en las zonas con mayor carga de tinta que, a consecuencia del avanzado estado de oxidación, aceleran la hidrólisis y la depolimerización de las cadenas de celulosa, y la rotura de las fibras vegetales que componen el papel. Fotografías tomadas durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figura 182: Ejemplo de formación de sales en la superficie de las tintas por un aporte excesivo de humedad, lo que provoca una apariencia blanquecina de las mismas. Fotografías tomadas durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figura 183: Ejemplo de formación de sales en la superficie de las tintas por un aporte excesivo de humedad, lo que provoca una apariencia blanquecina de las mismas. Fotografías tomadas durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figuras 184 y 185: Ejemplo de traspaso de las tintas de un soporte al contiguo por la migración de iones de hierro y el proceso de oxidación. Fotografías tomadas durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figura 186: Ejemplo de un dibujo explicativo en el lateral de un volumen de contabilidad, escrito sobre papel andalusí, con un débil apresto de almidón cuya pobre calidad influye en la migración de la tinta más allá del trazo haciéndolo impreciso. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figura 187: Ejemplo de un papel de factura italiana, del siglo XVI, donde la tinta ha traspasado de tal modo a ambos lados del papel que obstaculiza la lectura. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figura 188: Ejemplo de época escrita sobre papel andalusí del siglo XIV en el que la tinta ha traspasado al reverso pero, dado el grosor y las características de este tipo de soporte, no revierte en el anverso y permite la lectura del mismo. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figura 189: Ejemplo de mancha de tinta provocada por una migración parcial en el papel. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figura 190: Ejemplo de un manuscrito del siglo XV con diferente intensidad del color de la tinta que puede deberse al empleo de tintas de distinta formulación y balance, o a que alguno de los componentes haya provocado una conservación diferente en el tiempo. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figura 191: Ejemplo de solubilización de los elementos hidrolizables de las tintas y consiguiente pérdida de intensidad en un dibujo encontrado entre las hojas de un manuscrito de archivo. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figura 192: Ejemplo de manuscrito de inicios del siglo XV muy deteriorado por la acción de los microorganismos. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figura 193: En esta fotografía se advierte la no alteración de la tinta ante un aporte directo de agua sobre el papel. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figura 194: Disolución parcial de la tinta metalogámica ante un aporte directo de agua. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figuras 195 y 196: Ejemplos de sangrado de las tintas a diferentes niveles según la intensidad de la misma, el grosor del papel y el tipo de encolado. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

Figura 197: vista con la lupa binocular de la formación de sales de calcio, potasio, oxalatos de hierro, sulfato y carbonato de calcio, y sulfato ferroso sobre la superficie de la tinta como consecuencia del exceso de sales orgánicas.

Figura 198: fotografía macro de tintas metalográficas que conservan parte de los cristales, muy probablemente de silicatos del secante adheridos en superficie.

Figura 199: fotografía realizada con lupa binocular en la que se advierten cristales, muy probablemente de los silicatos del secante adheridos en superficie.

Figuras 200 y 201: Detalle de buen estado de conservación de las tintas metalogámicas en el Archivo Municipal de Cocentaina y en el Archivo de la Catedral de Valencia.

Figuras 202 y 203: Espectro e imagen SEM/EDX de una muestra de tinta procedente de un manuscrito de Mequinez (Marruecos) entre los siglos XVII-XVIII. Se puede observar la presencia de hierro, y en un porcentaje menor pero siempre acompañando a este elemento, cobre y zinc.

Figura 204: Espectro de una muestra de tinta procedente de un manuscrito de Mequinez (Marruecos) entre los siglos XVII-XVIII. Se puede observar la presencia de Silicio de manera muy destacada en el espectro del SEM/EDX.

Figura 205: Espectro de una muestra de tinta procedente de un manuscrito de Mequinez (Marruecos) entre los siglos XVII-XVIII. Se puede observar la presencia de Silicio, Aluminio, Cloro y Sodio de manera muy destacada en el espectro del SEM/EDX.

Figuras 206 y 207: Espectro y fotografía SEM/EDX de una muestra de tinta procedente de un manuscrito de Mequinez (Marruecos) entre los siglos XVII-XVIII. Se puede observar la presencia de los elementos descritos, con relevada importancia del Potasio.

Figuras 208 y 209: Espectro y fotografía SEM/EDX de una muestra de tinta procedente de un manuscrito de Mequinez (Marruecos) entre los siglos XVII-XVIII. Se puede observar la presencia de los elementos metálicos comentados así como del Potasio en menor medida que el análisis anterior.

Figura 210: Proceso avanzado de deterioro de la caja de escritura por la oxidación de las tintas metalogálicas. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figura 211: Proceso avanzado de deterioro y pérdida importante de la caja de escritura por la oxidación de las tintas metalogálicas. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figura 212: medición del pH de un bifolio escrito con tintas metalogálicas. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figura 213: Baño de desacidificación con hidróxido de calcio. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figura 214: Reapresto con gelatina disuelta en hidróxido de calcio. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figura 215: Aplicación en spray de propionato de calcio (en etanol) de manera individualizada en un bifolio manuscrito, con ayuda de la mesa de succión para sujetar el documento. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figura 216: Rodorigo Giorgi aplicando una solución de nanopartículas de calcio en etanol durante el curso *Nuevos avances para la estabilización de la corrosión de tintas ferrogálicas* (Instituto de Patrimonio Cultural de España, 3-7 octubre de 2011).

Figura 217: Libro de música de Máximo Ríos, ejemplar único de esta obra, en un estado de deterioro muy avanzado antes de su restauración. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figuras 218 y 219: Proceso de laminación manual con adhesivos naturales y papel de bajo gramaje. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figura 220: Proceso de activación de un tisu rehumectable sobre una prueba de trabajo. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de obra gráfica en el CulturArts IVC+R.

Figuras 221 y 222: Preparación de tisu termoplásticos con Plextol B-500 en papel de 5 gramos/m<sup>2</sup>, sobre un soporte siliconado. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figuras 223 y 224: Preparación de fragmentos con tereftalato de polietileno y estudio de reubicación. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figuras 225 y 226: Reubicación de fragmentos que se habían desprendido de la caja de escritura. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figura 227: Recuperación de fragmentos no ubicados en una laminación con papel de 9 gramos fácilmente removible, y su conservación en una carpeta que se inserta en la caja del libro. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Figura 228: Posible autorretrato de escribano descubierto en el Libro de *Cort del Justicia* de 1639 de Archivo Municipal de Ontinyent.

Figura 229: Monja en actitud de escribir. París, Biblioteca Nacional de Francia, fr. 25526 *Roman de la Rose*, ca. 1300, fol. 77v.

Figura 230: El monje Eadwine. Cambridge, Biblioteca del Trinity College, Ms. R. 17.1, fol. 283v.

Figura 231: El Monje Vigila. Biblioteca del Monasterio del Escorial, Códice Albendense, fol. 59.

Figura 232: Representación de Nicolás Gorran como monje escribiendo su *Commentaria in Sacram Scripturam*, fol.1. Archivo Catedral de Valencia.

Figura 233: Monje copiando la Biblia Vulgata, f.1. Archivo Catedral de Valencia.

Figura 234: Monje en su estudio. Bruselas Biblioteca Nacional de Bélgica, Ms. 9092: Jan Javier Oudenaarde. *Traité sur l'oracion dominicale*, ca.1457, fol. 2.

Figura 235: Autorretrato de Nicolás Craywerw. Bruselas, Biblioteca Nacional de Bélgica, Ms. II 1169, *Catholicon Sancti Agustini*, 1481-1484, f.1.

Figura 236: París, Biblioteca Nacional de Francia. Ms. fr. 782, fol. 2v. Siglo XIV.

Figura 237: Tienda de pergaminos donde se aprecia el proceso de fabricación. Bolonia, Biblioteca Universitaria, Ms. 1465, fol. 3. Villola, *Memorie*.

Figura 238: Preparación del pergamino. Bamberg, Staatbibliothek, Ms. Patr. 5, fol 1v.

Figura 239: Pergaminero vendiendo su producto con un pergamino tensando y una cuchilla con forma de media luna para descarnar. Copenague, Kongelige Bibliothek, Ms. 4.2º, volumen I.

Figura 240: Escribanos preparando el pergamino para la escritura, con un frotado inicial de piedra pómez. Copenague, Kongelige Bibliothek, Ms. 4.2º, volumen I.

Figura 241: Inicio del pautado del pergamino. Copenague, Kongelige Bibliothek, Ms.1255, fol.4.

Figuras 242: Pautado del pergamino. Copenague, Kongelige Bibliothek, Ms. 4.2º, volumen I.

Figura 243: Manuscrito donde se especifica la procedencia setabense del papel. Colección particular. Marruecos. Destaca no solo su calidad y buena conservación, sino el característico coloreado que se aplicaba a algunos de estos papeles.

Figura 244: Primera filigrana documentada con el escudo de Xàtiva, 1371. Alzira, Archivo Municipal.

Figura 245: Detalle de trazos de tinta metalogálica sobre papel italiano.

Figura 246: Detalle de fibras de papel andalusí con restos de hilo de lino rojo.

Figuras 247 y 248: Detalle de filigranas encontradas en Libros de Fábrica de la Catedral de Valencia, siglo XV.

Figuras 249 y 250: Papel andalusí empleado en sellos de cera en documentos de Fernando I (1413) y Alfonso V (1419). Valencia, Archivo del Reino.

Figura 251: Épernay, Bibliothéque Minicipale, Ms. 1, Evangelio de Evo, 816-835, fol. 18v.

Figura 252: St Gallen Stiftbibliothek, Cod. 1395, fol. 418.

Figura 253: San Juan Evangelista en su celda con el atril para escribir y una caja de rollos. Evangelionario bizantino de mediados del siglo X.

Figura 254: Evangelista. Londres, British Library, mss. Burney, imágenes del siglo XII y texto del siglo X, fol. 101v.

Figura 255: Detalle de evangelista en actitud de escribir. Valencia, Archivo de la Catedral, cod. 27. Biblia Vulgata Latina.

Figura 256: Detalle de evangelista representado como un ángel escribiendo con la pluma. Valencia, Archivo de la Catedral, cod. 84, *Flors Sanctorum*.

Figura 257: Instrumentos de escritura. Tagliente, G.A. (1530): *La vera arte delo eccellente scrivere de diverse varie sorti de litere...*Venezia.

Figura 258: Instrumentos de escritura. Palatino, G. (1540): *Libro nel qual s'insegna a scrivere ogni sorti lettera*. Roma.

Figura 259: San Mateo escribiendo el Evangelio con pluma, y con otras cuatro sujetas al escritorio. Debían tener varias preparadas por el desgaste el material. Bruselas, Biblioteca Nacional de Bélgica, Evangeliario procedente de la abadía de San Lorenzo de Lieja, ms. 18383 , fol. 11v.

Figura 260: Autorretrato de san Isidoro escribiendo con una pluma en la que se observa el corte apto para la escritura. Padua, Biblioteca Capitular, s.n., fol. 85v.

Figura 261: Detalle de una escritura perteneciente a una Provisión Real redactada en Toledo en 1525, de Don Carlos y Doña Juana, conservada en el Archivo Municipal de Sax, en la que se advierten los trazos de la pluma.

Figura 262: Fraile afilando la pluma. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 121, *Summa Decretalium*.

Figura 263: Evangelista o santo comprobando el estado de su pluma. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 18. *Commentaria in Sacram scripturam*. Tomo XV, fol. 30v.

Figura 264: San Lucas afilando la pluma en su escritorio. Londres, Victoria and Albert Museum, Ms. A.L. 1646-1902, fol. 15.

Figura 265: San Marcos acaba de cortar su pluma con una navaja y observa el resultado antes de introducirla en el tintero. Aylesbury, The National Trust, Waddesdon Manor, Ms.20, fol. 13v.

Figura 265: San Marcos representado con cabeza de león, escribiendo con la pluma y un tosco cuchillo en la otra mano. Oxford, Bodleian Library, Ms. Auct. D 2.16, fol. 71v.

Figura 266: San Dustan, Arzobispo de Canterbury, escribiendo su obra en 1170.

Figura 267: San Pablo escribiendo las Epístolas. Londres, colección privada.

Figura 268: San Lucas escribiendo el Evangelio en presencia de la Virgen, con el cuchillo y la pluma en las manos. Sobre la mesa las tijeras y el tintero. Atribuido a Llorenç Saragossà, Museo de Bellas Artes de Valencia, temple sobre tabla, siglo XIV.

Figura 269: San Jerónimo escribiendo con el cuchillo en la mano izquierda. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 27. Biblia Vulgata latina, tomo II.

Figura 270: Escribanos en su oficio, el del medio con la pluma y el cuchillo en primer término. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 27. Biblia Vulgata latina, tomo I.

Figura 271: San Juan Evangelista escribiendo el Evangelio con la pluma en la mano y sujetando el libro; sin cuchillo para el corte. Anónimo del Museo de Bellas Artes de Valencia.

Figura 272: San Marcos miniado por Cristóforo Majorana. Valencia, Biblioteca histórica de la Universidad, ms. 52, fol. 1.

Figura 273: Caballero con instrumentos de escritura y plumier de bolsillo. Kunrat von Ammenhausen, *Le livre de jeu d'échecs*. Finales del siglo XV.

Figura 274: Cicerón escribiendo en presencia de las virtudes, con un plumier en la mesa. *Formulae honestae vitae*.

Figura 275: San Juan Evangelista con el abad Wedrius, que le sujeta el tintero solucionado así la ausencia de pupitre. Avesnes, Musée de la Société Archéologique et historique, Evangeliario de la abadía de Liessies, 1146.

Figura 276: San Lucas escribiendo con el tintero en la mano. París, Biblioteca Nacional de Francia, Ms. nouv.acq.lat. 1203, *Evangeliario de Godescalco*, 781-793.

Figura 277: San Mateo mojado la pluma en el tintero. Amberes, Museum Mayer von del Bergh. Evangeliario de la abadía de St. Amand, ms. 297, fol.10v.

Figura 278: Escribano con tintero metálico sobre el pupitre unido al plumier. Biblia Rothschild miscellany, siglo XV, fol, 289.

Figura 279: Seguramente san Gregorio escribiendo en su escritorio con varios tinteros de cuerno para la tinta de varios colores. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 102. *Homiliae in Ezechielem*, fol.1.

Figura 280: San Juan escribiendo sobre un atril y dos tinteros de cuerno. Londres, British Library, Ms. Harley 3011, fol. 69v.

Figura 281: Demonio robando el tintero a San Juan. Lisboa, Biblioteca Nacional, Iluminados 42. *Libro de horas de Rouen*, ca. 1480.

Figura 282: Demonio robando el tintero a San Juan. Madrid, Biblioteca Nacional, *Libro de Horas de Leonor de la Vega*, fol. 45v.

Figura 283: Detalle de arena adherida sobre la superficie de la tinta.

Figura 284: Bifolios en proceso de secado. París, Biblioteca Nacional de Francia, fr. 25526 *Roman de la Rose*, ca. 1300, fol. 77v.

Figura 285: Pesas sujetando el papel en el atril. Londres, British Library, mss. Royal 18 Eiii, fol, 24. *Faits et dits mémorables*, 1479.

Figura 286: San Lucas en su escritorio con las pesas sujetando el libro. Toledo, Biblioteca Pública de Castilla la Mancha, ms. 168. *Evangelestiario del cardenal Jean Balue*, 1467-1469.

Figura 287: Copenhague, Biblioteca Real de Dinamarca, Sebastian Brant: *Stulfitera navis*, impreso en Basilea en 1497.

Figura 288: Escritorio de Távara. Nueva York, Pierpont Morgan Library, ms. 429, fol, 183. Comentario del Apocalipsis.

Figura 289: Escritorio alfonsí en el que trabajan clérigos y estudiantes. El Escorial, Biblioteca del monasterio, *Libro de ajedrez, dados y tablas*, tomo 1, f. 1.

Figura 290: Representación de un escritorio con un monje y un seglar trabajando conjuntamente. Bremen, Staats- und Universitätsbibliothek, Ms. b.21, fol. 24v. Obra fruto del encargo de los emperadores otomanos a la abadía de Echternach hacia 1039-40.

Figura 291: San Lucas, *Libro de Lindisfarne*, anterior al 698.

Figura 292: San Marcos. Nuevo testamento bizantino elaborado posiblemente en Italia (Grottaferrata), en la segunda mitad del siglo XII.

Figura 293: San Lucas. Valencia, Museo de Bellas Artes. Óleo sobre tabla del conjunto de evangelistas de Joan Reixach. Segunda mitad del siglo XV.

Figura 294: Escribano. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 36, tomo II, *Decretalium commentaria*.

Figura 295: Escribano redactando la crónica. Barcelona, Arxiu Històric de la ciutat, *Libre verd*, fol 27.

Figura 296: *San Juan escribe el Apocalipsis presenciando el bautismo de Cristo*. Nicolás Borrás. Valencia, Museo de Bellas Artes.

Figura 297: Evangelistas sentados con sus símbolos y atributos. Aquisgrán, Domschatzkammer, s.n., fol 13.

Figura 298: Evangelista San Mateo. Salzburgo, *Codex Millenarius*.

Figura 299: Laurence, prior de Durham como copista. Durham, University Library, Ms. Cosin V.III 1, fol. 22v.

Figura 300: Evangelista al dictado de un ángel sobre un sillón con atril. Utrech, Universiteitsbibliotek, Ms. Bibl. Rhenotraiectinae nº 32. Salterio escrito en la abadía benedictina de Hautvillers ca. 820.

Figura 301: San Mateo inspirado por un ángel. Colonia, Schnütgen-Museum, cod. 6531, fol. 11v. Evangeliario procedente de la abadía de san Amand. ca. 860.

Figura 302: Monje trabajando en su sillón con atril exento. Valencia, Archivo de la Catedral. *Commentaria in Evangelium et Apocalipsim Sancti Ioanis*.

Figura 303: San Juan evangelista. París, *Les Louanges de Moseigneur*, fol. 1.

Figura 304: Evangelista en actitud de autoridad sacra con el libro sobre las rodillas y usando solo la pluma. Maaseik, Sint-Katharinakek, Evangeliario de Maaseik, primera mitad del siglo VIII.

Figuras 315, 316 y 317: San Juan, san Lucas y san Marcos en sus estudios. Madrid, Museo Thyssen, Gabriel Mälesskircher, 1478.

Figuras 318: San Mateo en su estudio. Madrid, Museo Thyssen, Gabriel Mälesskircher, 1478.

Figura 319: San Ildefonso escribiendo. El Escorial, Biblioteca del Monasterio, *Cántigas de Santa María*, tomo 1, fol. 7.

Figura 320: *San Jerónimo en el estudio*. Barcelona, Museo Nacional de Arte de Cataluña, óleo sobre tabla, ca. 1450.

Figura 321: *San Agustín en el estudio*. Vic, Museo Episcopal, 1466-50.

Figura 322: Composición humanista que representa a Ovidio escribiendo su obra. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. Manuscrito realizado en Brujas entre 1470 y 1480, fol. 13.

Figura 323: *San Guerau l'almoiner*. Maestro de Xàtiva. Iglesia Parroquial de San Pedro de Xàtiva.

Figura 323: *San Guerau l'almoiner*. Maestro de Xàtiva. Iglesia Parroquial de San Pedro de Xàtiva.

Figura 326: Valencia, Archivo del Reino. Bailía, nº 243, fol. 737.

Figura 327: Valencia, Archivo del Reino. *Justicia civil 300 sous*, nº 27, primera mano, portada.

Figura 328: Dibujos al margen y pruebas de pluma del Libro de *Cort del Justicia* de 1639 del Archivo Municipal de Ontinyent.

Figura 329: Evangelista. Bruselas, Biblioteca Real Alberto I, ms. 18723, siglo VI.

Figura 330: Evangelista Juan. Viena, Österreichische Nationalbibliothek, Evangelio de la Coronación, fol. 178v. Anterior al 800.

Figura 331: San Mateo. Kremsmünster, Biblioteca del Monasterio. *Codex Millenarius*.

Figura 332: San Juan. Londres, British Library, Cotton Ms. Tiberius A.II, fol. 164v.

Figura 333: San Juan. París, Biblioteca Nacional, ms. lat. 257, fol. 174v. Evangeliario de Francisco I, procedente de la abadía de Saint Amand.

Figura 334: San Mateo. San Petersburgo, Biblioteca Nacional, Tetraevangelio, fol. 24.

- Figura 335: San Juan. París, Biblioteca Nacional, ms. lat. 257, fol. 174v. Evangeluario de Francisco I, procedente de la abadía de Saint Amand.
- Figura 336: San Mateo. San Petersburgo, Biblioteca Nacional, Tetraevangelio, fol. 24.
- Figura 337: San Mateo. París, Biblioteca Nacional, ms. Nouv. acq. lat. 1203, fol. 1. Evangeluario de Godescalco.
- Figura 338: San Marcos. , Biblioteca Nacional, ms. Nouv. acq. lat. 1203. Evangeluario de Godescalco.
- Figura 339: San Mateo. París, Biblioteca Nacional, ms. Nouv. acq. lat. 1203, fol. 1. Evangeluario de Godescalco.
- Figura 340: San Lucas. Boulougne-sur-mer, Biblioteca Municipal, ms. 14, vol. II, fol.5.
- Figura 341: Evangelistario benedictino. Madrid, Biblioteca Nacional, Ms. Vitr. 20-6.
- Figura 342: Iniciales con las figuras de los evangelistas. Barcelona, Archivo de la Corona de Aragón, ms. Ripoll 2, fol. 1r, 38v, 47v y 220r.
- Figura 343: Hildevertus con su asistente Everwius. Praga, Biblioteca Municipal, A31/1, fo. 153v.
- Figura 344: Autorretrato de Hugo "pictor". Oxford, Bodleian Library. Ms. Bobley717, fol. 287v.
- Figura 345: Wernherus "pictor" con el monje Reinhard. Stuttgart, Württembergische Landesbibliothek, Cod. Hist. Fol 420, folio 1.
- Figura 346: Inicial Q con el autorretrato de Engilbertus. Tréveris, Stadtbibliothek, Cod. 261/1140 2º, fol. 153v. Homiliary.
- Figura 347: Inicial "O" con Rainaldus el escribano y Oliverius el pintor. Douai, Bibliothèque municipale. MS. 340, folio 9. Hrabanus Maurus, *De Landibus Sanctae Crucis*.
- Figura 348: Posible autorretrato de San Dunstán. Oxford, Bodleian Library. Ms. Act. F.4, 32, fol. 2.
- Figura 349: Inicial P con el autorretrato de Felix. París, Bibliothèque Nationale, latin 11575, folio 1. *Florus* en la Epístola de San Pablo.
- Figura 350: Cirilo de Alejandría. Barcelona, Biblioteca de Catalunya, ms. 562, *Thesaurus aduersus haereticos*, fol. 1.
- Figura 351: Escribano. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 36. *Decretalium commentaria*, tomo II.
- Figura 352: Ramón Muntaner. El Escorial, Biblioteca del Monasterio (K.I.6, f.1). *Crónica* de Ramón Muntaner.
- Figura 353: Escribano ofreciendo su libro a bendecir. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. Lactancio., fol. 33.
- Figura 354: Autorretrato de Pietro Hippolyto da Luna. Londres, British Library.: Add.MS.15273, fol 8v.
- Figura 355: Autorretrato de Martin le Franc. Ginebra, Biblioteca Municipal, ms. 875, fol. 437, *Le champion de les dames*.
- Figura 356: Autorretrato de Nicolaus Bertschi con su mujer, Margaret; y del monje escribano. Stuttgart, Wütterbergische Landesbibliothek, Cod. Mus. I fol 65, fol 236v. Gradual.
- Figura 357: Autorretrato de un iluminador anónimo recibiendo visitantes. París, Bibliothèque nationale, latin 4915, folio 1. Giovanni Colonna, *Mare Historiarum*.
- Figura 358: Gaspare da Padova. New York, New York Public Library, ms Spencer 20, f.1. Valerio Máximo, *Facta et dicta memorabilia*.



Figura 359: Autorretrato de Bartolomeo Neroni pintor, y del copista. Génova, Biblioteca Civica Berio, Cf. 3. 2, folio 1. Gradual.

Figura 360: Autorretrato de Christine de Pisan. Londres, British Library, harley, Ms. 4431. Epístola de Othea a Héctor.

Figura 361: Gregorio el Grande y su escribiente. "Registrum Gregorii", hoja suelta, maestro del Registrum Gregorii, Tréveris.

Figura 362: Cántigas de Santa María. Alfonso X. El Escorial, Biblioteca del Monasterio, T.I.1, fol.72.

Figura 363: Alfonso el Casto dispone la ordenación del Archivo Real con el Jurista Ramón de Caldes. Barcelona, Archivo de la Corona de Aragón. *Liber Feudorum Maior*, fol. 1r.

Figura 364: Libro de privilegios de Mallorca. Mallorca, Archivo del Reino, fol. 1.

Figura 365: Alfonso el Benigno presidiendo las Cortes. La Paeria, Lérida, Archivo Municipal. Libros de Usos y Constituciones de Catalunya fol. 160r.

Figura 366: Escribano redactando las leyes. La Paeria, Lérida, Archivo Municipal. Libros de Usos y Constituciones de Catalunya fol. 160r.

Figura 367: Luis XII dictando una carta a su escribano. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. *Epistres en vers François* dedicados a Ana de Bretaña y a Luis XII. E. 7, fol. 81v.

Figura 368: Kunrat von Ammenhausen dictando al escriba. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. *Le libre de jeu d'échecs das schachzabelbuch*.

Figura 369: *Francesco Alvarotti y un alumno*. Ravenna, Biblioteca Classense, ms 450, f.2. Girolamo da Cremona, Francesco Alvarotti, *Consilia et allegationes*.

Figura 370: Carlos el Temerario visitando el estudio de Charles Martel. Bruselas, Biblioteca Nacional, ms. 6, fol. 9.

Figura 371: Carlos el Temerario visitando el escribano. Bruselas, Biblioteca Nacional, ms. 6, fol. 7.

Figura 372: Autorretrato del escritor con los personajes de Tristán e Isolda, Chantilly, Musée Condé, Mss. 645 – 647, 315-317, fol 1r.

Figura 373: Cicerón escribiendo ante sus personajes. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. *Epistres en vers François* dedicados a Ana de Bretaña y a Luis XII. E. 3, fol. 61.

Figura 374: Sócrates y Platón. Oxfors, Bodleian Library, Ms. Ashmole 304, fol. 31v.

Figura 375: Aristóteles. Página de título del primer volumen de las obras de Aristóteles, Venecia, hacia 1483.

Figura 376: Cicerón componiendo su tratado de *De Senectute*. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. Marín de Braga (pseudo-Séneca). *Formulae honestae vitae*.

Figura 377: Plutarco. París, Biblioteca Nacional. Girolamo da Cremona. *Vitae*, Venezia, Vélins 700, f.1.

Figura 378: Plutarco. Dublín, Trinity College, Fag. GG. 2. I, 1, f.1. G. Todeschino. *Vitae*, Venezia.

Figura 379: Ovidio, París, Biblioteca Nacional, ms lat. 8016, f.1. *Metamorphosis*, G. Todeschino.

Figura 380: San Jerónimo en un trono con un libro en las manos. San Petersburgo, Biblioteca Nacional, Epístolas de san Jerónimo, fol. 3v.

Figura 381: San Jerónimo escribe una carta al papa Dámaso. Colonia, Diözesan-und-Dombibliothek, cod. 14, fol. 1v. Evangeliario procedente de la abadía de St. Amand.

Figura 382: Profeta Esdras. Florencia, Biblioteca Medicea-Laurenziana. Ms. Amiatinus 1, fol 5r.

Figura 383: Samuel copia al dictado de Josefo. Cambridge, St John's College. Ms A.8, f.103v.

Figura 384: Escena del génesis con Moisés. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 4, fol. 1. *Commentria in Sacram Scripturam*. Tomo I, *In Genesis*.

Figura 385: San Agustín. Página Inicial de un Comentario de los Salmos normando.

Figura 386: San Cipriano. París, Biblioteca Nacional, Iohannes Scotus, *Super secundo sententiarum quaestiones*; ms. Lat. 3063, C.1r.

Figura 387: San Gregorio Magno. Glasgow, University Library, ms Hunter 47, f.1. Gaspere de Padova e G. Todeschino. Quinto Curzio Rufo, *De rebus gestis Alexandri Magni*.

Figura 388: Santo Tomás en su estudio. Nápoles, Biblioteca Nacional; *Super quattuor libero sententiarum*, ms. VII.B.4, c.13r.

Figura 389: Santo Tomás de Aquino en su estudio. Grenoble, Bibliothèque Municipale, ms 80, f.1G. Todeschino. Santo Tomás de Aquino, *Super metaphysicam Aristotelis*.

Figura 390: San Juan Crisóstomo y San Mateo. Madrid, Biblioteca Nacional, Res. 205, fol.1. Homilías de San Juan Crisóstomo.

Figura 391: Ana de Bretaña le pide al rey de Francia que vuelva a su lado. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. E. 1, fol. 1v. *Epistres en vers François* dedicados a Ana de Bretaña y a Luis XII.

Figura 392: Luis invita a su esposa a viajar a Italia. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. E. 4, fol. 51v. *Epistres en vers François* dedicados a Ana de Bretaña y a Luis XII.

Figura 393: Ana de Bretaña escribe rey de Francia. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. E. 5, fol. 58v. *Epistres en vers François* dedicados a Ana de Bretaña y a Luis XII.

Figura 394: Campesino dictando una carta a un niño. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. E. 2, fol. 31v. *Epistres en vers François* dedicados a Ana de Bretaña y a Luis XII.

Figura 395: Espectro EDX e imagen SEM con la zona analizada de la muestra COCL11T1.

Figura 396: Espectro EDX e imagen SEM con la zona analizada de la muestra ALBL1T1.

Figura 397: Espectro EDX e imagen SEM con la zona analizada de la muestra BOCL25T1.

Figura 398: Imagen del SEM-EDX de la muestra ONTL5T1.

Figura 399: Espectro del SEM-EDX de la muestra ONTL5T1.

Figura 400: distribución del número de muestras por fecha.

Figura 401: Distribución del número de muestras por archivo.

Figura 402: Espectro EDX e imagen SEM con la zona analizada de la muestra CTLL28T1, perteneciente al *Libro de Cort del Justicia* de 1416 conservado en el Archivo Municipal de Castellón.

Figura 403: Espectro EDX e imagen SEM con la zona analizada de la muestra ALIL8T1, perteneciente al libro de Provisiones y privilegios reales de 1589 conservado en el Archivo Municipal de Alicante.

Figura 404: Espectro EDX e imagen SEM con la zona analizada de la muestra BIL3T1, perteneciente a la Revisión de bolsas de insaculación de 1597 conservado en el Archivo Municipal de Ibi.

Figura 405: Espectro EDX e imagen SEM con la zona analizada de la muestra MFTL1T1, perteneciente a un recibo de Pedro Rodríguez, mercader de Monforte del Cid, de 1593.

Figura 406: Representación multivariante de la relación entre los principales elementos inorgánicos constitutivos de las tintas.

Figura 407: Gráfica de caja y bigotes de la concentración de Fe según los diferentes archivos.

Figura 408: Imagen SEM de la muestra de Pina de Montalgrao PINL1T1.

Tabla 43: Pruebas de Múltiple Rangos para Fe por Archivo. Método: 95,0 porcentaje LSD .

Figura 409: Histograma de las frecuencias agrupadas en intervalos de 50 años.

Figura 410: Gráfico de caja y bigotes de las concentraciones medias de Fe según los intervalos de fechas.

Figura 411: Variación de las medias de concentración de Fe según la datación.

Figura 412: Modelo lineal del valor medio de las concentraciones de Fe según la datación.

Figura 413: Modelo lineal del valor medio de las concentraciones de Fe según la datación, excluyendo la muestra de 1775.

Figura 414: Concentración del Fe en relación al archivo y la fecha.

Figura 415: Concentración del Fe en relación al archivo y la fecha.

Figura 416: Gráfico de caja y bigotes de la relación de concentración de relación de concentración K/Fe.

Figura 417: Gráfico de caja y bigotes de la relación de concentración K/Fe, una vez eliminados los valores aberrantes.

Figura 418: Histograma de la relación de concentración de relación de concentración K/Fe.

Figura 419: Ajustes de curvas de distribución de las frecuencias de concentración de K/Fe.

Figura 420: Gráfico de modelo ajustado de los valores de concentración del hierro frente al potasio.

Figura 421: Gráfico de cajas y bigotes de la relación de concentración de K/Fe con respecto a la fecha, eliminando la muestra posterior a 1700.

Figura 422: Relación de concentración de medias de K/Fe según la datación.

Figura 423: Gráfico de caja y bigotes de la relación de concentración K/Fe por archivo.

Figura 424: Gráfica de cajas y bigotes de los valores de la relación entre la concentración de Fe/Ca.

Figura 425: Histograma de los valores de la relación entre la concentración de Fe/Ca.

Figura 426: Muestra de la tinta 1 del libro 50 del Archivo Municipal de Cocentaina.

Figura 427: Muestra de la tinta 1 del libro 54 del Archivo Municipal de Cocentaina.

Figura 428: Muestra de la tinta 1 del libro 31 del Archivo Municipal de Cocentaina.

Figura 429: Muestra de la tinta 1 del libro 3 del Archivo Municipal de Sax.

Figura 430: Muestra de la tinta 1 del libro 9 del Archivo Municipal de Sax.

Figura 431: Muestra de la tinta 1 del libro 8 del Archivo Municipal de Alicante.

Figura 432: Muestra de la tinta 2 del libro 4 del Archivo Municipal de Alicante.  
Figura 433: Muestra de la tinta 2 del libro 9 del Archivo Municipal de Alicante.  
Figura 434: Muestra de la tinta 1 del libro 12 del Archivo Municipal de Biar.  
Figura 435: Muestra de la tinta 2 del libro 4 del Archivo Municipal de Biar.  
Figura 436: Muestra de la tinta 1 del libro 18 del Archivo Municipal de Requena.  
Figura 437: Muestra de la tinta 1 del libro 22 del Archivo Municipal de Requena.  
Figura 438: Muestra de la tinta 1 del libro 2 del Archivo Municipal de Cincorres.  
Figura 439: Muestra de la tinta 1 del libro 14 del Archivo Municipal de Cincorres.  
Figura 440: Muestra de la tinta 1 del libro 16 del Archivo Municipal de Bocairant.  
Figura 441: Muestra de la tinta 1 del libro 7 del Archivo Municipal de Pego.  
Figura 442: Gráfico de caja y bigotes para la relación Fe/Ca con valores inferiores a 15.  
Figura 443: Histograma para la relación de concentración Fe/Ca con valores inferiores a 15.  
Figura 444: Gráfico de caja y bigotes de la relación de concentración de Fe/Ca.  
Figura 445: Histograma de la relación de concentración Fe/Ca.  
Figura 446: Histograma de la relación de concentración Fe/Ca.  
Figura 447: Gráfico de modelo ajustado de la concentración Fe/Ca.  
Figura 448: Gráfico de caja y bigotes con los valores aberrantes de la relación de concentración de Ca/K.  
Figura 449: Gráfico de caja y bigotes con los valores aberrantes <17 de la relación de concentración de Ca/K.  
Figura 450: Distribución de la relación de concentración Ca/K.  
Figura 451: Gráfico de modelo ajustado de la relación de concentración de Ca/K.  
Figura 452: Gráfico de caja y bigotes de la relación de concentración Ca/K.  
Figura 453: Gráfica de caja y bigotes de la relación de concentración de Ca/K.  
Figura 454: Representación de las concentraciones de Cu frente a la de Zn.  
Figura 455: Porcentaje con los valores de zinc de las muestras estudiadas.  
Figura 456: Relación de la concentración Cu<20, Cu>2, Zn>2 y Zn<12.  
Figura 457: Gráfico de caja y bigotes para la relación de concentración Cu/Zn.  
Figura 458: Relación de concentración Cu/Zn sin valores aberrantes.  
Figura 459: Relación de concentración Cu/Zn sin valores aberrantes.  
Figura 460: Ajustes de curvas de distribución de las frecuencias de concentración de Cu/Zn.  
Figura 461: Gráfico de caja y bigotes de la concentración Cu/Zn en función del archivo.  
Figura 462: Gráfico de caja y bigotes de la relación de concentración de Cu/Zn según la datación.  
Figura 463: Gráfico de caja y bigotes de la relación Cu/Ca para las tintas con concentración de Zn<LD.  
Figura 464: Histograma de la relación Cu/Ca para las tintas con concentración de Zn<LD.  
Figura 465: Ajustes de curvas de distribución de las frecuencias de concentración de Cu/Ca con concentración de Zn<LD.  
Figura 466: Gráfico de caja y bigotes de la relación Zn/Ca.  
Figura 467: Histograma de la relación de concentración Zn/Ca.  
Figura 468: Gráfico de caja y bigotes de la relación Zn/Ca sin los valores aberrantes.

Figura 469: Histograma de la relación Zn/Ca, sin los valores aberrantes.

Figura 470: Histograma de frecuencias de la relación Zn/Ca.

Figura 471: Representación de los deterioros observados en las muestras recogidas en las que se advierte el tipo de daño en porcentajes.

Tabla 472: Representación del porcentaje de muestras deterioradas , y su distribución por archivos .

Figura 473: Representación del porcentaje de daños según el tipo de deterioro, y su distribución por archivos.

Figura 474: Relación de la proporción de tintas en mal estado en cada uno de los archivos.

Figura 475: Distribución porcentual del número de muestras dañadas según la datación.

Figura 476: Imagen del análisis SEM-EDX de una tinta del libro *Trasllat del llibre de defensio de furs*, del Archivo Municipal de Cincorres.

Figura 477: Imagen del análisis SEM-EDX de una tinta de un volumen de 1400 sin identificar del Archivo Municipal de Bocairant.

Figura 478: Detalle del punto de análisis con SEM-EDX de la muestra 782, perteneciente al Libro de Censos de 1571, del Archivo Municipal de Ibi. La tinta había perforado el papel.

Figura 479: Detalle del punto de análisis con SEM-EDX de la muestra 712, perteneciente al Proceso contra Catalina Martínez, 1560, del Archivo Municipal de Ibi.

Figura 480: Imagen SEM de la zona de análisis EDX del *Llibre d'actes del Consell*, 1538, del Archivo Municipal de Alzira donde se observa en punto de detección.

Figura 481: Imagen SEM de la zona de análisis EDX del Recibo de Pedro Rodríguez, mercader, 1593, del Archivo Municipal de Monforte del Cid donde se observa en punto de detección.

Figura 482: Imagen SEM de la zona de análisis EDX de un documento sin clasificar del Archivo Municipal de Biar, 1521.

Figura 483: Imagen SEM de la zona de análisis EDX del libro de *Claveria Comuna* del Archivo municipal de Valencia, 1395.

Figura 484: Imagen SEM de la zona de análisis EDX de una provisión real de 1529 perteneciente al Archivo municipal de Sax.

Figura 485: Imagen SEM de la zona de análisis EDX de una libro de obligaciones del Archivo Municipal de Segorbe de 1559.

Figura 486: Detalle de los puntos de análisis del SEM-EDX de la muestra SAXL14T1, del Archivo Municipal de Sax.

Figura 487: Detalle de la zona de análisis del SEM-EDX de la muestra 759 , SAXL2T1, Libro de cuentas de propios de 1567 del Archivo Municipal de Sax.

Figura 488: Detalle de la zona de análisis del SEM-EDX de la muestra 270 , CTLL3T1, Actas capitulares del Archivo Municipal de Castellón.

Figura 489: Detalle de la zona de análisis del SEM-EDX de la muestra 612 , ONTL22T1, Protocolo de Bernat Candela de 1543 del Archivo Municipal de Ontinyent.

Figura 490: Detalle de la zona de análisis del SEM-EDX de la muestra 230 , ALIL7T1, Carta del Alcaide de 1423, del Archivo Municipal de Alicante.

Figura 491: Detalle de la zona de análisis del SEM-EDX de la muestra 530 , ONTL20T1, del Archivo Municipal de Ontinyent.

Figura 492: Detalle de los puntos de análisis del SEM-EDX de la muestra del *Manual de Consells* de 1547 del Archivo Municipal de Valencia.

Figura 493: Detalle de los puntos de análisis del SEM-EDX de la muestra del *Manual de Consells* de 1548 del Archivo Municipal de Valencia.

Figura 494: Detalle de los puntos de análisis del SEM-EDX de la muestra de Toma cuentas de los gruesos, 1516 del Archivo Municipal de Sax.

Figura 495: Detalle de los puntos de análisis del SEM-EDX de la muestra del *Cort del Justicia*, 1295 del Archivo Municipal de Cocentaina.

Figura 496: Detalle del punto de análisis con SEM-EDX de la muestra 927, perteneciente al Libro de revisión de bolsas de insaculación de 1596, del Archivo Municipal de Ibi. La tinta había perforado el papel.

Figura 497: Detalle del punto de análisis con SEM-EDX de la muestra 385, perteneciente al Libro *Cort del Justicia* de 1489, del Archivo Municipal de Cocentaina.

Figura 498: Detalle del punto de análisis con SEM-EDX de la muestra 293, perteneciente al *Llibre de Clavería de Consell* de 1449, del Archivo Municipal de Vila-real. La tinta había perforado el papel.

Figura 499: Archivo de la Catedral de Valencia.

## Listado de tablas

Tabla 1.: Relación de los precios del vino adquirido por el Archivo de la Catedral entre 1701 y 1707.

Tabla 2: Relación de precios de los materiales para elaborar tinta adquiridos por el Archivo de la Catedral entre 1701 y 1707.

Tabla 3: Cantidades empleadas de componentes para la elaboración de tintas probeta.

Tabla 4: Cantidades empleadas de componentes para la elaboración de tintas probeta.

Tabla 5: Pesos de las distintas clases de agallas

Tabla 6: Componentes utilizados para la elaboración de tintas probeta partiendo de la receta número dos con varios sulfatos minerales.

Tabla 7: Resultados semicuantitativos obtenidos mediante SEM/EDX de los principales ingredientes.

Tabla 8: Resultados semicuantitativos obtenidos mediante SEM/EDX de los análisis del agua corriente de Valencia.

Tabla 9: Valores semicuantitativos del análisis de agallas maceradas en agua en comparación con los resultados medios obtenidos del análisis del agua corriente utilizada, con SEM/EDX.

Tabla 10: Valores semicuantitativos del análisis de hojas mirto maceradas en agua en comparación con los resultados medios obtenidos del análisis del agua corriente utilizada, con SEM/EDX.

Tabla 11: Valores semicuantitativos del análisis de con SEM/EDX.

Tabla 12: Relación semicuantitativa de los valores obtenidos en el análisis SEM/EDX del agua corriente.

Tabla 13: Relación semicuantitativa de los valores obtenidos en el análisis SEM/EDX de las fases de realización de la tinta 3.

Tabla 14: Relación semicuantitativa de los valores obtenidos en el análisis SEM/EDX de las fases de realización de la tinta 3.

Tabla 15: Valores semicuantitativos del análisis de las variaciones de la receta andalusí en comparación al agua corriente utilizada con SEM/EDX.

Tabla 16: Valores semicuantitativos del análisis de hojas mirto maceradas en agua en comparación con los resultados medios obtenidos del análisis del agua corriente utilizada, con SEM/EDX.

Tabla 17: Semicuantificación de los valores obtenidos en el análisis SEM/EDX de las probetas de tinta sobre papel del siglo XVI.

Tabla 18: Valores porcentuales obtenidos del SEM/EDX con estas tintas antes y después del envejecimiento, y de los halos formados alrededor de las mismas después del envejecimiento acelerado.

Tabla 19: Valores de pH de las tintas en sus procesos de elaboración.

Tabla 20: Porcentajes en masa de las agallas, el hierro y la goma arábica.

Tabla 21: Resumen estadístico de la representación multivariada de los porcentajes de los principales componentes: agallas, sulfato de hierro y goma.

Resumen Estadístico

Tabla 22: Tabla de valores aberrantes de hierro.

Tabla 23: Distribuciones ajustadas del sulfato de hierro.

Tabla 24: Prueba de Kolmogorov-Smirnov sobre la distribución de los valores del sulfato de hierro. Prueba de Kolmogorov-Smirnov

Tabla 25: Valores aberrantes de las agallas.

Tabla 26: Distribuciones ajustadas de las agallas.

Tabla 27: Prueba de Kolmogorov-Smirnov respecto a la distribución de las agallas.

Tabla 28: Distribuciones ajustadas de la goma.

Tabla 29: Prueba de Kolmogorov-Smirnov de la distribución de goma.

Tabla 30: Coeficientes de la concentración de goma y agallas.

Tabla 31: Coeficientes de la concentración de goma y agallas. Análisis de Varianza.

Tabla 32: Coeficientes de la relación entre las agallas y el sulfato de hierro.

Tabla 33: Análisis de varianza de la relación entre las agallas y el sulfato de hierro.

Tabla 34: Coeficientes de la relación entre las agallas y el sulfato de hierro.

Tabla 35: Análisis de varianza de la relación entre las agallas y el sulfato de hierro.

Tabla 36: Resumen de conglomeración.

Tabla 37: Centroides.

Tabla 38: Clasificación de las recetas según los conglomerados 1, 2 y 3.

Tabla 39: Valores semicuantitativos de la concentración en porcentaje de los elementos detectados por el SEM-EDX de la muestra ONTL5T1.

Tabla 40: Valores mínimos y máximos de los elementos de mayor interés en las tintas que se van a estudiar por comparación.

Tabla 41: Resumen Estadístico para Fe.

Tabla 42: Tabla ANOVA para Fe por Archivo.

Tabla 43: Pruebas de Múltiple Rangos para Fe por Archivo. Método: 95,0 porcentaje LSD .

Tabla 44: Valores de concentración de Fe en los que la diferencia entre los archivos es más significativa.

Tabla 45: Tabla de frecuencias para fecha.

Tabla 46: Relación del hierro en función de la fecha.

Tabla 47: Tabla ANOVA para Fe por Fecha.

Tabla 48: Comparación múltiple de las medias de concentración de Fe significativamente diferentes según la fecha.

Tabla 49: Comparación múltiple de las medias de concentración de Fe significativamente diferentes según la fecha.

Tabla 50: Grupos homogéneos de medias de concentración de Fe según la datación. Método: 95,0 porcentaje LSD

Tabla 51: Coeficientes del modelo lineal del valor medio de las concentraciones de Fe según la datación.

Tabla 52: Análisis de varianza de los coeficientes del modelo lineal del valor medio de las concentraciones de Fe según la datación.

Tabla 53: Coeficientes del modelo lineal del valor medio de las concentraciones de Fe según la datación, eliminando la muestra de 1775.

Tabla 54: Análisis de varianza del modelo lineal del valor medio de las concentraciones de Fe según la datación, eliminando la muestra de 1775.

Tabla 55: Valores aberrantes de la relación Fe/K.

Tabla 56: Resumen Estadístico para K/Fe.

Tabla 57: Tabla de Frecuencias para relación de concentración K/Fe.



Tabla 58: Percentiles para relación de concentración K/Fe.

Tabla 59: Distribuciones Ajustadas de las frecuencias de concentración de K/Fe.

Tabla 60: Prueba de Kolmogorov-Smirnov de bondad de ajuste para relación de concentración K/Fe.

Tabla 61: Coeficientes.

Tabla 62: Análisis de varianza.

Tabla 63: Resumen estadístico de los datos/variable relación de concentración K/Fe.

Tabla 64: Análisis Anova para relación de concentración K/Fe comprados según la fecha.

Tabla 65: Grupos homogéneos de medias de concentración de K/Fe según la datación. Método: 95,0 porcentaje LSD

Tabla 66: Diferencias significativas entre los valores medios de relación de concentración K/Fe según la datación.

Tabla 67: Resumen estadístico de los valores de relación de concentración K/Fe menores a 1,19.

Tabla 68: Análisis Anova para la relación de concentración K/Fe por archivo.

Tabla 69: Grupos homogéneos en la relación K/Fe.

Tabla 70: Pares con diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la relación concentración K/Fe.

Tabla 71: Resumen Estadístico para Fe/Ca.

Tabla 72: Tabla de Frecuencias para Fe/Ca.

Tabla 73: Puntos aberrantes de la relación Fe/Ca.

Tabla 74: Resumen estadístico para Fe/Ca.

Tabla 75: Tabla de frecuencias de la relación de concentración Fe/Ca por debajo de 15.

Tabla 76: Valores aberrantes de la relación Fe/Ca con valores inferiores a 15.

Tabla 77: Frecuencias para el Fe/Ca.

Tabla 78: Resumen estadístico para la relación de concentraciones de Fe/Ca.

Tabla 79: Distribuciones ajustadas

Tabla 80: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la bondad de los ajustes para la relación de concentración Fe/Ca.

Tabla 81: Coeficientes del ajuste lineal.

Tabla 82: Análisis de varianza.

Tabla 83: Distribuciones Ajustadas.

Tabla 84: Prueba de Kolmogorov-Smirnov de bondad del ajuste para la relación de concentraciones Ca/K.

Tabla 85: Coeficientes del ajuste lineal.

Tabla 86: Análisis de varianza.

Tabla 87: Análisis ANOVA para Ca/K por Fecha agrupada.

Tabla 88: Pruebas de Múltiple Rangos para la relación Ca/K por fecha agrupada. Método: 95,0 porcentaje LSD

Tabla 89: Diferencias significativas por fecha de la concentración de Ca/K.

Tabla 90: ANOVA para Ca/K por Archivo.

Tabla 91: Pruebas de Múltiple Rangos para Ca/K por archivo. Método: 95,0 porcentaje LSD

Tabla 92: Anomalías detectadas en la relación de Ca/K según el archivo.

Tabla 93: Puntos de análisis con una gran concentración de Cu.  
Tabla 94: Análisis en los que se ha detectado una importante concentración de zinc.  
Tabla 95: Coeficientes del ajuste lineal.  
Tabla 96: Puntos aberrantes de la relación de concentración Cu/Zn es mayor que 2.  
Tabla 97: Distribuciones ajustadas. 616 valores con rango desde 0,0877384 a 1,59519.  
Tabla 98: Pruebas de bondad de ajuste de la relación Cu/Zn. Prueba de Kolmogorov-Smirnov.  
Tabla 99: Resumen estadístico de la concentración Cu/Zn según el archivo.  
Tabla 100: ANOVA para la relación Cu/Zn por Archivo.  
Tabla 101: Resumen estadístico de la relación Cu/Zn en relación a la datación.  
Tabla 102: Tabla anova para la relación Cu/Zn según la datación.  
Tabla 103: Tabla de Frecuencias para Cu/Ca.  
Tabla 104: Valores de distribuciones ajustadas para la relación Cu/Ca.  
Tabla 105: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la relación Cu/Ca.  
Tabla 106: Frecuencias para la relación Zn/Ca.  
Tabla 107: Frecuencias para Zn/Ca.  
Tabla 108: Distribuciones Ajustadas.  
Tabla 109: Prueba de Kolmogorov-Smirnov de bondad del ajuste.  
Tabla 110: Valores de concentración de los elementos de las muestras de la zona de Albacete, obtenidas con SEM-EDX.  
Tabla 111: Valores de concentración de los elementos de las muestras de Madrid, obtenidas con SEM-EDX.  
Tabla 112: Valores de concentración de los elementos de las muestras de Madrid, obtenidas con SEM-EDX.  
Tabla 113: Valores de concentración de los elementos de las muestras de Burgos y Valladolid, obtenidas con SEM-EDX.  
Tabla 114: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de sodio.  
Tabla 115: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de hierro.  
Tabla 116: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de cloro.  
Tabla 117: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de magnesio.  
Tabla 118: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de azufre.  
Tabla 119: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de potasio.  
Tabla 120: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de calcio.  
Tabla 121: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de manganeso.  
Tabla 122: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de silicio.  
Tabla 123: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de cobre.  
Tabla 124: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de zinc.  
Tabla 125: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de aluminio.  
Tabla 126: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de fósforo.

# **Capítulo 1.**

---

## **Introducción**



La significativa aportación tanto artística como documental de los manuscritos hace de ellos instrumentos únicos de conocimiento que debemos custodiar y proteger. Bibliotecas y archivos de muy diversa índole atesoran cuantiosos códices con el mayor celo posible, pero los materiales inherentes a su elaboración y las condiciones en las que han estado almacenados durante siglos los hacen vulnerables a importantes procesos de deterioro. Las tintas metalogálicas, ya conocidas desde la Antigüedad, suponen el sustrato más habitual de la escritura en la cultura occidental desde el Medievo hasta el siglo XX. Ya desde el siglo XVII tenemos evidencias de la preocupación por los graves problemas de oxidación que las degradan y que pueden provocar la perforación del soporte escriptorio e incluso fragmentar la caja de escritura hasta hacerla desaparecer.

Los archivos valencianos conservan, por fortuna, numerosos fondos documentales desde el período posterior a la Conquista -incluso anteriores en algunos casos-, pero los de la etapa comprendida entre 1450 y 1600 destacan por un estado de conservación más deficiente de sus manuscritos. Por este motivo, la línea de investigación de esta tesis se dirige a profundizar en el conocimiento de las tintas valencianas y la caracterización de sus componentes en relación con su preservación. Lo haremos desde cuatro puntos de vista diferentes: la recopilación y examen de recetas antiguas a partir de fuentes escritas, la experimentación práctica de su elaboración, el análisis físico-químico de muestras originales de

tintas valencianas anteriores a 1600 y el estudio de los escribanos y el mundo de la escritura a partir de las representaciones artísticas.

Para afrontar esta investigación, hemos querido aprovechar nuestra formación multidisciplinar. A lo largo de la elaboración de un extenso estudio documental sobre las atarazanas del Grao de la mar<sup>1</sup>, la doctoranda, como historiadora del arte, examinó ciento cincuenta volúmenes pertenecientes a nueve series documentales entre los años 1283 y 1792 del Archivo Municipal de Valencia. Esta experiencia le propició no sólo un gran interés hacia este fascinante momento de la historia valenciana sino una inquebrantable y apasionada relación con los manuscritos que actualmente sigue desarrollando gracias a su labor de restauradora y conservadora. Desde hace más de dieciséis años la dedicación ha sido constante y acrecentada, procurando ampliar cada vez más el ámbito de estudio sobre criterios y sistemas de restauración (figura 1), incidiendo sobre todo en el apoyo científico que otorga mayor legitimidad a la toma de decisiones.

---

<sup>1</sup> Contreras Zamorano, G.M. (2002): *Las atarazanas del Grao de la mar*. Colección Museos y Monumentos, vol. 4. Ayuntamiento de Valencia.



Figura 1: Manuscrito valenciano con importantes deterioros causados por los procesos de oxidación de las tintas metalogálicas.





## **1. 1. Motivación y elección del tema**

La elección del tema ha venido determinada por los numerosos problemas de conservación que nos han ido surgiendo a lo largo de nuestra carrera profesional y a los cuales hemos tratado de dar solución. La oxidación de las tintas de naturaleza metalogálica es un deterioro muy común en el panorama archivístico mundial y sólo una investigación continuada y lo más completa posible nos va a facilitar un acercamiento a la conservación de estos volúmenes.

Son numerosos los estudios que nos han precedido acerca del material de escritura sobre todo de la Europa medieval y el norte de África. Por nuestra parte hemos querido centrar nuestra investigación en las tintas anteriores a 1600 procedentes de manuscritos conservados en archivos valencianos. El hecho de establecer un límite geográfico viene marcado por la accesibilidad y por la responsabilidad de la doctoranda sobre la conservación de los manuscritos en los fondos de la Comunidad Valenciana. Por avatares de la historia, algunos documentos de los que hemos tomado muestras tienen su origen en escribanías de otras ciudades peninsulares, lo que lejos de suponer un inconveniente enriquece este estudio y nos ofrece elementos de comparación. Por lo que se refiere al marco cronológico teníamos claro que el período sobre nuestro tema abarcaría desde la datación de la documentación más antigua que podemos encontrar en el territorio valenciano -siglo XIII- hasta 1600. Entendimos que el deficiente estado de conservación de los libros de los siglos XV y XVI era buen criterio para situar el límite posterior, ya que

abarcar toda su historia con profundidad hubiera sido inalcanzable en una sola tesis; y optamos por empezar en los mismos inicios de la difusión de las tintas metalógicas para incluir e investigar el importante protagonismo de la tradición árabe en el mundo de nuestra escritura, a través del papel andalusí -tan ligado en su fabricación a nuestro territorio- y de muchos ingredientes de las tintas.

La necesidad de desarrollar en un tiempo razonable esta investigación ha dejado pendientes algunas parcelas para estudios futuros. En primer lugar convendría analizar todos y cada uno de los papeles que sustentan las muestras de tintas recogidas a lo largo de nuestra tarea, para contar con nuevas variables y establecer posibles relaciones. Por otro lado, cabría indagar exhaustivamente en algunos archivos históricos tan notables como el de protocolos notariales de Morella o el magnífico archivo de protocolos del Real Colegio de Corpus Christi de Valencia; su ausencia en esta tesis solo responde a la necesidad de acotar el número de muestras tomadas que ya sobrepasaban el millar en el primer año de trabajo. En el caso del archivo del Real Colegio del Corpus Christi, tenemos en proyecto realizar un estudio que se circunscriba a los más de 29.000 volúmenes que custodia esta institución. Para que las muestras a estudiar guardaran unas mínimas características comunes que permitieran su estudio comparado, se ha escogido exclusivamente documentación civil, ya sea procedente de archivos civiles o de archivos religiosos que custodiaran documentos civiles, como es el caso del archivo de la Catedral de Valencia, al que como excepción se ha acudido debido a la riquísima documentación que conserva, no sólo por

el arco cronológico, sino por su volumen y riqueza en la tipología de series documentales conservadas.

Aunque en algunos manuscritos podemos encontrar letras capitales coloreadas, sobre todo en rojo, hemos excluido el extenso y muy estudiado mundo de las tintas de colores para centrarnos en la tinta negra habitual de escritura, aquella tinta realizada y utilizada por tantos escribanos en su quehacer profesional. De igual manera quedan fuera de nuestro estudio las tintas sobre pergamino. La decisión de excluir este soporte se fundamenta en dos aspectos: en primer lugar, que los problemas de conservación son menores en este tipo proteico; en segundo lugar, que introducir un nuevo dato entre las variables -ya de por sí numerosas- que hemos utilizado para los análisis estadísticos, supondría más un obstáculo que una ayuda para la obtención de conclusiones.



## 1.2. Objetivos

La conservación y restauración del patrimonio histórico ha adquirido, con los años, una naturaleza cada vez más científica. Actualmente no concebimos una intervención rigurosa en una pieza sin someterla previamente a una exhaustiva investigación de sus componentes y problemas de alteración, con el apoyo de sistemas de análisis científicos muy diversos. Pero ciertas carencias de formación científica separan en ocasiones a los técnicos del campo de la restauración de otros profesionales específicos (químicos, biólogos, físicos) que a su vez tienden a desaprovechar la información de fuentes historiográficas. Trabajos como la presente tesis pretenden facilitar y promover la conexión entre ambas formas de acercarse al patrimonio histórico, para que los distintos profesionales que hoy en día se implican en tareas de conservación de manuscritos puedan ampliar sus criterios ante una intervención en un bien patrimonial.

## Objetivos específicos

- Conocer la composición inorgánica de las tintas valencianas para aproximarnos a la caracterización de algunos de sus elementos de elaboración.
- Conocer y reconocer los ingredientes fundamentales de las tintas metalogálicas en base a los resultados obtenidos con el análisis de elementos inorgánicos con el microscopio electrónico acoplado a un equipo de dispersión de rayos X.
- Estudiar la similitud y las diferencias entre las tintas de los reinos cristianos peninsulares y andalusíes.
- Elaborar un muestreo que nos indique el estado de conservación en los manuscritos valencianos.
- Reproducir recetas de escritura para comprender los procesos de elaboración y el comportamiento de los materiales.
- Establecer si existen parámetros de relación en el estado de conservación según los componentes fundamentales y en relación a la fecha y a los archivos estudiados.
- Estudio de las fuentes iconográficas del patrimonio valenciano con especial relevancia en los escribanos y los utensilios de escritura.

### 1.3. Estructura y plan de trabajo

Conviene destacar que nos preceden estudios similares en el campo de las tintas metalogálicas. El primero es el de Jana Kolar (Kolar, Štolfa, Strlič, Pompe, Pihlar, Budnar, Simčič, and Reissland 2006a), quien analizó tintas de noventa y siete documentos para su tesis doctoral. Su labor ha supuesto el punto de partida de muchos trabajos posteriores, y constituye una referencia fundamental para todos ellos desde la escuela holandesa que desarrolló. Otro trabajo paralelo y similar en su planteamiento es el que ha desarrollado un equipo mexicano y norteamericano sobre las tintas del Archivo Nacional de México, donde se han seleccionado dos mil treinta y dos documentos (García, Ruvalcaba Sil, and Meeren 2014a), aunque su estudio se ha centrado en el análisis de los componentes inorgánicos con fluorescencia de rayos X, que no necesita toma de muestras. Nuestro trabajo, aunque con menor número de tintas estudiadas -novecientas ochenta y nueve-, quiere diferenciarse de los demás por intentar ampliar el ámbito de la investigación y sumar a los datos que nos aporta la ciencia, la importancia de las fuentes documentales escritas e iconográficas.

En primer lugar ofrecemos un panorama de las fuentes documentales primarias y secundarias que nos ha servido para el conocimiento fundamental de las recetas, sus componentes y sus métodos de elaboración. Entre las primarias destacamos dieciséis recetas inéditas que muy generosamente nos han cedido archiveros, bibliotecarios y amigos para esta investigación y que revelan algunos aspectos desconocidos.

Sobre las fuentes secundarias, se ha efectuado un recorrido por la historia de estas tintas a través de libros de secretos, tratados, recetarios y manuales del arte de escribir y a partir de ellas se ha realizado una recopilación de ciento sesenta recetas publicadas en diversas fuentes y épocas, referidas a los reinos hispánicos y andalusíes. Las conclusiones que hemos podido extraer resultan fundamentales para poder conocer los ingredientes, su evolución, y los procesos de fabricación.

Antes de seleccionar el sistema de análisis científico con el que estudiar las muestras de tintas valencianas recopilamos más de cuatrocientos artículos referidos al estudio de libros y documentos. Su lectura nos ha permitido obtener un panorama bastante amplio de las posibilidades de cada sistema, que hemos procurado organizar conforme a sus características y posibilidades. Debemos reconocer que ha supuesto un tremendo esfuerzo de recopilación y clasificación y esperamos que constituya una guía eficaz para quienes deseen realizar estudios científicos del patrimonio librario y documental ya que la doctoranda habría agradecido algo similar a su disposición antes de acometer esta tesis.

Las aportaciones que ofrecían las recetas procedentes de las fuentes escritas nos permitieron experimentar con la reproducción de algunas de ellas, lo que ha supuesto, sin duda, un punto necesario y de sustento para la comprensión del trabajo. Conocer los componentes de primera mano, aplicar los procesos y ver las reacciones en directo nos ha enseñado el fundamento de las tintas. Además, poder analizar cada uno de los ingredientes por separado y las tintas resultantes, -por sí solas y sobre papel- ha ampliado el conocimiento que teníamos



de los materiales y los procesos de elaboración; incluso hemos descubierto procedimientos que se daban por supuestos en la bibliografía y se han revelado como imposibles. Este capítulo ha resultado uno de los más sorprendentes e importantes a pesar de que no esperábamos grandes hallazgos a la hora de acometerlo.

Respecto al sistema de análisis seleccionado, quizá había otros más precisos como el PIXE, o en los que no era necesaria la toma de muestras, pero optamos por las facilidades que nos ofrecía el laboratorio de materiales del IVC+R CulturArts, y la disponibilidad del microscopio electrónico de barrido acoplado a un equipo de dispersión de rayos X (SEM-EDX). Con este sistema se hacía necesaria la recogida *in situ* de micromuestras, pero a cambio nos permitía analizarlas posteriormente en el laboratorio de dicho instituto. Además, este sistema de análisis era capaz de detectar la concentración de elementos inorgánicos con amplia fiabilidad e incluso ofreciendo una semicuantificación que resultaba útil a nuestro objetivo de estudio.

Por otro lado, se hacía necesario un estudio en detalle de los componentes fundamentales de las tintas. Hemos podido localizar diferentes tipos de agallas que, además, citan las fuentes; hemos tratado de investigar sobre los sulfatos metálicos y la disponibilidad que había de ellos en la Comunidad Valenciana y, a través del comercio, fuera de nuestras fronteras; así como sobre todos los componentes que se nombran en la relación de recetas que adjuntamos en una tabla como anexo.

Con el objeto de completar el estudio hemos considerado estas recetas para hacer un desarrollo justificado de la evolución de las mismas en el tiempo y establecer, si cabe, enlaces territoriales. Hemos comparado aquellas recetas que tienen valores de medida reconocibles y extrapolables a unas proporciones con el fin de comprobar si existía una correlación con el resultado de los análisis de las muestras valencianas.

Dado que uno de los objetivos principales consiste en hallar una posible relación entre la presencia de elementos inorgánicos y el estado de conservación de los documentos, hemos dedicado un capítulo a la química de las tintas, donde se revelan los problemas de conservación, la tipología de daños que durante nuestra experiencia laboral hemos localizado, y el estado de la cuestión sobre la resolución de estos problemas de conservación. Añadimos como peculiaridad estudios comparados realizados por la doctoranda sobre tintas de Marruecos y Quito, por las diferencias tan llamativas que hallamos respecto a composición y deterioro.

La aplicación de diversos estudios estadísticos y los diferentes enfoques que se pueden obtener de los datos han dado como resultado un capítulo muy amplio en el que se analiza la presencia de los elementos principales -como el hierro, responsable en gran medida de los procesos de oxidación-, así como la relación entre algunos de ellos, como el calcio-hierro, potasio-hierro y el cobre-zinc, ya que pensamos que son los más influyentes. El trabajo se ha enfocado en función de la datación y de la procedencia (archivo) con el fin de ver si se pueden establecer relaciones y paralelismos con estos parámetros. Además, hemos completado el estudio de

los elementos con la relación que tienen dependiendo el estado de conservación de las tintas de las muestras obtenidas -en el que anotábamos si estaban en una fase final de perforación del soporte. Con otro sistema estadístico se ha estudiado la probabilidad de cada uno de ellos de influir en el deterioro de las tintas y, a pesar de las limitaciones descritas por el ámbito de estudio y la aplicación del método, hemos obtenido resultados sorprendentes que no habíamos detectado en la bibliografía específica.

Por otro lado trabajamos sobre el solvente utilizado, ya que la dicotomía agua/vino ha sido una constante, pero ha variado su elección en función, sobre todo, de la datación, porque, tal como documentan las recetas, desde antiguo los escribanos observaron el deterioro de las tintas y algunos achacaron estos avances a la oxidación al vino blanco empleado.

El aspecto artístico de algunos códices iluminados nos ha resultado de gran ayuda: estudiar los instrumentos de escritura y el entorno de los escribanos a través de los autorretratos y otras representaciones en las que aparecen en actitud de escribir. Dada la proliferación de estas imágenes en los manuscritos medievales, hemos propuesto una cierta clasificación de este tipo de escenas, con los ejemplos más sobresalientes que hemos podido localizar. No son desdeñables otro tipo de imágenes espontáneas que los notarios realizaban en sus escritos con el fin de probar la pluma -*provationes calami*- o, simplemente, desarrollar otra forma de expresión.



## 1.4. Agradecimientos

Los agradecimientos deben empezar, sin duda, por quienes han creído en el proyecto y han apostado por la buena ejecución del mismo. En primer lugar, al catedrático en Historia del Arte en la Universitat de València, el doctor Amadeo Serra Desfilis, quien desde que iniciamos nuestra andadura en el terreno de la investigación viene acompañándonos. La sabiduría y buen hacer del Dr. Serra han supuesto un punto de referencia y de admiración para la doctoranda. A esto conviene sumar la calidad humana y la generosidad que siempre nos ha demostrado: no ha pasado por alto ni una sola página de esta tesis y ha hecho un esfuerzo que agradecemos enormemente por seguir y apoyar el desarrollo de la misma; a él debemos los mejores consejos, ideas y propuestas de mejora para la culminación de este trabajo. Además, nos abrió las puertas del departamento de Historia del Arte de la Universitat de València, en el que la doctoranda se siente especialmente orgullosa de presentar esta tesis.

En segundo lugar queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al doctor Vicent Pons Alós, Canónigo Archivero de la Catedral de Valencia y profesor de técnicas historiográficas de la Universitat de València. El doctor Pons ha sido extremadamente espléndido con todo aquello que estaba en su mano, no sólo por poner a nuestro alcance el valioso Archivo de la Catedral de Valencia, sino por haber compartido desinteresadamente con nosotros sus hallazgos sobre las tintas en la Catedral. Además de varias recetas de tinta inéditas hemos podido encontrar un significativo legajo donde se

describe la compra de ingredientes para las mismas que ha sido fundamental para nuestro estudio de las tintas valencianas por la variedad de los datos aportados. La transcripción de estas y otras recetas inéditas no hubiera sido posible sin sus conocimientos, y la visión de los escribanos que aparecen en los libros iluminados de la Catedral, imposibles de conocer sin su mediación. Su mirada de archivero y paleógrafo ha contribuido de manera extraordinaria en la resolución de este trabajo.

El doctor David Juanes Barber, técnico de analítica en el IVC+R CulturArt, ha sido el compañero más cercano en todo este proceso. Hace seis años que le presentamos el proyecto y nos ofreció su tiempo desde el inicio. Debemos reconocerle, en primer lugar, la paciencia con la doctoranda al adentrarse esta en un terreno científico que no dominaba. Desde el manejo del microscopio a la ejecución de las estadísticas siempre ha estado disponible. Durante tres años fueron muchas las tardes que sacrificó en el laboratorio para que pudiéramos avanzar en los análisis, y esta dedicación nunca podremos agradecerse la lo suficiente.

Queremos rendir un reconocimiento muy significativo a la doctora Carmen Pérez García, catedrática de Restauración de la Universidad Politécnica de Valencia, sobre todo por sus años al frente del Instituto Valenciano de Conservación y Restauración, en los que ha logrado situar esta disciplina a un destacado nivel entre los centros más importantes del panorama nacional. La doctora Pérez siempre facilitó a la doctoranda el apoyo institucional para la realización de este

trabajo y dispuso de todos los medios del IVC+R para el buen avance de la tesis.

Desde que en febrero de 2009 empezáramos a enviar misivas con la solicitud de permiso para la toma de muestras en los archivos municipales, el archivo de la Catedral de Valencia y el Archivo de la Diputación de Valencia, los archiveros y responsables de los fondos seleccionados, se volcaron en colaborar con esta investigación con un entusiasmo y una entrega que admiramos profundamente. Son personas que suelen trabajar con bastantes dificultades, sobre todo en los centros más pequeños, en la soledad del archivo pero en compañía de la irrepetible historia que custodian; conocedoras de sus limitaciones, siempre guardan con celo y se preocupan por la mejor conservación de los fondos. Queremos dejar constancia de todos aquellos que nos han acogido en su archivo y nos han acompañado en este camino. Además, quienes han localizado recetas manuscritas y han tenido la generosidad de compartirlas con nosotros a pesar de ser dueños del hallazgo. Por la encomiable labor que realizan, esta tesis está dedicada, en gran parte, a ellos.

A.M. Albalat de la Ribera: M<sup>a</sup> Pilar Sáez de la Torre

A.M. Alcoi: Josep Lluís Santonja Cardona

A.M. Alicante: Susana Llorens Ortuño

A.M. Altura: María Bordón

A.M. Alzira: Aureliano J. Lairón Pla

A.M. Ayuntamiento de Valencia: Alicia Martínez Alonso

A.M. Biar: Cristóbal Fernando Payá Galvañ

A.M. Bocairent: M<sup>a</sup> Josefa Sempere Doménech

A.M. Cabanes: Estrella Borrás Moreno

A.M. Castalla: Pilar Yagüe Leal  
A.M. Castelfort: Inés Prats  
A.M. Castellón: Elena Sánchez Almela  
A. Catedral de Valencia: Vicent Pons Alós  
A.M. Cincorres: Antonio Ripollés Ortí  
A.M. Cocentaina: M<sup>a</sup> Dolores Insa Ribelles  
A.M. Culla: Francisco Bellés Beltrán  
A.M. Dénia: Rosa Seser Pérez  
A. Diputación de Valencia: Amparo García Gómez  
A.M. Elche: Carmina Verdú Cano  
A.M. Gandia: Jesús Eduard Alonso i López,  
A.M. Ibi: M<sup>a</sup> José Martínez Tribaldos  
A.M. Monforte del Cid: Inmaculada Mayor González  
A.M. Ontinyent: Vicent Terol i Reig  
A.M. Orihuela: M<sup>a</sup> José Ruíz García  
A.M. Pego: Joan Miquel Almela Cots  
A.M. Pina de Montalgrao: Daniel Sánchez  
A.M. Requena: Ignacio Latorre Zacarés  
A.M. Sax: Vicente Vázquez Hernández  
A.M. Segorbe: Rafael Simón Abad  
A.M. Sueca: Joan Francesc Pi Aparisi  
A.M. Vila-real: Vicent Gil Vicent  
A.M. Vilafranca del Cid: Rosa Minguet Tomás  
A.M. Villena: Pilar Díaz Martínez  
A.M. Xàtiva: Isaïes Blesa Duet  
A.M. Xixona: José Bernabé Ruiz

Sin conocer personalmente a nadie del departamento de Geología de la Universidad de Valencia, contactamos con ellos para solicitar indicaciones precisas sobre los tipos de



minerales que podían ser empleados como sulfatos para realizar las tintas. El doctor Joaquín Bastida respondió con inmediatez y tremenda magnanimidad en sus comentarios, sus aclaraciones y todas las indicaciones de bibliografía que abrieron nuestro horizonte a este mundo tan apasionante pero a la par, desconocido.

El arte de escribir es una virtud, pero el cansancio y la acumulación de ideas no siempre son buenas aliadas en una investigación a largo plazo. Escribimos pensando que quien lo va a leer ha compartido con nosotros todas las experiencias, y son frecuentes las lagunas, repeticiones o incoherencias en la redacción. A Ester Pérez Blasco, gran amiga y compañera de estudios en la facultad de Geografía e Historia, agradecemos el haber sido, una vez más, la valedora de nuestra expresión.

Las horas interminables de análisis en el microscopio electrónico fueron acompañadas infinidad de veces por Livio Ferrazza. La disposición de Livio ante nuestras innumerables consultas siempre han sido respondidas con paciencia y enorme interés por contribuir al correcto desarrollo del trabajo.

Destacan por su enorme generosidad aquellos que nos han enviado recetas ocasionales inéditas encontradas en sus archivos o lugares de trabajo y que, incluso sin conocernos personalmente, nos han confiado. En el primer capítulo hacemos mención de cada uno de ellos con su contribución, pero queremos reiterar en estas líneas nuestra gratitud al doctor Vicent Terol i Reig -Archivo Municipal de Ontinyent-, a doña Carmina Verdú -Archivo Municipal de Elche-, don Óscar Lialo Franca -Universidad de Salamanca-, don Arsenio Sánchez Hernámpérez -Biblioteca Nacional de España-, don Fernando

Betancor -Museo Canario- y don Rafael Simón Abad -Archivo Municipal de Segorbe-.

Los numerosos escritos de don Antonio Mut Calafell, historiador y archivero, han enriquecido estas páginas con sus innumerables artículos sobre recetas de tinta. Tuvimos la oportunidad de compartir experiencias en un congreso y no dudó en poner a disposición de la doctoranda toda su información para enriquecer este trabajo.

El doctor Miguel Gamón Vila está colaborando en el estudio que hemos iniciado sobre los componentes orgánicos de las tintas y que estimamos fundamental continuar para el verdadero conocimiento de las mismas. Además de sumarse a la pasión por el campo de las tintas de escritura manuscritas, ha puesto a nuestra disposición el Laboratorio Agroalimentario de la Generalitat Valenciana y todos sus conocimientos como químico, que han aportado un razonamiento y una visión más acertada del camino de esta tesis.

La doctora Laura Fuster López, profesora titular de conservación y restauración de obra gráfica y material de archivo, pero sobre todo amiga y compañera, ha sido un gran apoyo en la resolución final de este trabajo por su constante ánimo y por las experiencias y buen hacer que nos ha transmitido siempre. A ella queremos sumar el constante apoyo de Greta García Hernández, con la que llevamos compartiendo intensos momentos de nuestra vida, incluida la tesis doctoral, y que ha sido mi aliento para su conclusión final a pesar de los pesares. Quisiéramos extender nuestra gratitud a todos los compañeros del IVC+R CulturArts y, muy

especialmente, al departamento de conservación y restauración de obra gráfica y material de archivo.

El doctor Stefanos Kroustallis tuvo a bien enviarnos la bibliografía más difícil de encontrar y responder a todas las dudas que le planteamos sobre la historia de estas tintas, de las que es un gran conocedor.

Por último, quiero agradecer especialmente a Gonzalo y a mi familia el soporte que durante años han dado a mi trabajo y su apoyo incondicional en todos los proyectos que he acometido; y excusarme por tantas ausencias y desmanes, y por tener la cabeza siempre en el mismo sitio y no en ellos.



## **Capítulo 2**

---

# **ESTADO DE LA CUESTIÓN**



## 2.1. Las fuentes escritas

El presente trabajo pretende reunir noticias y conocimientos sobre las tintas de escritura utilizadas entre 1250 y 1600 en los archivos valencianos. A pesar de que la aportación fundamental proviene de la toma y análisis de casi un millar de muestras, sin el apoyo y revisión de las fuentes escritas esta investigación habría resultado incompleta. Gracias al estudio de las mismas podemos acceder a la realidad inmediata de la fabricación de estos compuestos y a la naturaleza de sus ingredientes que, como explicaremos más adelante, son fundamentalmente agallas de roble (fuente de ácido tánico), sulfato de hierro y goma arábiga, disueltos en agua o vino y sometidos a procesos de lo más variados para dar lugar finalmente a la tinta de escritura.

Hemos manejado dos tipos de fuentes: por un lado, las recetas casuales que aparecen apuntadas de manera marginal en manuscritos de archivo o en notas sueltas intercaladas entre documentos diversos, analizando en concreto aquellas de carácter inédito a las que hemos tenido acceso a lo largo de esta investigación; y, por otro, los tratados de diversa temática, recetarios, compilaciones enciclopédicas, *libros de secretos* y manuales de ortografía o *del arte de escribir*, así como cualquier obra que contuviera testimonios o referencias relevantes respecto al objeto de nuestra tesis, desde la Antigüedad hasta nuestros días.

### **2.1.1. Fuentes primarias**

Las recetas casuales se encuentran sobre todo en documentos administrativos de diversa naturaleza; eran anotaciones donde los mismos escribanos, por propia iniciativa, para su interés o para quienes les sucedieran, dejaban constancia de la técnica e ingredientes utilizados. También se han hallado intercaladas como piezas sueltas en libros de diversa temática y entre colecciones y legados de estudiosos. Dentro de este tipo de fuentes hemos querido destacar las recetas inéditas que varios archiveros y bibliotecarios nos han enviado, algunas circunscritas al ámbito valenciano y otras ajenas.

#### **a) Recetas manuscritas inéditas**

La recopilación de recetas manuscritas es una labor ardua y difícil: el hecho de que los notarios, ayudantes y otros escribanos anotaran sus procederes al final de los legajos o en hojas separadas es un acto casual, como también lo es su descubrimiento. Frente a otras fuentes, sabemos de la certeza de su uso, lo que las convierte en valiosos testimonios de primera mano que complementan nuestros análisis científicos sobre las tintas, ayudándonos a entender mejor el funcionamiento de las reacciones y ofreciéndonos pistas sobre la conservación de los materiales.

Son muchos los archiveros y compañeros de profesión que han colaborado en nuestra investigación proporcionándonos estas fuentes. No todas corresponden al ámbito geográfico de la Comunidad Valenciana, ni se ajustan exactamente al período que estudiamos, pero la evidente



similitud constatada entre las recetas peninsulares y la escasa evolución que experimentaron los procesos e ingredientes de las tintas metalógicas hasta caer en desuso permiten que su estudio resulte en cualquier caso oportuno y enriquecedor.

La Catedral de Valencia, y muy especialmente el canónigo archivero y codirector de esta tesis, Dr. Vicent Pons Alós, han facilitado enormemente el desarrollo de este trabajo y hemos podido descubrir entre sus fondos tres excelentes hallazgos. El primero es un pergamino manuscrito de pequeñas dimensiones encontrado en un baúl que perteneció a Roque Chabás, historiador y archivero de la Catedral que desarrolló su labor entre finales del siglo XIX y principios del XX; el documento se encontraba junto a otros pergaminos que por su mal estado de conservación no pudo catalogar en su momento. Se trata de una escueta receta de tinta que, según Pons, podría datar de finales del siglo XV a mediados del XVI (figura 2).

*Recepta per a tinta: primo dos onses de goma arabiga; segundo dos onses de caparos; postiuo dos onses de gales de Romania. Tot polvorisat e posat ab una anpolla ab tres lliures de vin blanch, y posat tres dies al sol, es bona tinta.*

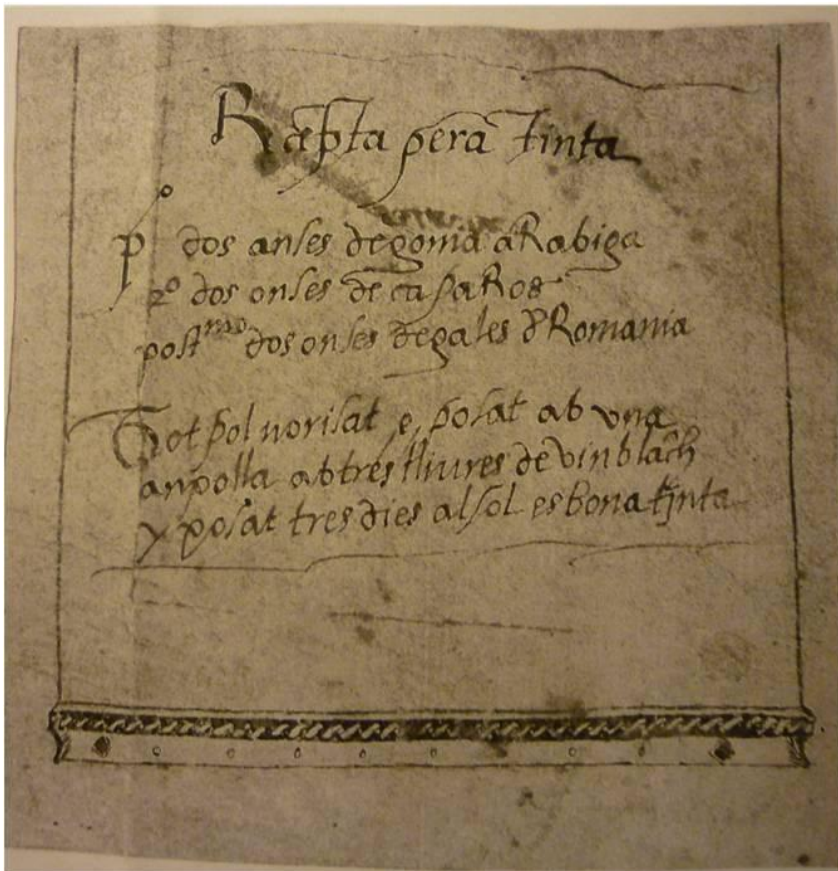


Figura 2: Receta en pergamino procedente del baúl de Roque Chabás. Archivo de la Catedral de Valencia.

Como podemos observar, se trata de una receta sencilla que se elabora con rapidez, reduciendo a polvo los componentes principales, disolviéndolos en vino y exponiéndolos al sol para facilitar su reacción y poder formar una buena tinta. El uso exclusivo del vino como solvente es una de las características de la elaboración de tinta en la Seo valentina como veremos más adelante.

En segundo lugar, el archivo Catedralicio conserva un ejemplar del libro impreso *Les Comptes-faits ou Le Tarif général de toutes les monnoyes*, de François de Barrême, editado en París en 1793 (figura 3), a cuya guarda delantera se adhirió con cola la siguiente nota manuscrita:

"Para 80 libras de agua. Receta para tinta  
7 libras Agallas negras aplomadas: 8 reales, 17 maravedíes, 59 reales. 4 libras Vitriolo de Inglaterra: 2 reales, 14 maravedíes, 10 reales. 4 libras Palo Campeche: 2 reales, 8 reales. 6 onzas Azúcar Piedra, 4 reales. 6 onzas Vitriolo de Chipre, 3 reales. 2 libras Goma Araviga, 20 reales.

105 reales de vellón

Primeramente, se machaca la agalla y se pone a hervir juntamente con el Palo Campeche, por espacio de una hora a fuego lento; después se saca, y se ponen los demás ingredientes, y se menean hasta que se desazen, y desechos dichos ingredientes, se colara la tinta un cedacito en cerda.

El escritor de esta receta dice que se haya de poner en botellas de bidrio, y bien tapadas, y en puesto fresco. Se advierte que después de hecha la dicha tinta se haya de poner 4 ó 6 basos de binagre bien fuerte para que no se florezca la tinta."

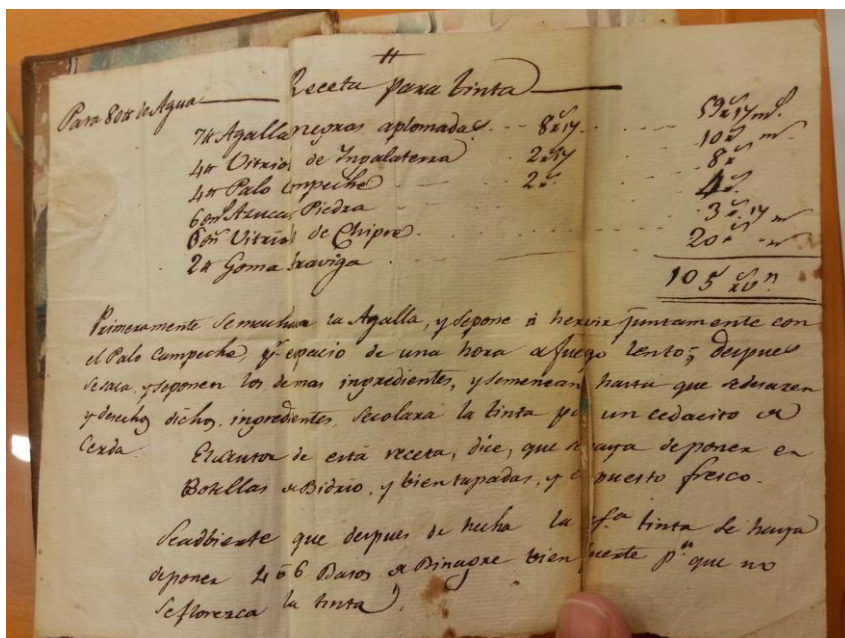


Figura 3: Receta manuscrita encontrada en el libro *Les Comptes-faits ou Le Tarif général de toutes les monnoyes*, de François de Barrême, editado en París en 1793 y conservado en la Catedral de Valencia.

Esta receta presenta varias peculiaridades en la elección de sus ingredientes. En primer lugar, y respecto a las fuentes tánicas, a las tradicionales agallas se añade el palo Campeche, en menor cantidad, que potencia la intensidad del negro. Por su parte, figuran como sales metálicas claramente diferenciadas el vitriolo de Inglaterra (sulfato de hierro) y el de Chipre (sulfato de cobre), lo que contrasta con una generalizada confusión entre la nomenclatura y la naturaleza de los elementos metálicos de recetas más antiguas, como veremos en el capítulo de los componentes. Entre los aditivos se menciona el azúcar, cuya adición era una práctica muy extendida en el siglo XVIII, lo que podría darnos una pista para su datación; en cuanto al vinagre -a menudo desaconsejado por

otros autores- resulta oportuno como antiséptico en esta tinta dado que contiene agua como único solvente, lo que propicia el desarrollo de microorganismos a temperatura ambiente.

Por último, dentro de las fuentes inéditas halladas en el archivo Catedralicio valenciano, hemos estimado de gran interés un legajo (figura 7) compuesto por siete cuadernos de gastos bajo el epígrafe de *Racions Comuns*, correspondiente al período 1701-1707<sup>2</sup>. Aunque no contiene recetas propiamente dichas, la información que ofrece respecto al gasto de "*paper, plomes, tinta, ports de cartes, y altres, que ans pagava la Administració de Racions Comuns suprimida...*", nos permite conocer con precisión los distintos tipos de materiales que adquiría la Catedral, sus precios, proveedores, cantidades, acercándonos tanto a los modos de hacer la tinta como a otro tipo de labores desarrolladas dentro del archivo. Al examinar las compras realizadas en estos años, podemos constatar cómo los archiveros y ayudantes de la Catedral elaboraban ellos mismos su propia tinta<sup>3</sup> -práctica común entre los escribanos contemporáneos y de siglos anteriores- y que se trataría de una fórmula sencilla compuesta de *caparrós* (sulfato ferroso), agallas y vino. Destaca el hecho de que en ninguno de los apuntes figure la compra de goma (ni arábica, ni de ningún otro

---

<sup>2</sup> Valencia, Archivo Catedral, legajo 2690; dentro de este documento hemos denominado a cada uno de los cuadernillos como C - C1: 1701-1702; C2: 1702-1703; C3: 1703-1704; C4: 1704-1705; C5: 1705-1706 y C6: 1706-1707.

<sup>3</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *En 28 de juny de 1703 pagui 6 lliures 4 sous 9 diners per lo recapte de la tinta, que se ha fet per al servici del Archiu, ço es: per 15 lliures de Caparros a 8 diners- 10 sous = per 15 lliures de Gala a 3 sous 9 diners = 2 lliures 16 sous, per 3 cant. de vi a 13 sous, 1 lliures 19 sous, per altres 2 cant. de vi per a añadir a 9 sous = 18 sous y per ½ quarta de Vi per a refrescar los tinters 1 sou 9 y tot... (C3, f. 5r).*

tipo) que, de haberse usado en la preparación, sin duda habría quedado registrada. Resulta extraño que una tinta sin este elemento de cohesión y aglutinante se considerara apta para escribir<sup>4</sup>, pues si algo caracteriza a las tintas metalogálicas es la pervivencia a lo largo de los siglos de la combinación taninos/sal metálica/goma, junto con una serie de solventes y aditivos que sí experimentan mayor variedad. La goma figura de manera habitual, casi imprescindible, tanto en la colección de recetas de la Corona de Aragón que recopiló Antonio Mut (Calafell 1994),<sup>5</sup> como en las castellanas recogidas por Ricardo Córdoba y María Teresa Criado (Córdoba de la Llave 2011) como en las valencianas que hemos recuperado. Únicamente en manuales de escritura de finales del siglo XVII e inicios del siglo XVIII se admite la posibilidad, en circunstancias concretas, de elaborar una tinta de escritura válida sin este ingrediente<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Sobre la presencia de la goma arábiga en la tinta y sus efectos en la conservación de la misma ver: Remaizelles, C., V. Rouchon-Quillet, J. Bernard, T. Calligaro, J.C. Dran, L. Pichon, J. Salomon, and M. Eveno. 2005. "Influence of gum arabic on iron-gall ink Corrosion. Part II: Observation and elemental analysis of originals." *Restaurator* 26:118-133.

<sup>5</sup> También Mut Calafell, A Mut. 1989. "Nuevas aportaciones sobre la tinta en Mallorca." *Mayurqa* 22:849-864, Calafell, Antonio Mut. 2005. "Fórmules espanyoles de tinta cal·ligràfica de color groc (Segles XVI-XIX)." *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana: Revista d'estudis històrics*:143-162, Mut Calafell, A. 1992. "Fórmulas españolas de la tinta caligráfica negra de los siglos XIII a XIX y otras relacionadas con la tinta." *El papel y las tintas en la transmisión de la información. I Jornadas archivísticas. Huelva*:103-183, Mut Calafell, A. 1986. "Recetas mallorquinas de tinta y de goma glasa, de los siglos Xv al XVIII." in *Homenaje a D. Jesús García Pastor, bibliotecario*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura, Direcció General de Cultura.

<sup>6</sup> Mut hace referencia al texto de Gabriel Fernández Patiño de 1753 en el que indica que en las tintas para niños no hay necesidad de usar goma; por lo tanto, era posible realizar una tinta de escritura aceptable sin este componente, al menos a finales del siglo XVII y en el siglo XVIII. De hecho,

En cuanto al solvente, que en las tintas metalogálicas solía consistir en agua o vino, pero también vinagre<sup>7</sup> e incluso cerveza, observamos que en la Catedral siempre se compra vino<sup>8</sup>, sin especificar si es blanco o tinto, pero distinguiendo entre tres categorías o calidades dependiendo de su finalidad. El que se adquiere como solvente propiamente, para interactuar con las agallas y el *caparrós*, tiene un precio por lo general más elevado que el vino que se compra para añadir a la tinta<sup>9</sup> ya elaborada o el que se utiliza para “refrescar” los

---

Lorenzo Ortiz en su obra de 1696 *El Maestro de escribir* cita hasta tres tipos de tinta en las que no se utiliza la goma; especifica también que se usa para llevar consigo en ocasión de navegación o de largo camino. El mismo autor simula este interesante diálogo:

"Discípulo: paréceme que os avéis olvidado de un requisito muy necesario para la buena tinta, que es la goma.

Maestro: no ha sido olvido, sino por no tenerle por ingrediente necesario, mayormente si es verano y si se le han echado las cáscaras de granadas que dixe. Pero sí con la experiencia se reconociese que necesita la tinta de algún poco más de y esto, se le podrá echar la dicha cantidad tanta goma fina como dos avellanas."

De este pequeño fragmento se puede extraer que el uso de la goma puede venir determinado por la época del año, por el cuerpo que se le quiera dar a la tinta y por la posibilidad de reemplazarla por otros materiales como las cortezas de granada.

<sup>7</sup> Al Abbady ya nos da noticia de varias tintas de los siglos X y XI, según el recetario *Umdat al-kuttāb*, en las que el uso del vinagre resulta esencial en la elaboración de la tinta.

<sup>8</sup> El alcohol facilita la extracción de los taninos y su conversión en ácido gálico; además, la tinta seca antes y no se forman microorganismos.

<sup>9</sup> Puede ser que en época estival, como apunta MUT (1992), la tinta preparada con vino espesara.

Valencia, A.C.V., Legajo 2690:

*Q he pagat per 1 canter 1/2 de vi per a añadir als materials de la tinta, y per a refrescar los tinters del Archiu, 11 sous 11 diners (C1,f.5v).*

*Q he pagat per tres canters de Vi, y demes materials de Boletes de Gales, y Caparros, per a la tinta que se ha de fer per a servici de Archiu, 4 lliures 3 sous 9 diners (C1,f.6r).*

tinteros<sup>10</sup>. La adición de vino a los posos de tinta para hacerla crecer nos da idea de cómo los escribanos de la Catedral aprovechaban el material, práctica habitual en otros archivos. El concepto de refrescar los tinteros supone un asunto que dejamos abierto por desconocer su significado preciso; podría referirse a la limpieza de los mismos, a tenor del contexto en que vuelve a aparecer dicho término en el mismo documento<sup>11</sup>; en cualquier caso se utilizaba para ello el vino más barato<sup>12</sup> y, supuestamente, de peor calidad (ver tabla 1). Con la misma finalidad de “refrescar los tinters del Archiu”<sup>13</sup>, se registran, en los años 1703 y 1704, dos compras excepcionales de “Aigua de Mirto”<sup>14</sup> de Mallorca cuyo precio llama la atención al suponer un coste bastante superior al del vino que se utilizaba normalmente para este mismo fin. Todavía en uso en Mallorca, donde pervive su elaboración artesanal, este destilado es un

---

*Q 10 sous 6 diners que he pagat per una canter, y una quarta de Vi per a añadir a la tinta que se ha fet per a el servici del Archiu (C2,f.7v).*

*...he pagat per un canter de vi per añadir a la tinta per a servici del Archiu, 9 sous (C4, f 5r)*

<sup>10</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690:

*P. vi per a refrescar los tinters del archiu, 1 sou 11 diners (C1,f.5r).*

*He pagat per micha quarta de vi per a refrescar los tinters del Archiu, 1 sou 9 diners (C1,f.6r).*

*En 25 de dits pagui per micha quarta de vi per a refrescar els tinters del Archiu, y port 1 sou 9 diners (C1,f.6r).*

*Que per una ampolla encordada per a portar vi per a refrescar dits tinters del Archiu, 2 sous 6 diners (C4, f.5v).*

*Que per micha quarta de vi per a refrescar dits tinters del Archiu, 1sous 9 diners (C4, f.5v).*

<sup>11</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *Destonar lo archiu. Als fadrins que llevaren les estores del Archiu y de la librería per a refrescar (C3, f. 5r).*

<sup>12</sup> Excepto alguna ocasión en la que se pagan 14 sueldos.

<sup>13</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690 (C2, f 7v).

*Q he pagat per un frasco de Aigua de Mirto de Mallorca per a refrescar los tinters del Archiu 2 lliures 6 sous y tot... (C3, f 6r).*

<sup>14</sup> Mirto o arrayán.



remedio utilizado desde la época andalusí con fines farmacológicos y cosméticos<sup>15</sup>, por sus propiedades antisépticas y desodorizantes, lo cual apoyaría la idea de su empleo para limpieza de los tinteros o para que no se deteriorara la tinta, o incluso para perfumarla. No hemos podido encontrar mención alguna de este producto en otros archivos Catedralicios y municipales, pero sí en cambio en un recetario islámico del siglo XIII, aunque no como destilado sino incluyendo tal cual las hojas cocidas de mirto o arrayán como un ingrediente más de la tinta. Al reproducir la receta en cuestión conforme a sus instrucciones, hemos podido comprobar la capacidad de esta planta para potenciar los taninos<sup>16</sup> hidrolizados de las agallas y oscurecer el líquido (figuras 4, 5 y 6), lo que aporta un dato de interés pero poco concluyente respecto a su uso en la escribanía de la Catedral.

Tabla 1.: Relación de los precios del vino adquirido por el Archivo de la Catedral entre 1701 y 1707.

	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>
Para hacer la tinta	11 <i>canTERS i mig</i>	5 – 13 sous
Para añadir a la tinta	3 <i>canTERS i un quart</i>	11 – 9 sous
Para refrescar los tinteros	3 <i>mig quarts</i>	4 – 14 sous

<sup>15</sup> Arvide Cambra, Luisa María. 2001. "Un ejemplo de medicina práctica en al-Andalus: el Tratado XIX del Kitab al-tasrif de Abu-I-Qasim al-Zahrawi (c. 936-c. 1013)." *Dynamis: Acta Hispanica ad Medicinæ Scientiarumque Historiam Illustrandam*:73-91.

<sup>16</sup> Dioscórides, en *De Materia Medica*, ya conocía sus propiedades tintóreas para el cabello.



Figura 4: Cocción de las hojas de mirto.



Figura 5: Adición de unas hojas de mirto cocidas a las agallas en maceración.



Figura 6: a) maceración de las agallas en agua según la receta número 12 de la tabla, perteneciente a *Tuhaf al-jawāss* de al-Qalālūsī, con una bolsa en suspensión.

b) cambio de color que se produce en la maceración de las agallas al añadir las hojas de mirto cocidas.

En la siguiente tabla (tabla 2) presentamos los ingredientes utilizados en las tintas de la Catedral de Valencia a partir de los registros estudiados, con las cantidades adquiridas y su coste. Destaca el hecho inusual, ya señalado, de la ausencia de goma arábiga, así como la total compensación entre las proporciones de los ingredientes principales -agallas y sulfato de hierro-, circunstancia que facilita la conservación de la tinta tal como han demostrado recientes estudios (Kolar 2003; Sistach 2011b).

Tabla 2: Relación de precios de los materiales para elaborar tinta adquiridos por el Archivo de la Catedral entre 1701 y 1707.

<b>vino</b>	<b>agallas<sup>17</sup></b>		<b>caparros</b>			
<i>3 canters</i>	<i>13 sous</i>	<i>15 lliures</i>	<i>3 sous</i>	<i>9</i>	<i>15 lliures</i>	<i>8 diners<sup>18</sup></i>
<i>1 canter</i>	<i>12 sous</i>	<i>4 liures</i>	<i>3 sous</i>	<i>9</i>	<i>4 lliures</i>	<i>11 diners<sup>19</sup></i>
<i>1 canter</i>	<i>11 sous</i>	<i>5 lliures</i>	<i>3 sous</i>	<i>9 diners</i>	<i>5 lliures</i>	<i>4 diners<sup>20</sup></i>
<i>1 canter</i>	<i>9 sous</i>	<i>5 lliures</i>	<i>4 sous</i>	<i>5 lliures</i>	<i>5 lliures</i>	<i>4 diners<sup>21</sup></i>
<i>1 canter</i>	<i>5 sous</i>	<i>2 lliures</i>	<i>4 sous</i>	<i>2 lliures</i>	<i>2 lliures</i>	<i>5 diners<sup>22</sup></i>
<i>1 canter y mig</i>	<i>8 sous</i>	<i>6 lliures</i>	<i>4 sous</i>	<i>6</i>	<i>6 lliures</i>	<i>5 diners<sup>23</sup></i>

<sup>17</sup> Las valencianas debían de ser buena calidad; Juan de Izár las recomienda expresamente en 1548 en su *Recopilación subtilissima*, Zaragoza, p. 18.

<sup>18</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *En 28 de juny de 1703 pagui 6 lliures 4sous 9 diners per lo recapte de la tinta, que se ha fet per al servici del Archiu, ço es: per 15 lliures de Caparros a 8 diners - 10 sous = per 15 lliures de Gala a 3 sous 9 diners = 2 lliures 16 sous, per 3 cant. De vi a 13 sous, 1 lliura 19 sous, per altres 2 cant. De vi per a añadir a 9 sous = 18 sous y per ½ quarta de Vi per a refrescar los tinters 1 sou 9* (C3, f. 5r).

<sup>19</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *Q per la tinta que se ha de fer per a servici del Archiu, ço es: un canter de vi 12 sous, 4 lliures de gala 15 sous y 4 lliures de caparros 2 sous 20 y tot 1L 9s 10d* (C4, f. 5v).

<sup>20</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *En 11 de juliol 1705 pagui per un canter de vi per a tinta, al Archiu 11 sous y micha quarta de vi per a refrescar los tinters 1 sou 9 diners. 5 lliures de Gales a rao de 3 sous 9 diners la lliura, 18 sous 9 y 5 lliures de caparros a rao de 4 diners la lliura, 1 sou 8 diners, y tot 11 lliures 5 sous* (C5, f.6r).

<sup>21</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *A 24 de abril 1706 pagui per un canter de vi per a fer tinta, per a el Archiu 9 sous per 5 lliures de gala a rao de 4 sous la lliura 1 lliura, y per 5 lliures de caparros a rao de 4 diners la lliura 1 sou 8 diners y tot 1 lliura 20 sous 8 diners* (C5, f.6r).

<sup>22</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *En 8 de juliol 1706 pagui 13 sous 10 diners per lo recapte per a tinta al Archiu, ço es, 1 canter de vi 5 sous lliures de gala 8 sous, 2 lliures de Caparros 10 diners, 13 sous 10 diners* (C6, f.6r).

<sup>23</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *En abril 1707 pagui 2 lliures 1 sous 6 diners per lo recapte per a tinta al Archiu, ço es per canter y mig de vi 12 sous, per 6 lliures de gala a rao de 4 sous 6 diners la lliura, 1 lliura 5 sous, y per 6 lliures de caparros a rao de 5 diners la lliura 2 sous 6 diners y tot 2 lliures 1 sou 6 diners* (C6, f.6r).

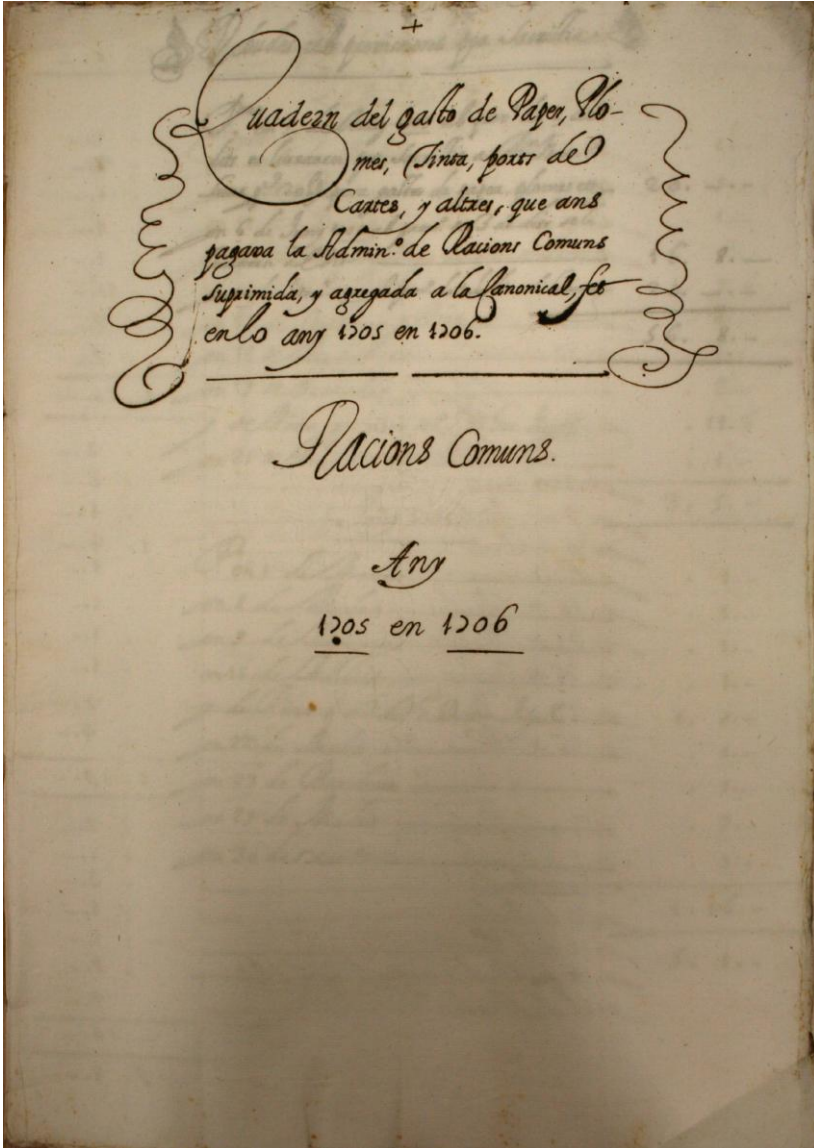


Figura 7: Detalle de la portada del quinto cuadernillo del Legajo 2690 del Archivo de la Catedral Metropolitana de Valencia.

El Archivo Municipal de Onteniente ha sido otro gran aliado en nuestra tarea al cedernos hace unos años una receta encontrada por D. Antonio Castelló Candela en un *baldufari* o índice anual de protocolos notariales. Data de principios del siglo XVII y pertenece al notario Bartolomé Mayques. (figura 8)<sup>24</sup>:

*Primo, 4 liures vi blanch, o, aigua de la pluga, posar-la en una olla, o, ampolla, y picar-i 4 onses de gales romanes a troços y també 6 onses vidriol romaní y ben picat y també tant alum com una nou picat, 2 onses de goma aràbiga picada, possar-o tot dins dita olla, o, ampolla y dos cullerades de mel de romer que sien fins dos onçes , y remernar-o cada dia tres voltes ab un bastonet de figuera vert p(er) temps de nou dies, y al cap dels nou dies en la mateixa olla, ab los dits materials, coure tot fins tant vulla scaltar lo bull, y après dexar-o en la matexa olla descubert tres dies, y après colar-o ab un drap claret y serà bona tinta. Y és esta tinta de la qu.escrihu Bertomeu Maiques conforme la dita recepta.*

---

<sup>24</sup> Transcrita por Antonio Castelló Candela.

I

recepta per fer tinta

Primo 4 liures vi blancs, o, aigua delaploga, posarla  
 en una olla, o, ampolla, y picari 4 onses regals romans atros  
 y tambe 6 onses vidius romans y ben picar y tambe tan  
 alum com vna nou picar, 2 onses de goma arabiga picada  
 posars tor dins dita olla, o, ampolla y totu lla de reme de  
 romer que sien fins endos onses y remenars cada dia tres setes  
 ab un baltoner de figueravent y sempre deuouir al cap del  
 nou dia en la mateixa olla, ab tot dita material conuertit  
 fins tan vuller selatarlo bull, y apres de parat en la mateixa  
 olla descubert tres dies, y apres colar ab vna rag clara y ser  
 bonatinta.

---

Y esta tinta dela que scriuher bertomeu Marques  
 conformeladita recepta

---

Noni cosme Epimeno balle delapresent vila de boayum en pny  
 de octubre M de pny. y esta per balle gabriel Epimeno fill  
 Joseph fene notf noni diuenos <sup>en lant</sup> a 15 de octubre 1622

Figura 8: Receta del baldufari de Bartholomé Mayques, 1613-48, s.f. Arxiu Municipal d'Ontinyent.

Esta receta describe un prolijo y dilatado proceso de elaboración, insistiendo en la calidad de los ingredientes básicos, ya que tanto las agallas como el vitriolo recomienda

que sean *romanes*, que eran de las más apreciadas. Da a elegir el solvente, que puede ser vino blanco o agua de lluvia, y destaca por la inclusión de varios aditivos: alumbre para la perdurabilidad del producto y miel de romero para una mayor cohesión y quizá mejor olor; el palo de higuera con que se remueve la mezcla va desprendiendo látex, dotando a la tinta de mayor brillo y mejorando su poder de adhesión.

La ciudad de Elche conserva un magnífico archivo a disposición de los investigadores. Además de obtener de él numerosas muestras para los análisis fisicoquímicos para nuestra investigación, la archivera Carmina Verdú tuvo a bien facilitarnos una receta hallada por el Dr. Ramón Baldaquí hasta ese momento inédita. La doctoranda hizo pública esta receta en el *I Congreso Internacional: el soporte escriptorio en la Edad Media. El protagonismo de la Villa de Xàtiva*, celebrado en Valencia en mayo de 2011 y más recientemente el Dr. Baldaquí publicó un estudio sobre ella (Baldaquí Escandell 2013). Procede de un protocolo notarial de José Mazón, fechado en 1682<sup>25</sup>.

"Resepta para aser tinta fina  
Thomará una asumbre de vino/ blanco y lo  
pondrás en una olla/ nueva, y luego le echaras ço-  
/bre el vino quatro onsas de/ agallas, finas, medio  
quebarantadas/ (no echas polvos) y lo pondrás/  
todo al sol quatro dias de verano,/ y si es invierno,  
seis días. Al cabo/ de ellos se le echara tres onsas  
de alcaparros limpio, y molido. Y se estara así  
otros tres días. Al cabo de ellos, se le echará a

---

<sup>25</sup> Signatura SHPN 322, 1682, fol. 152r y v.



todo onsa y media de goma ha-/rabiga molida y limpia, y/ estara dos días, y despues se co-/lara, poniéndola en la vasi-ja o rredoma que a de estar./ Y si en las eses, o materiales que/ quedan echaren otro asumbre de vino y lo menearen/ de quando en quando, tendrán/ también buena tinta. Advertase que desde que se co-/ mienza a hazer dicha tinta,/ se ha de menear tres o quatro, ve-/ses cada dia con un palito de yg[u]era, y esta es notable sircus-/ tansia para que no se merase. Y si se quisiese aser mucha/ tinta, se doblarán las canti-/ dades de los ingredientes.

Ego Genesius Mazon, notarius publicus ville Elicitana receptor sig (signo notarial) navi Gines Mazon, notario de la villa de Elche signo suo."

Esta receta ofrece dos aspectos de interés: la justificación de remover la mezcla con palo de higuera -para que no quede aguada- y por otro la apostilla sobre la adición de vino a las heces sobrantes para obtener nueva tinta.

Óscar Lilao, jefe de fondo antiguo de la Biblioteca General de la Universidad de Salamanca, también contribuyó a nuestra investigación con dos notables muestras de recetas inéditas. Una de ellas, procedente del Manuscrito 672 (1698) dice así:

"Para hacer tinta buena  
En dos ollas una azumbre de vino blanco. Y en una olla, se echan seis onzas de agallas partidas. En la otra quatro de caparrosa. En una taza dos + onzas de goma molida en vino blanco. Esto se esta seis ó ocho días en infusion. La goma menearla con el

dedo hasta se deshaga: y luego las agallas, y la caparrosa con un palo de higuera menearlo. Pasados ocho días, ó diez, juntarlo todo, y menearlo, etc.

+ No eches tanta goma, si no es que sea para libros de coro."

La segunda es más tardía (1801 aprox.) y se conserva en el manuscrito 1652, fol. 234r:

"Receta para hacer tinta. 2 q<sup>ttos</sup> de vino blanco, se le hechan una onza de agalla, ½ id. de cascara de granada, ½ id. de caparrosa, ½ id. de goma"

Ambas son muy similares y utilizan los ingredientes básicos. Destaca la segunda, bastante tardía, por incorporar como fuente de brillo y de taninos la corteza de granada, presente desde siglos atrás en recetas islámicas y peninsulares.

Recientemente, el historiador y documentalista Fernando Betancor nos ha proporcionado una receta de ca. 1760 (figura 9) encontrada en un documento escrito por Isidoro Romero Ceballos, regidor de Gran Canaria en la época. Hoy en día forma parte de la Colección Documental Gregorio Chil y Naranjo conservada en el Archivo de El Museo Canario (ES 35001 AMC/GCh 1594):

### "Receta para hacer tinta

A un quartillo y tres cuartas de agua de poso una cuarta de agalla de levante, ésta se machaca sin molerla y se echa en infusión con dos onzas de palo morado bien machacado, y a las beinte y quatro horas se pone a fuego lento por dos horas, y se cepara y echa dentro de una onza de alcaparrosa y se prueba y si necesita más se le echa, y una o dos onzas de goma y se cuele por un paño claro sin violentarlo dejándola estilar dicha tinta; a las eses que quedaren en el paño se les puede volber a echar agua para sacar un segundo pie de tinta que, sin embargo de que no será como la del primero, tampoco será despreciable para servirse de ella.

Isidoro Romero"

Receta p.<sup>a</sup> hacer tinta

A un quartillo, y tres q.<sup>tas</sup> de agua de peso una  
 quarta de agalla de levante, Esta se macha-  
 ca sin molesta y se echa en infucion con dos  
 onzas de palo moxado bien machacado, y  
 alas veinte y quatro horas se ~~echa~~ <sup>pone</sup>  
 fucion a fuego lento p.<sup>t</sup> dos horas, y se cepa-  
 xa y echa dentro una onza de alcaparroza  
 y se prueba y si necesita mas se le echa, y una  
 o dos onzas de goma y se cuele p.<sup>t</sup> un paño  
 claro sin violentarlo deandola estela otra  
 tinta; ahos esos q.<sup>e</sup> quedaren en el paño se les  
 puede volber a echar agua p.<sup>a</sup> sacar un seg.<sup>do</sup>  
 de tinta q.<sup>e</sup> sin envargo de q.<sup>e</sup> no sera como la  
 del pximero, tampoco sera despreciable p.<sup>t</sup>  
 ser visto de ella. *Isidoro Romero*

El dia 30 de Dic. de 1782 Embarque en  
 un navio Beneciano q.<sup>e</sup> iba p.<sup>a</sup> Cadiz y salio  
 el dia 2 de Enero de 1783 sin lo sacar. El fu-  
 dio con fanega y media cada una cada

Figura 9: Receta de 1594, procedente de un documento escrito por Isidoro Romero Ceballos que forma parte de la Colección Documental Gregorio Chil y Naranjo conservada en el Archivo de El Museo Canario.

El restaurador del equipo de la Biblioteca Nacional de España, Arsenio Sánchez Hernampérez, puso a nuestra disposición dos recetas inéditas que descubrió en el transcurso de su labor de intervención en manuscritos. Una de ellas procede del Mss/7866 de Luis Álvarez: *Grandezas, antigüedades y nobleza del Barco de Ávila y su origen*, del siglo XVII:

“Receta especial para hazer tinta

Una onza de agalla fina cascada. Media onza de Alcaparrosa mui bien molida. Una quarta de Azúcar Candé bien molida. Dos adarmes de Goma Arabiga mui bien molida. Se echa todo en un quartillo de Agua, se le da una hora al sol i basta”

Esta fórmula, sencilla y de rápida elaboración, sigue las directrices más comunes de las formulaciones de este período; destaca la ausencia de aditivos para prevenir el desarrollo de microorganismos, debida probablemente a que el período de exposición al sol es limitado.

La segunda receta procedente de la Biblioteca Nacional (R/39006), se encuentra manuscrita sobre la guarda de la tapa delantera del libro de Antonio de Guadalupe Ramírez, impreso en Ciudad de Pachuca (México) en 1785, titulado *Breve compendio de todo lo que debe saber, y entender el christiano, para poder lograr, ver, conocer, y gozar de Dios nuestro Señor en el cielo eternamente dispuesto en lengua othomi, y construido literalmente en la lengua castellana por el P. Fr. Antonio de Guadalupe Ramírez...de N.P.S. Francisco de la Ciudad de Pachuca*; y dice así:

“Receta de tinta negra para escribir

A quatro onzas de Huisachi bien quebrantado, y sin pepitas, se hecha en un cuartillo de vinagre en infucion por un día, y luego se le echan dos quartillos de agua clara, á mas de esto una onza de brasil bien mayado, dos onzas de alcaparroza y una onza de goma arabiga. Todo se pone en infucion por un dia, y al otro se queda con limpieza. Hecha todo esto se guarda en botella, ó frasco de vidrio vien tapado, y siempre que se saca tinta se le echará igual cantidad de agua clara quebrantada para que no falte”.

La fuente de taninos de esta receta resulta muy interesante, ya que las agallas de roble se sustituyen por otra especie vegetal propia de la zona de México como el cuisache. Queda un amplio camino en el estudio de los taninos utilizados en la América colonial: dado que la elaboración de tinta era una acto cotidiano y necesario, es probable que entre sus ingredientes naturales se acabaran imponiendo aquellos de origen local, de fácil extracción y precio asequible, como el cuisache, el palo de Brasil o el palo Pernambuco. A este respecto, la doctoranda hizo una incursión en el estudio de tintas procedentes del Archivo Nacional de Ecuador en su Tesis de Máster<sup>26</sup>.

---

<sup>26</sup> *Las tintas de escritura en el Archivo Nacional de Ecuador (1538-1712): caracterización de sus componentes y estudio de su estado de conservación.* Tesis de Máster de Diagnóstico del estado de conservación del patrimonio histórico, Universidad Pablo de Olavide. Dirigida por los doctores David Juanes Barber y Miguel Gamón Vila, y defendida en Sevilla en septiembre de 2014.

Javier Sánchez Portas, director del Arxiu Històric de la Comunitat Valenciana, nos remitió una fórmula aparecida como nota suelta dentro del volumen de diciembre del *Libro del Año Christiano* del padre Croiset de 1791, impreso en Madrid, en el taller de Benito Cano y conservado en una biblioteca particular de Orihuela. El texto dice:

" 7 libras de agua

8 onzas de agallas

Se machacan estas con un almires, se ponen a hervir con la cantidad dicha, á un fuego regular como unas dos horas; enseguida se le ponen tres onzas de caparros y dos onzas de goma arabiga y luego se le añade una buena chorrada de buen vinagre para que no se floresca la tinta: esta se cuela ó se saca de la olla por decantacion y en el residuo de las drogas se añade un poco caparros y un poco de goma, se pone de nuevo a la lumbre y sale otra tinta que aunque no es como la anterior es bastante buena y añadiendo una chorrada de vinagre se pone aparte de la anterior."

En el Archivo Municipal de Segorbe se encontraron varias recetas de tinta entre el legado particular de documentos de José Perpiñán Artíguez<sup>27</sup>, maestro de capilla de la Catedral nacido hacia 1863. Su actual sucesor y responsable del archivo municipal, Rafael Simó, nos comunicó el descubrimiento y nos cedió las recetas para este estudio. Se trata de cinco fórmulas de tinta negra que reproducimos a continuación, más otras tantas de tinta encarnada, verde y

---

<sup>27</sup> Donados por Antonio López Marín y M<sup>a</sup> Antonia García Navarro.

dorada (figuras 10, 11, 12 y 13), datadas probablemente a finales del siglo XIX o principios del XX.

"Recetas para tinta

Negra

Agua de lluvia.....	2 cuartillos
Agallas de alepo.....	8 onzas
Caparrosa.....	4
Goma arabiga.....	2
Azucar Piedra.....	2
Azul de Prusia.....	1 ½

Todos los ingredientes bien molidos ó triturados, se colocan en una botella; se cubren de vinagre fuerte; se agitan a menudo durante cuatro días; se les pone luego dos cuartillos de agua de lluvia; se agita todo repetidas veces, dos o tres días; y al cuarto puede usarse.

Otra

Agalla fina.....	6 onzas
Caparrosa.....	3
Azucar cande.....	1
Goma arabiga.....	1
Vitriolo de Chipre.....	½

Pongase todo bien molido, excepto la goma, en una olla nueva vidriada, con cuatro ó cinco cuartillos de agua llobida, á los seis días se le añade la goma y á los diez ó doce se puede usar. Todos los dias se remuebe con una espatula y para que no se enmohezca se le echan unos clavillos de especia; á medida que se saca tinta de la vasija puede echarsele agua, hasta conocer que los ingredientes estan desustanciados.



En polvo o seca

Goma arabiga.....8 onzas

Agallas.....5 ½

Sulfato de hierro.....4

Palo campeche.....2 ½

Sulfato de cobre.....½

Se machacan estas sustancias luego de bien pulverizadas, de manera que tomando una corta porción de la mezcla, y añadiendo un poco de agua pueda obtenerse al momento una muy buena tinta.

Receta para tinta

Agalla.....cuatro onzas

Caparrós.....onza y media

Azúcar piedra.....onza y media

Goma arabiga.....una onza

Picados estos ingredientes sin pulverizar se les cubre de vinagre durante dos días en que se remueven varias veces. Después se añade una media de agua; se agita todo dos o tres veces al día durante otros dos y queda hecha la tinta.

Receta para tinta

4. onzas de agallas finas (se pican)

2. id- de caparros

2. id- goma arabiga

1½ una y media Azúcar piedra

4. vasos grandes de agua

En un puchero nuevo se hierve por media hora."

Recetas para tinta.

Negra.

Agua de lluvia...	2	cuartillos
Agallas de alepo...	8	onzas
Caparrosa	4	
Goma arabiga	2	
Bruca piedra	2	
Bruca de Prusia	1 1/2	

Todos los ingredientes bien molidos o triturados, se colocan en una botella; se cubren de vinagre fuerte; se agitan a menudo durante cuatro dias; se le pone luego los dos cuartillos de agua de lluvia; se agita todo repetidas veces, dos o tres dias; y al cuarto puede usarse.

Otra

Agalla fina	6	onzas
Caparrosa	5	
Bruca candi	1	
Goma arabiga	1	
Utrulo de Chipre	1/2	

Figura 10: Receta procedente del legado de José Perpiñán. Archivo Municipal de Segorbe.

Póngase todo bien molido, excepto la goma, en una olla nueva vidriada, con cuatro ó cinco cuartillos de agua llorizada, á los seis días se le añade la goma, y á los diez ó doce se puede usar. Todos los días se remueve con una espátula, y para que no se enmohezca se le echan unos clavillos de especia; á medida que se vaca tinta de la vasija puede cobarsela agua, hasta conocer que los ingredientes están desecados.

Encarnada

Palo Serranambuco	1 onza
Agua llorizada	22
Alumbre	6

Reducido el líquido á ocho onzas, se cuece y se le añade media onza de goma arabiga en polvo; cobandose para que no se enmohezca, en polvo.

Verde

Lumo de ruda, cardenillo y arafan, todo bien molido se mezcla con agua de goma.

Dorada

Propimiente	1 onza
Piedra cristal	1

Todo finamente molido, se ponen los polvos en cen, ó á seis alarar de huevos bien batidos, hasta que queden como agua.

En polvo c. r. c.

Goma arabiga.	8 onzas
Agallas	5 1/2
Sulfato de hierro	4
Palo campeche	2 1/2
Sulfato de cobre	4

Se mezclan estas sustancias luego de bien pulverizadas, de manera que tomando una corta porcion de la mezcla, y añadiendo un poco de agua, pueda obtenerse al momento una muy buena tinta.




Figura 11: Receta procedente del legado de José Perpiñán. Archivo Municipal de Segorbe.

Receta para tincta

Stogolla - - - - - Cuatro onzas  
Caparro - - - - - Onza y media  
Azucar piedra - - - Onza y media  
Goma arabiga - - - Una onza

Preparar estas ingredientes sin pulverizar se les cubre de vinagre durante dos dias en que se remueven varias veces. Despues se añade una media de agua; se agita todo dos o tres veces al dia durante otros dos y queda hecha la tincta.

Figura 12: Receta procedente del legado de José Perpiñán. Archivo Municipal de Segorbe.

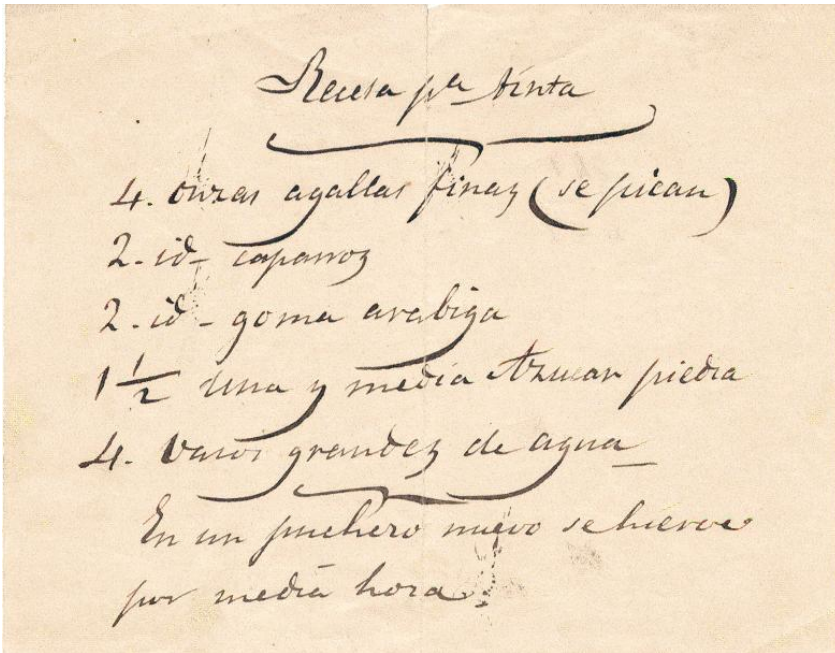


Figura 13: Receta procedente del legado de José Perpiñán. Archivo Municipal de Segorbe.

Una vez más constatamos cómo en formulaciones tardías perviven inalterables los mismos ingredientes fundamentales que ya se usaban desde al menos el siglo XII, incluso en cuanto a su procedencia -agallas de Alepo o vitriolo de Chipre-. Junto a aditivos tradicionales como el vinagre o el azúcar observamos otros más sofisticados y modernos como el azul de Prusia, para matizar el negro, o el palo Campeche, de origen americano, para potenciar los taninos de las agallas. Este último elemento aparece en concreto en una receta para hacer tinta en polvo, que se utilizaría en los desplazamientos del maestro de capilla o por su fácil almacenamiento. Otro rasgo de formulaciones más modernas que podemos detectar es la inequívoca identificación de sus compuestos metálicos,

distinguiendo entre sulfato de hierro y sulfato de cobre, tal como hemos visto también en la segunda receta de la Catedral. Esto supone un avance respecto a denominaciones más confusas como *vitriolo* y *caparrós*, cuestión que analizaremos con más detalle en el capítulo dedicado a los componentes.

Todas estas recetas han sido incluidas en una tabla que presentamos en los anexos (tabla A.1) junto con otras que hemos podido recopilar de textos impresos, sobre todo manuales de ortografía y del arte de escribir, y trabajos de otros investigadores de las tintas de escritura. Con todo este material hemos elaborado un estudio de la evolución de la fabricación de la tinta en la Península, la procedencia de sus componentes, la selección de los mismos y otros aspectos que comentaremos en el apartado 4.2. Recetas y fórmulas de fabricación.

## 2.1.2. Fuentes secundarias:

### a) Recetarios, libros de secretos y tratados

Presentamos un breve estado de la cuestión sobre aquellas fuentes que desde el siglo VIII a.C. hasta la actualidad hacen referencia a la combinación de taninos y sulfatos metálicos como fundamento de las tintas metalogálicas.

Las propiedades, tintóreas y farmacológicas<sup>28</sup> de esta combinación, así como su idoneidad para obtener de ella tinta de escritura se conocen desde antiguo; sus ingredientes y técnicas de elaboración se han transmitido a lo largo de los siglos a través de distintos vehículos: recetarios de diversa índole, notas ocasionales, tratados médicos y botánicos, compilaciones enciclopédicas y libros de secretos cuyo contenido va trascendiendo hasta la época moderna e incluso contemporánea mediante compendios, tratados de ortografía y tratados del arte de escribir. La mayoría de estas fórmulas fueron recopiladas en época del Imperio Romano, sobrevivieron en el Imperio Romano de Oriente, y fueron transcritas tanto por los estudiosos de la Europa Medieval como por la emergente cultura islámica. Esta tradición compiladora se fue perpetuando a lo largo de los siglos sin mayores aportaciones, de manera que los procesos e

---

<sup>28</sup> El *Physika Kai Mystika* atribuido a Demócrito (100-200 a.C.) es quizá el primer texto alquímico y parte de este tratado es antecesor de los pergaminos de Leyden y de Estocolmo. En él, las escorias y deshechos del hierro son utilizados como ingredientes para el tinte. Clarke en Cordoba, R. 2014. *Craft Treatises and Handbooks: The Dissemination of Technical Knowledge in the Middle Ages*: Brepols Publishers.

ingredientes básicos de las tintas metalogálicas permanecen casi inalterados desde los primeros recetarios hasta los albores del siglo XX<sup>29</sup>.

Una de las citas más antiguas que se ha encontrado referente al empleo de metal y ácidos vegetales en la elaboración de tinta es un texto de Filón de Bizancio del siglo III a. C.<sup>30</sup>. Por lo tanto, aunque muchos manuales establecen el inicio de su conocimiento y uso en los albores del siglo XII con el tratado *Diversarium Artium Schemata* del monje Teófilo<sup>31</sup>, la combinación de taninos y sulfato de hierro era conocida desde la Antigüedad como material de escritorio<sup>32</sup>. Los textos clásicos,

---

<sup>29</sup> Incluso, según Ceres, el gobierno alemán la usó como tinta oficial hasta 1973. Este investigador también realiza un interesante repaso en su trabajo sobre las tintas metalogálicas fabricadas y comercializadas en los siglos XIX y XX. Ceres, Gabriele. 2006. "Trattamenti su carte contenti inchiostri metallogallici: cenni storici e studio di fattibilità di un nuovo trattamento. Utilizzo di bromuri di alchilimidazolio (precursori di liquidi ionici).", *Metodi e tecnologie per la conservazione e il restauro di beni librari*, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Roma.

<sup>30</sup> Kroustallis, S. 2002. "Escribir en el siglo XVI: recetas de la tinta negra española." *Boletín de la Real Sociedad económica matritense de Amigos del país* 48:99-112, —. 2003. "La tinta negra ferrotánica: a propósito de las fuentes." Pp. 579-584 in *V Congreso Nacional de Historia del Papel*. Gerona, Millares Carlo, A. 1981. *Introducción a la historia del libro y las bibliotecas*. México: Fondo de Cultura Económica.

<sup>31</sup> Rodríguez Díaz (2002) atestigua su conocimiento desde, al menos, el siglo II d. C. Rodríguez Díaz, E.E. 2002. "Técnicas de escritura y del libro manuscrito." *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla* II:589-617.

<sup>32</sup> La referencia clásica más antigua es la de Theophrastus (370-288 a.C.). Clarke en Cordoba, R. 2014. *Craft Treatises and Handbooks: The Dissemination of Technical Knowledge in the Middle Ages*: Brepols Publishers.

Incluso Marco Lucio Vitruvio Polion, en sus *Diez libros de arquitectura*, señala una receta de tinta negra en su capítulo décimo; y Plinio el viejo en el



como hemos comentado, llegan a Europa occidental por transcripciones posteriores. El Papiro de Leiden, del siglo III de la era cristiana, es heredero de los primeros tratados griegos provenientes de Egipto; en él se mencionan numerosas recetas alquímicas entre las que destacamos la referida a la tinta metalogámica obtenida a partir de escorias y desechos de hierro, que era destinada a la escritura de textos mágicos (Kroustallis 2003). Marciano Capella, escritor cartaginés del siglo V, también menciona parecidos elementos, en concreto la mezcla de agallas y goma, para la elaboración de tinta en su *De nuptiis Philologiae et Mercurii et de septem Artibus liberalibus libri novem*.

Además de los testimonios documentales, recientes investigaciones de carácter científico avalan la hipótesis de que la tinta metalogámica estaría ya en uso al menos entre los siglos IV y VI. Así se desprende del trabajo de M. Aceto et alri (Aceto, Agostino, Fenoglio, Baraldi, Zannini, Hofmann, and Gamillscheg 2012a) sobre el *Codex de Ivrea* (datado en el siglo IV), después de analizarlo con espectrometría Raman, y del estudio sobre el *Dioscórides de Nápoles* (finales del siglo VI o principios del VII) que mediante la misma técnica han examinado Baraldi et alri (Baraldi, Moscardi, Bensi, Aceto, and Tassi 2009) . Esta última obra, además de haber ejercido de muestra para la investigación científica, supone igualmente una valiosa fuente documental en sí misma, ya que se trata de una de las más célebres ediciones griegas de la obra *De Materia Medica* del médico griego Dioscórides, escrita originalmente en el siglo I y

---

libro XXIV, capítulo 32 de su Historia Natural. Rodríguez Ruiz, D. 1995. "El color negro." in *Los diez libros de arquitectura de marco Lucio Vitrubio Polión* edited by Alianza. Madrid: Alianza.

ampliamente difundida como manual de farmacopea durante la Edad Media y el Renacimiento. Uno de sus capítulos está dedicado a la tinta de escribir y apoya la tesis del conocimiento remoto de las tintas metalógicas (Cárcel 1979). De hecho, los textos médicos<sup>33</sup> supondrán un importante legado de formulaciones farmacológicas que en ocasiones contienen recetas y trucos de toda índole, incluidos los relacionados con las tintas.

Durante la alta Edad Media, Isidoro de Sevilla, en su obra enciclopédica *Etymologius* (Libro VI, cap. 4) elaborada en el siglo VII, señala varias recetas para medicamentos, tinctura y tinta elaboradas a partir de agallas y vitriolo, tanto de cobre como de hierro. De la misma centuria procede el *Manuscrito de Lucca*, conocido como *Compositiones variae* o *Compositiones ad Tingenda*, que recoge numerosas recetas sobre todo tipo de artes cuyas fuentes se remontan a autores clásicos como Plinio o Dioscórides pasando por tradiciones egipcias, bizantinas o árabes.

La cultura islámica aprehendió y asimiló la tradición clásica mediante traducciones y recopilaciones, incluso actuó de transmisora de la misma desde el norte de África a la Península Ibérica y Europa, incorporando elementos propios así como de los pueblos que conoció en su expansión. Dos

---

<sup>33</sup> Tanto en la *Historia Naturalis* de Juan Gil de Zamora, en el siglo XIII, como en *La cirugía de l'abbé Poutrel*, ya en el XIV, se describen pócimas con estos componentes. En el siglo XVII podemos encontrar manuales escritos por profesionales médicos en los que se incluyen varias recetas de tinta: *De Secretis* de Wecker (1612), *De Atramentis* de Canneparius (1660), o la *Biblioteca Chemica* de Borel (1653), médico personal de Luis XIV. Kroustallis, S. 2003. "La tinta negra ferrotánica: a propósito de las fuentes." Pp. 579-584 in *V Congreso Nacional de Historia del Papel*. Gerona.

interesantes ejemplos de ello son los códices *Umdat al-kuttab wa iddat dawī-l-albab* y *Tuhaf al-jawāss*, de los siglos XI y XIII respectivamente, que el profesor Al-Abbadi (Al-Abbadi 2005) ha estudiado y traducido al castellano. El primero, de autoría desconocida y procedente del Magreb, está dedicado al emir Ibn Badis y versa sobre instrumentos de escritura y encuadernación; del segundo, cuyo título significa “Las galanuras de la nobleza en lo tocante a los conocimientos más delicados” sabemos que fue escrito por un andalusí, Muhamad al-Qalalūsī. Ambos textos recogen una gran variedad de técnicas y consejos referentes a la elaboración de libros: desde cómo hacer el papel, hasta la preparación de la piel y la encuadernación, pasando por la fabricación de tintas a partir de una exhaustiva recopilación de fórmulas de tradición clásica pero también china, india, persa y cúfica. Es llamativa la gran variedad de modalidades de tinta que contienen estos manuscritos, debido a que se elaboraban de manera bien distinta según la finalidad de la misma o incluso la categoría del escribano que la iba a utilizar. Junto con la goma arábiga y el sulfato de cobre o caparrosa azul, aparecen asimismo numerosos ingredientes exóticos como hueso de dátil, aceite de narciso, papiro quemado, resina de enebro, estiércol, granada,<sup>34</sup> etc. Pero entre todas estas fórmulas merecen nuestra atención aquellas cuya composición metalogámica ha seguido prácticamente invariable a lo largo de los siglos. Se han documentado otros interesantes textos islámicos donde se hace alusión directa a la elaboración de tintas de escritura,

---

<sup>34</sup> Se conocía desde la Antigüedad la combinación de la corteza de granada con el sulfato ferroso para elaborar tintes negros. Cordoba, R. 2014. *Craft Treatises and Handbooks: The Dissemination of Technical Knowledge in the Middle Ages*: Brepols Publishers.

como nos muestra Biddle (Biddle 2011) en sus estudios sobre manuscritos del norte de Nigeria; se cree que estos libros, la mayoría coranes, textos de leyes y ciencias islámicas, fueron importados desde el Medio Oriente y el norte de África.

En la Europa occidental de la Baja Edad Media se siguieron realizando compilaciones con cuantiosas referencias a técnicas orientales más antiguas como es el caso de *Mappae Clavicula* (siglo XI). Se trata de una recopilación de recetas de una tradición manuscrita muy amplia y compleja, heredera de los tratados griegos y de alquimia, a la que se suman recetas nuevas o de tradiciones cercanas (Tosatti 2007), con referencias a preparación de pinturas, trabajos de metal, barnices, tintes, adhesivos, etc. (Clarke 2001b). Se observa en este recetario cierto paralelismos con el citado papiro de Leiden, y la evidencia de su paso por la cultura árabe y los traductores hispanos. Algo posterior es el llamado *Códice de Madrid o Codex Matricensis* conservado en la Biblioteca Nacional y que acopia recetas de tintas pigmentos y barnices entre otros productos. Caunedo y Córdoba de la Llave sitúan esta obra hacia 1130, y señalan su posible origen catalán (Caunedo del Potro 2004), a pesar de que en él se advierten influencias de Alejandría, Grecia y Bizancio, pero también de Asia, Arabia e incluso de la tradición hindú (Cordoba 2014).

La obra del monje Teófilo<sup>35</sup>, *Diversarum Artium Schedula*, trata de manera sistemática las técnicas de diversos oficios artísticos. Aunque fue escrito en la Baja Sajonia en el primer tercio del siglo XII, muy probablemente esté basado, en

---

<sup>35</sup> Las copias del siglo XII se conservan en la Biblioteca Nacional de Viena, Ms. 2527 y en la biblioteca de Wolfenbüttel, pero existen transcripciones posteriores.

parte, en la tradición artística y en manuscritos anteriores, procedentes de la Antigüedad clásica y, sobre todo, de Bizancio. Para preparar tinta metalogámica aconseja proceder de la siguiente manera:

"Cuando vayas a hacer tinta, corta algunas ramas de espino en abril o en mayo, antes de que le crezcan flores u hojas. Haz pequeños manojos con ellas y extiéndelas a la sombra durante dos, tres o cuatro semanas, hasta que estén un poco secas. Entonces, deberías tener mazos de madera con los que podrías golpear las ramas sobre otra pieza dura de madera, hasta que hayas desprendido completamente la corteza. Ponlo inmediatamente en un barreño lleno de agua. Llena dos, tres, cuatro o cinco barreños con cortezas y agua y dejarlas durante ocho días, hasta que el agua absorba toda la savia de las cortezas. A continuación pon este agua en una olla o caldero muy limpio, ponlo bajo el fuego y hiérvolo. De cuando en cuando pon algunas de las mismas cortezas en la olla, de modo que, si quedara algo de savia en ellas, saliera por la ebullición. Después de hervir un poco, saca las cortezas y vuelve a poner más. Una vez hecho esto, hierva el agua que quede después de tirar un tercio, sácala de la olla y ponla en otra más pequeña. Hiérvolo hasta que se vuelva negro y empiece a espesarse, y ve con mucho cuidado de no añadir nada de agua a menos que esté mezclada con savia. Cuando veas que comienza a espesarse, añade un tercio de vino puro, mételo en dos o tres recipientes

nuevos, y continúa hirviéndolo hasta que veas que se forma una especie de película encima.

Entonces saca los recipientes del fuego y ponlos al sol hasta que se desprendan los posos rojos de la tinta negra. A continuación coge un poco, con cuidado cose bolsas de pergamino forradas de vejiga y echa dentro la tinta pura, y cuélgala al sol hasta que la tinta esté completamente seca. Cuando necesites, coge un poco del material seco, mezclado con el vino al fuego, añade un poco de vitriolo verde y escribe. Si por un descuido la tinta no está bastante negra, coge una barra de hierro de un dedo de gruesa, ponla en el fuego, deja que se ponga al rojo, e inmediatamente introdúcela en la tinta."

En la literatura religiosa se han encontrado también reseñas sobre las tintas. Kroustallis (Kroustallis 2002) señala como primera receta documentada en la Península Ibérica en la que se menciona la mezcla de agallas, vitriolo, goma y agua, la que Ramón Llull (1232-1315) cita en el capítulo 291, 21 de su *Llibre de la Contemplació en Deu*; sin embargo, ya hemos podido constatar cómo los eruditos andalusíes conocían no solo estas, sino numerosas recetas para elaborar tinta de escritura negra con estos y otros muchos componentes. Por último, cabe destacar el manuscrito 6514 de la Biblioteca Nacional de Francia, *Liber Sacerdotum*<sup>36</sup>, que recoge también varias fórmulas de tinta.

---

<sup>36</sup> Biblioteca de Schelesatdt, citado por Caunedo del Potro, B.; Córdoba de la Llave, R. 2004. "Oficios urbanos y desarrollo de la ciencia y de la técnica en la Baja Edad Media: la Corona de Castilla." *Norba. Revista de Historia* 17:41-102

A mediados del período medieval el mundo del saber, monopolizado por los escritorios monásticos, empieza a abrirse al ámbito laico, con el progresivo avance de una incipiente burguesía; el costoso pergamino se ve sustituido por el papel y un público de artesanos laicos demanda y accede a saberes que en siglos anteriores quedaban restringidos al mundo de los monasterios. De esta forma, continúa, por un lado, la tradición de los "libros de secretos", de gran difusión en el siglo XVI, en los que recetas y trucos de cualquier materia y procedencia remota se irán perpetuando en siglos sucesivos, a medio camino entre la sabiduría popular y la erudita<sup>37</sup>. Estos recetarios son "textos vivos u obras abiertas", como los califica Degrassi (Degrassi 2005), donde a la tradición manuscrita descrita se suman algunos secretos de taller pero también recetas no actualizadas, mal copiadas o incluso mal traducidas. Por otro, aparecen los tratados sistemáticos de diversos oficios que introducen un diálogo entre la práctica y la teoría. Según Degrassi (Degrassi 2005) logran recopilar y ordenar no solo la memoria, sino también el lenguaje técnico de los talleres.

Así, a finales del siglo XIV y principio del XV datamos famosos textos europeos como el tratado *De Arte Illuminandi*, con una exposición ordenada y fruto de la observación (Tosatti 2007) sobre la iluminación de libros, y el recetario *De coloribus*

---

68, Criado Vega, T. . 2012. "Tratados y recetarios de técnica industrial en al España medieval. La Corona de Castilla, siglos XV - XVI." Facultad de filosofía y letras, Universidad de Córdoba, Córdoba, Kroustallis, S. 2003. "La tinta negra ferrotánica: a propósito de las fuentes." Pp. 579-584 in *V Congreso Nacional de Historia del Papel*. Gerona.

<sup>37</sup> Consultar el texto de: Nieto, José Pablo Barragán. 2011. "Los libros de secretos medievales." Pp. 303-316 in *Sabiduría simbólica y enigmática en la literatura grecolatina*: Tecnos.

*diversis modis tractatur*, sobre técnicas de pintura, dibujo, preparación de papeles; a ellos se suma una versión más madura del *Mappae Clavicula* con recetas árabes y de alquimia (Tosatti 2007); o *Segreti per colori*, sobre todo tipo de artes decorativas. Sin embargo, para encontrar referencias explícitas a la elaboración de tintas de escritura debemos acudir al célebre *Libro del Arte* del pintor Cennino Cennini<sup>38</sup>, fechado hacia 1431 y considerado, durante mucho tiempo, el primer tratado técnico en lengua vulgar. El valor de este texto radica en que es un trabajo de compilación de fuentes al que se añaden observaciones y experiencias personales.

En Castilla se conserva un manuscrito interesantísimo procedente del Monasterio de Guadalupe, conocido como *Libro de Oficios*, que atesora una enorme cantidad de reglas, técnicas y procedimientos relacionados con la actividad monacal: oficios agrícolas, textiles, metalúrgicos, entre otros. Se fue escribiendo entre 1362 y 1508 (Criado Vega 2012) y nos permite conocer de primera mano la manera con que elaboraban los monjes sus tintas de escritura, si bien no difiere demasiado de las fórmulas medievales que hasta entonces se fueron transmitiendo (Córdoba de la Llave 2007; Kroustallis 2007; Criado Vega 2012).

Ha llegado también hasta nosotros un recetario peninsular (1460-80) que describe labores artesanales y se conserva en la Biblioteca de L'École de Medicine de Montpellier (Ms.H490). Se trata de un texto misceláneo de textos médicos y botánicos con una receta dedicada a la tinta metalogálica (Córdoba de la Llave 2005).

---

<sup>38</sup> Cennini, C. (2010): *El libro del Arte*. Madrid. Akal. Aunque las tintas que describen no son metalogálicas.



En el siglo XVI, junto a los libros de secretos comienzan a proliferar los manuales sobre la ortografía y el arte de escribir, donde no faltan referencias a la formulación de tintas. Dirigidos a un público no necesariamente profesional, se aprovechan del avance técnico de la imprenta para una mayor difusión, y siguen ofreciendo fórmulas seculares pero con mayor detalle y claridad. Fueron muy comunes tanto en el ámbito peninsular como otros reinos del Mediterráneo: un ejemplo muy conocido es el *Cittadino Romano nel quale s'insegna a scrivere* de Palatino (Roma, 1544) mientras que en España destaca la *Recopilacion subtilissima intitulada ortographia practica* de Juan de Izár (Zaragoza, 1550) en la que se describen varias técnicas de fabricación de tintas para escribir sobre papel y pergamino. Del mismo año data *El arte de escribir* de José Casanova, con recetas muy bien detalladas. En el taller impresor de Francisco Guzmán en Toledo se editó en 1570 la *Instrucción muy provechosa para aprender a escrevir, con aviso particular de la traza y hechura de las letras redondilla y bastarda*, escrita por Francisco de Lucas, que incluye consejos sobre los ingredientes de la tinta (prefiere el vino al agua como solvente) o la manera de conservar la misma en el tintero, entre otras recomendaciones. El manual de Ignacio Pérez *Arte de escribir con cierta industria é invención para hacer buena forma de letra* (1599) cita varias recetas de tinta, distinguiendo cuáles se deben emplear en invierno o en verano, e incluyendo algunas que se pueden elaborar sin cocción (Kroustallis 2003). A este período pertenecen los textos rescatados por Teresa Criado (Criado Vega 2012) como el manuscrito 9226 conservado en la Biblioteca Nacional de España

correspondiente al *Recetario sacado de don Alejo Piamontés y de otros autores...*<sup>39</sup>; o las *Recetas en nombre de del doctor Segura, publicadas para cuantas cosas hay en el mundo de sutilizas, como son tinta, para perfume para pruebas*<sup>40</sup>; así como el recetario manuscrito custodiado en la Biblioteca del Palacio Real de Madrid<sup>41</sup>, que recogen numerosas recetas de tinta de escritura y aportan interesantes datos sobre la procedencia de los ingredientes y su modo de elaboración.

La tradición de los manuales de escritura continúa en la siguiente centuria con el libro de Diego Bueno titulado *Arte nuevo de enseñar a leer, escrevir...* (Zaragoza, 1690); o con el famoso *Arte de escribir* de Lorenzo Ortiz, (Venecia, 1696); o el manuscrito 672 de la Biblioteca de la Universidad de Salamanca.

---

<sup>39</sup> <http://eprints.ucm.es/6150/1/2-4.pdf> (10 de enero de 2015). Este texto es manuscrito, pero se hicieron tres ediciones coetáneas en Zaragoza, Barcelona y Alcalá de Henares en 1563, lo que nos da una idea de su amplia difusión.

<sup>40</sup> Ms II/1393(6).

<sup>41</sup> Ms. II/657.

El capuchino Fray Luis de Olod, bibliotecario del Real Convento de Santa Madrona de Barcelona, publicó en 1766 en la imprenta de Narciso Oliva, de Gerona, el *Tratado del origen, y arte de escribir bien: ilustrado con veinte y cinco láminas. Obra utilísima para que así maestros, como discípulos, y quantos se hallaren estudiosos de escribir bien puedan con facilidad aprender todas las formas de las letras [...] dedicada a Carlos III*. En su capítulo XXVII, sobre los instrumentos y materiales necesarios para escribir, describe el modo de hacer la tinta con interesantes advertencias.

También coexistieron en el siglo XVIII, junto con estos manuales, otro tipo de fuentes como cuadernos, notas, recetarios y manuscritos que se conservan en bibliotecas españolas: ejemplos de interés son el manuscrito 9028 epígrafe 13 de la Biblioteca Nacional de España o los manuscritos 354 y 1562 de la biblioteca de la Universidad de Salamanca (Criado Vega 2012).

La pervivencia del uso de las tintas metalogálicas hasta bien entrado el siglo XIX se ha podido constatar a través de la existencia de recetas manuscritas y de textos relativos a la enseñanza, así como gracias a diversos estudios analíticos. Gambaro<sup>42</sup> prueba la continuidad del uso de estas tintas con el análisis mediante SEM-EDS de varios documentos del Palacio Ducal de Venecia del siglo XIX; y un estudio de investigadoras de la Universidad de Granada confirma con el mismo método

---

<sup>42</sup> Gambaro, A., R. Ganzerla, M. Fantin, E. Cappelletto, R. Piazza, and W. R. L. Cairns. 2009. "Study of 19th century inks from archives in the Palazzo Ducale (Venice, Italy) using various analytical techniques." *Microchemical Journal* 91:202-208."

su empleo en manuscritos árabes<sup>43</sup>, como ya adelantaba Altisent en su artículo *Persistència, als segles XVIII i XIX, de la fórmula medieval de la tinta*<sup>44</sup>.

En la prestigiosa imprenta de la viuda de don Joaquín Ibarra, nace en 1802 una cuidadísima edición de *Arte de escribir por reglas y con muestras, segun la doctrina de los mejores autores antiguos y modernos, extranjeros y nacionales: acompañado de unos principios Aritmética, Gramática y Ortografía Castellana, Urbanidad y varios [...]*, escrita por don Torcuato Torío de la Riva y Herrero, donde describe el modo de elaborar la tinta "para que luzca el escrito y remediar todos los inconvenientes". La impresión del *Nuevo arte de hacer toda clase de tintas para escribir, así negras y de colores como doradas, plateadas, simpáticas e indelebles, seguido del modo de laborar, lacres, lápices y polvos de colores* (1856) del Dr. Cervera, deja de manifiesto que "son tantas las recetas que cunden por todas partes para hacer tintas de escribir, y tan pocas las que reúne las cualidades y requisitos que indispensablemente se necesitan, que me ha parecido conveniente, útil y de pura necesidad traducir lo mejor que recientemente se ha descubierto en el extranjero respecto a la tinta, formando un tratado que al paso que contenga la perfección líquida en la elaboración de aquélla, reúnan abundancia de conocimientos químicos que se necesita, y un

---

<sup>43</sup> González-García, S, A López-Montes, and T Espejo-Arias. 2014. "The use of writing inks in 12th–19th century Arabic manuscripts: A study of the collection of the School of Arabic Studies, Granada (Spain)." *Science, Technology and Cultural Heritage*:109.

<sup>44</sup> Alisent, Agustí. 1969. "Persistència dela fórmula medieval de la tinta." *Estudis d'Història Medieval* 1:137-139.

crecido número de recetas ciertas, fáciles y seguras para la fabricación".

En otros libros dedicados a diversas artes que continúan la tradición de los libros de secretos, como *Secretos raros de artes y oficios* (Madrid, imprenta de Aguado, 1829), podemos encontrar un amplio recetario de diversas tintas de escritura tanto negras como de color.

Los manuales del arte de escribir perdurarán hasta el siglo XX y las fórmulas para componer la tinta persisten en manuales de caligrafía como el *Álbum Caligráfico Universal* publicado en Barcelona en 1901. En el ámbito anglosajón destaca un notable manual dedicado en su integridad a la composición y manufactura de las tintas firmado por C. Ainsworth Mitchell y T.C. Hepworth y editado en 1904 Londres por C. Griffin and Company, bajo el título de *Inks, their composition and manufacture*. Describe los taninos utilizados para la tinta, con una relación muy detallada de los tipos de agallas según su procedencia y otros elementos de la naturaleza ricos en polifenoles vegetales que son utilizados para este menester. El estudio se acompaña de numerosos datos científicos extraídos del análisis de estos compuestos, así como del sulfato de hierro, componente fundamental para que se produzca la tinta por reacción con el ácido gálico. Por su parte, en 1906 el químico e ingeniero Desmarest publica en París *Fabrication des encres & cirages*, con la mención de recetas tradicionales como la elaborada a partir 18 kilos de nueces de agallas, ocho kilos de vidrio de hierro, siete kilos de goma y 145 l de agua.

Entrado el siglo XX se siguen publicando manuales similares que van ahondando en cuestiones de carácter cada vez más científico y profesional, como el del doctor Guareschi titulado *Tintas de escribir. Manual teórico práctico*, de 1920, donde da cuenta de los materiales y procedimientos para la elaboración de las tintas, la química de sus componentes, su analítica, e incluso la restauración de escritos borrosos.

A partir de este momento, los manuales publicados hacen referencia a la catalogación y recopilación histórica de las tintas metalogálica, pero se diluye su aplicación práctica al surgir nuevos modos y materiales, como la alizarina, inventada en 1856.

### **b) Bibliografía especializada que estudia las recetas de tinta negra de escritura**

Antes de finalizar con las fuentes a las que hemos acudido para la realización de esta tesis queremos mencionar algunos trabajos recientes, que por su calidad y la cantidad de información que nos han proporcionado merecen ser destacados del resto de la bibliografía.

En primer lugar, nuestro reconocimiento a don **Antonio Mut Cadafell** por su dedicación a la recopilación y estudio de recetas de tinta de escritura. Sus artículos nos proporcionaron la pista inicial para nuestro estudio y han resultado imprescindibles a la largo de la investigación. La proximidad de la realidad mallorquina con la valenciana resulta evidente en las noticias que nos ofrece y su análisis de las recetas nos enseñó a entender su historia y proceder. Comenzó a publicar en 1986

sobre recetas mallorquinas de tinta y de goma glasa (siglos XV-XVIII), ofreciéndonos una importante relación de fórmulas inéditas (Mut Calafell 1986), ampliadas en *Nuevas aportaciones sobre tinta en Mallorca* (1998). Continuó con el estudio de estas formulaciones, ampliando el ámbito geográfico, en una publicación de la Diputación de Huelva donde hizo un interesante repaso de recetas, ingredientes y formas de preparación de las tintas peninsulares (Mut Calafell 1992).

Prosiguió sus investigaciones con tintas de color, si cabe más difíciles de encontrar porque eran menos utilizadas: comenzó por las tintas moradas y violetas (Mut Calafell 1992), prosiguió con las de color rojo y azul (Calafell 2001), y sus últimas disertaciones las dedicó a las amarillas (Calafell 2005). Reconocemos en él la perspicacia, la paciencia y la diligencia en una búsqueda que, sin duda, abrió el capítulo de la historia de la tinta en España.

La investigación de **Monique Zerdoun Bat-Yahouda** titulada *Le encres noires au Moyen Âge -jusqu'à 1600-* (Zerdoun Bat-Yahouda 1983) ha resultado un "libro de cabecera" para la doctoranda. El repaso histórico y técnico de las tintas que abarca el Extremo Oriente (China, Corea, Japón y la India), el mundo mediterráneo de la Antigüedad clásica, la esencia de la tinta judía y la realidad de la cultura islámica hasta la Europa medieval supone a nuestro entender la mejor obra publicada sobre historia de las tintas de escritura. La introducción -con una excelente disertación sobre las clases de tinta- y el glosario que acompaña la publicación, son un esmerado trabajo compilatorio. A pesar de que las recetas estudiadas corresponden en su mayoría a Francia e Italia, nos han ofrecido un panorama general fundamental para poder acompañar y

situar las fórmulas peninsulares que hemos estudiado en este trabajo.

Para conocer con mayor profundidad la realidad islámica y su papel en la historia y composición de las tintas, resulta fundamental el libro del Dr. **Hossam Mujtār al-<sup>C</sup>Abbādī** (Al-Abbadi 2005), en el que traduce al castellano importantes manuscritos del Magreb y Al-Andalus que desgranar todas las artes del libro, desde las herramientas de escritura, al papel, el pergamino y la encuadernación, con especial énfasis en las materias sustentadas, que son las que nos ocupan. Sus referencias a innumerables recetas de los más diferentes orígenes, con ingredientes y métodos de preparación muy dispares, amplían la visión de Zerdoun añadiendo la huella de la cultura musulmana en la Península y sus áreas de influencia más cercanas, como el Norte de África.

Por último, queremos agradecer al Dr. Stefanos Kroustallis todos los estudios de su autoría que nos han precedido así como las consultas que amablemente ha contestado. Desde las recetas de tinta que aparecen en los manuales de escritura del siglo XVI (Kroustallis 2002), a otras referencias explícitas a documentos que estudia y transcribe, como el Libro de Secretos de Guadalupe (Kroustallis 2007), Kroustallis no ha dejado de aportar interesantes noticias a propósito de las tintas de escritura y sus fuentes en el ámbito hispano (Kroustallis 2003; Kroustallis 2008; Kroustallis 2011a; Kroustallis 2011b).



## **2. 2. Análisis físico químicos en libros y material de archivo**

Los manuscritos, bien sea por su valor artístico o por la información única que custodian, constituyen un patrimonio cultural apreciado cuyo conocimiento y conservación es objeto de creciente interés. Desde hace décadas -y algo postergados respecto a los estudios en pintura y otros objetos artísticos- se han sucedido los análisis e investigaciones sobre los manuscritos para identificar y conocer la composición de sus elementos, tanto estructurales como sustentados, con la finalidad de hallar los más eficaces métodos de restauración y restauración.

Nuestra tesis versa sobre un estudio analítico de las tintas de escritura en los manuscritos valencianos por lo que hemos considerado importante conocer y valorar los trabajos editados en los últimos años para enriquecer nuestra investigación. En este capítulo daremos una visión general de los sistemas más importantes empleados en el estudio de libros manuscritos, determinaremos las aplicaciones de cada uno de ellos y explicaremos la elección de nuestro método de análisis para el fin que perseguimos.

Numerosos son los científicos que nos han precedido en esta tarea y a ellos debemos agradecer la exposición y publicación de sus estudios y resultados en algunos casos, y la recopilación de métodos en otros. Sobre esta última temática hay que destacar los libros de Bárbara Stuart (Stuart 2007) y Mauro Matteini y Arcangelo Moles (Matteini 2001), en los que

describen los sistemas de estudio y análisis más habituales en los más variados objetos de interés cultural, con interesantes ejemplos aplicados a manuscritos. Otro volumen igualmente genérico, pero que también dedica una parte importante de su contenido a la metodología científica, es el caso del libro editado con motivo del máster en conservación de libros y material de archivo “Escoreal” (Plossi 2007); también cabe mencionar el texto publicado por Jana Kolar y Matija Strlic (Kolar 2006) en el que se estudian las tintas ferrogálicas desde el punto de vista de la manufactura, la degradación, estabilización y su caracterización, deteniéndose en numerosos procedimientos analíticos que pueden aplicarse a las tintas de escritura y sus componentes. Sobre los aspectos generales de la descripción de los sistemas de análisis nos hemos apoyado en la recopilación que hacen Skoog y Leavy (Skoog and Leary 1994); aunque su nivel de descripción excede a nuestras expectativas sobre el conocimiento de los métodos y sus principios físicos, nos ha servido para aclarar algún aspecto importante.

Janssens (Janssens, Janssens, and Grieken 2004) realizó un repaso general de los microanálisis no destructivos que podían emplearse en el estudio de materiales de bienes culturales, y desgranando sus aportaciones podemos reconocer las posibilidades de su aplicación en soporte escriturario. Pero, sin duda, han sido los artículos de Clarke (Clarke 2001a; Clarke 2002a) los que nos han servido de punto de partida para el estudio comparativo de los procedimientos de análisis aplicados a libros y documentos manuscritos. En ellos, no sólo describe los métodos más destacados, su aplicación, y los autores más relevantes que se han valido de ellos en sus

investigaciones, sino que plantea los problemas y limitaciones de estas técnicas, y hace una evaluación y valoración de lo que debería ser un sistema de análisis ideal. Un estudio similar realizó James (James 2010) años más tarde, pero sólo en aquellos métodos que servían para la identificación y análisis de dibujos antiguos, por lo que el campo de interés se reducía sólo a la tinta o el elemento sustentado empleado. Recientemente Pessanha y otros (Pessanha, Manso, and Carvalho 2012) han elaborado una exhaustiva revisión de los diferentes sistemas de análisis en manuscritos y su aplicación.

Si bien las referencias sobre investigación de manuscritos iluminados son extensas y tienen generalmente como objetivo el conocimiento y la identificación de los materiales utilizados, en relación con las tintas de escritura son más escasos los documentos publicados en los que el fin sea exclusivamente la documentación de las mismas. Las tintas metalogálicas oxidan y generan graves problemas en la conservación de libros y documentos en todo el mundo, lo que hace peligrar la perdurabilidad de la información que contienen; este deterioro ha sido objeto de estudio reiterado para conseguir encontrar un sistema que ayude a su conservación. Uno de los principales objetivos de este trabajo es conocer en mayor profundidad la composición de estas tintas y la relación con su estado de conservación para poder abrir caminos en la mejor preservación de las tintas manuscritas de los archivos valencianos. No obstante, hemos querido recoger y dar una visión más amplia sobre estudios de manuscritos generalmente iluminados, porque la mayoría de las técnicas empleadas pueden ser utilizadas en el estudio de las tintas metalogálicas cuyos componentes, como

describiremos en capítulos posteriores, son de naturaleza orgánica e inorgánica, lo que dificulta su análisis dado que la mayoría de sistemas solo aportan información de uno de los dos tipos de componentes.

Una diferencia sustancial que descubriremos en los procesos descritos a continuación es la necesidad o no de toma de muestras para realizar el análisis, y la posibilidad de operar *in situ*. Parece obvio que un método en el que no sea necesario la toma de muestras y con el que se puede realizar la investigación en el mismo archivo o biblioteca es un sistema ideal. Sin embargo, un procedimiento analítico ideal debe cumplir otros requisitos primordiales tal y como describe Clarke (Clarke 2002a); debe ser capaz de identificar completamente un material desconocido, es conveniente que sea sensible a muestras muy pequeñas, conviene que sea específico y capaz de diferenciar entre los materiales diferentes, lo más inmune posible a las interferencias, rápido y capaz de identificar componentes de mezclas y pigmentos individuales en mezclas, entre otros<sup>45</sup>. Wagner (Wagner, Garboś, Bulska, and Hulanicki 1999) considera que la toma de muestras en manuscritos iluminados es absolutamente inaceptable porque las zonas en

---

<sup>45</sup> Al respecto: "En conservación del patrimonio cultural sería más que deseable una técnica que permitiera el análisis global y puntual de daños estructurales, que proporcionara información suficiente sobre elementos, compuestos químicos y secciones estratigráficas, que no necesitara toma de muestras y que fuera inocua, que fuera portátil y que realizara el análisis *in situ* y *on-line*, barato, que tuviera un sistema asistido de análisis que facilitara la interpretación de datos". Del Egido, M.; Juanes, D.; Bueso, M. 2013. "Consideraciones en torno a los estudios científicos aplicados a la conservación del patrimonio cultural." in *La ciencia y el arte IV. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

las que se ha de recoger la muestra es muy pequeña y el daño puede ser irreparable. La cuestión de la toma de muestras o no en el análisis de objetos culturales es una controversia que sigue vigente entre científicos, historiadores y restauradores. Del Egido et al. (Del Egido 2013) apuntan que "todas las técnicas consideradas tradicionalmente como no destructivas se basan en una interacción electromagnética con el objeto estudiado" que, en ocasiones, como el XRF, amarillea y aumenta la fragilidad en muestras de papel; por lo tanto, "el hecho de que una técnica de análisis no requiera una muestra no implica necesariamente que la técnica sea inocua para el objeto". Consideramos, sin embargo, que si bien el fin no siempre justifica los medios, la toma de una muestra micrométrica que no afecte a la estructura e integridad de una pieza puede ser clave para la identificación de la composición y estado de conservación de un material y poder determinar su correcta preservación.

Con este capítulo pretendemos no sólo ofrecer una visión detallada de las investigaciones realizadas sobre análisis de componentes, tanto de soporte como de elementos sustentados, sino simplificar la labor de futuros trabajos en los que se deba seleccionar un método analítico, y que resulte de utilidad la laboriosa tarea que ha supuesto recopilar y clasificar un gran número de los artículos publicados desde el año 2000 sobre la cuestión. Se trata de una visión general que no pretende ofrecer una descripción científica extensa, sino unas pinceladas de lo que cada método permite, y pedimos disculpas por la omisión de otros estudios que puedan ser interesantes y hayamos obviado.

Hemos clasificado los sistemas de análisis en ocho grandes grupos, la mayoría de ellos instrumentales, y otro grupo de test y pruebas físicas que pueden ser aplicadas al papel. Con estos grupos hemos querido recoger las variantes más habituales utilizadas en el análisis de manuscritos, y las combinaciones que los investigadores han considerado más efectivas para completar el conocimiento sobre los materiales. Porque, como hemos mencionado anteriormente, la mayoría de sistemas sólo aportan información sobre un tipo de componentes (orgánicos o inorgánicos) y además hasta ahora los estudios se han centrado en los elementos inorgánicos, de manera que actualmente los investigadores procuran emplear combinaciones de métodos que compensen esta insuficiencia.

Así, empezamos por las posibilidades de la microscopía y otras técnicas de imagen, nos adentramos en los sistemas de análisis químico elemental, molecular y estructural -los más abundantes y variados-, completamos el panorama con las técnicas de separación y cerramos esta visión general de la metodología con las peculiaridades de los estudios físico-químicos.

## 2.2.1. Técnicas de imagen:

### 2.2.1.1. Microscopía:

a) **Microscopía óptica:** por medio de refracción de luz visible (transmitida o reflejada), permite obtener imágenes ampliadas de hasta 500 aumentos del tamaño de la muestra de la muestra. Se ha aplicado al estudio de las fibras del papel, para la detección de oxalatos de cristales de calcio y granos de almidón (Stuart 2007).

Existen microscopios portátiles llegan a alcanzar los 900X y son muy útiles en la aplicación al estudio de obras de arte in situ.

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si/No	Si/No	Compuestos orgánicos e inorgánicos, y fibras del papel.	(Stuart 2007)

### b) Microscopía electrónica:

- **SEM:** el microscopio electrónico de barrido utiliza electrones en lugar de luz para formar la imagen. El dispositivo cuenta con un filamento que genera un haz de electrones por el calentamiento de un filamento de

tungsteno, volframio o hexaboruro de lantano, se hace el vacío en la cámara donde están las muestras (Matteini 2001) y diversos detectores que recogen los electrones generados de la interacción con la superficie para poder crear una imagen (Goodhew, Humphreys, and Beanland 2000; Stuart 2007). Un finísimo haz focalizado de electrones explora sistemáticamente la muestra a baja velocidad haciendo un barrido de líneas paralelas. Ofrece una imagen real y tridimensional acromática de hasta 300.000 aumentos.

Con este segmento se puede estudiar la morfología de la superficie. El único inconveniente que hemos visto comentado es que posibilidad de contaminar las muestras al manipularlas antes de introducir las en el microscopio (Goltz, Chin, Hiebert, and Absalan 2010).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Morfología de la superficie del papel	(Goltz, Chin, Hiebert, and Absalan 2010)

- **STM (microscopio de efecto túnel) + AFT (microscopio de fuerza atómica):** la eficacia en la combinación de estos microscopios se limita a dos aplicaciones, hasta el momento,



en libros y manuscritos: ofrece información química de las reacciones de la superficie y se puede estudiar la degradación de la celulosa por envejecimiento y ataque biológico (Piantanida, Bicchieri, and Coluzza 2005).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Reacciones químicas en superficie y degradación de la celulosa por envejecimiento y ataque biológico.	(Piantida, Bicchieri et al, 2005)

**2.2.1.2. IRFC (fotografía infrarroja de falso color):** esta técnica fotográfica emplea un sensor ccd, y detecta la luz por absorción o reflexión. Clarke (2001) describe esta práctica indicada para el estudio de pigmentos inorgánicos con un espectro similar, como los azules. También se pueden diferenciar tintas metalogánicas y sepia -que se observa un color rosado- de las tintas de bistre o carbón -color azulado (Colbourne 2000).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Pigmentos inorgánicos con espectro similar.	(Colbourne 2000;Clarke 2001)

**2.2.1.3. Fotografía infrarroja:** del mismo modo que la espectrometría infrarroja, la fotografía IR se puede utilizar en el análisis de pigmentos y tintas; si en la visión normal la tinta sepia y la metalogámica son iguales, con este tipo de fotografía se pueden distinguir. Además ayuda en la lectura de documentos ilegibles, aunque el rango espectral de las tintas es bajo (Mairinger 2000).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Diferenciar tintas sepia y metalogámica de las de bistre o carbón. Ayuda en la lectura de documentos ilegibles.	(Colbourne 2000; Mairinger 2000)

**2.2.1.4. Imagen UV (Ultravioleta):** las propiedades de este rango de luz se han aplicado, generalmente, para leer zonas de escritura muy dañada en manuscritos sobre pergamino (Knox and Easton 2003; Montani, Sapin, Pahud, and Margot 2012), y, entre ellos, el renombrado palimpsesto de Arquímedes (Easton Jr, Christens-Barry, and Knox 2011). Si bien es verdad que las tintas metalogámicas no producen fluorescencia, [si los biodeterioros (Stuart 2007)], al estar éstas raspadas para aprovechar el soporte, la apariencia es muy diferente a las tintas metaloácidas

normales, con lo que resulta posible su estudio (Easton Jr, Christens-Barry, and Knox 2011). Se puede observar una halo fluorescente resultado de la oxidación de la celulosa adyacente a las líneas de tinta, por lo que puede ser un sistema de identificación de oxidación y degradación (Colbourne 2000).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Leer manuscritos con la tinta muy deteriorada y estudiar la oxidación y la degradación.	((Colbourne 2000)Knox and Easton 2003; Stuart 2007; Easton Jr, Christens-Barry et al. 2011; Montani, Sapin et al. 2012)

**2.2.1.5. Imagen multiespectral:** captura multitud de imágenes a diferente longitud de onda con una fuente de luz monocroma y cámara de alta resolución. Realiza el análisis en el IR y en el visible (con equipos diferentes), y es muy sensible, a la vez que rápida y simple. Al ser una luz mínima, no daña los documentos. Se ha utilizado para identificar varios tipos de tinta, ver su distribución (Scholten, Klein, Steemers, and de Bruin 2005) y estudiar la corrosión (Haverman 2008).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Identificación de tintas, su distribución y estudio de la corrosión.	(Scholten, Klein et al. 2005; Haverman 2008)

**a) QHSI (imagen hiperespectral cuantitativa):** es una variación de la imagen multiespectral en la que el calibrado se realiza de forma que ofrezca una información cuantitativa. Es capaz de medir, detectar y visualizar cambios ópticos en documentos antiguos causados por procesos de envejecimiento y por los tratamientos de conservación. Resulta, de igual modo, muy útil para el control de las piezas durante una exposición (Aalderink, Klein, Padoan, De Bruni, and Steemes 2008). Otros investigadores han visto la oportunidad de estudiar con este sistema la degradación del pergamino y la tinta no visible (Giacometti, Campagnolo, MacDonald, Mahony, Terras, Robson, Weyrich, and Gibson 2012); la tinta en los documentos antiguos (Goltz, Attas, Cloutis, Young, and Begin 2009); o la durabilidad de la

tinta y del papel (Scholten, Klein, Steemers, and de Bruin 2005).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Cambios ópticos en los documentos, la tinta, degradación de pergaminos, durabilidad de la tinta y del papel, y procesos de restauración.	(Scholten, Klein et al. 2005; Aalderink, Klein et al. 2008; Goltz, Attas et al. 2009; Giacometti, Campagnolo et al. 2012)

**2.2.1.6. BAND-PASS FILTER (reflectografía de filtros band-pass):** el objeto se ilumina con una luz que abarca desde el UV al IR, y se recogen las imágenes con una cámara muy sensible a lo largo del espectro. La diferencia en la longitud de onda es lo que hace que podamos distinguir entre el texto escrito y el resto. Por ejemplo, las tintas vegetales se ven en longitudes de onda inferiores a 700-750 nm; las metalógicas por debajo de los 1.200-1.400 nm; y las de carbón son visibles en los límites del IR, en torno a 1.900nm (Clarke 2001).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Lectura de textos desaparecidos.	(Clarke 2001)

**2.2.1.7. The Russel effect:** técnica fotográfica descubierta en 1897 con la que se puede medir potencialmente las emisiones de peróxido de hidrógeno que se produce durante la oxidación de Hierro(II). Se sensibiliza una película fotográfica con una solución de hidróxido de amonio y se pone en contacto con las tintas por un período de tiempo -horas, incluso días- dependiendo del nivel de emisión. La película se revela de manera convencional. La actividad reduce los iones del hierro de la película fotográfica y el resultado es que esas áreas están más oscuras cuando se revelan. Se pueden, además, diferenciar entre tintas metalógicas de otras de bistre o sepia (Colbourne 2000).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Diferenciación de varias clases de tinta y observación de la actividad de los iones de hierro.	(Colbourne 2000)

## 2.2.2. Técnicas de análisis químico elemental:

**2.2.2.1. Fluorescencia Rayos X (XRF):** Se emplea un fuente de excitación que puede tratarse de electrones, protones, rayos X, fuentes radiactivas, etc, que excita el material induciendo la emisión de fluorescencia de rayos X por parte de los átomos excitados, aportando información cuantitativo y cualitativo de los elementos que la constituyen (análisis multielemental). La XRF es la base de las técnicas PIXE, SEM-EDX, SRXRF y EDXRF entre otras.

**a) EDXRF (energía dispersiva de fluorescencia de Rayos X):** este sistema de análisis es el más citado en la bibliografía de investigación en bienes culturales. Pessanha (Pessanha, Manso, and Carvalho 2012) describe distintos aparatos y sistemas de aplicación de esta técnica no destructiva, rápida, precisa y fiable, y cuyo espectro puede ser simple o de varios elementos. La instrumentación ha evolucionado hasta conseguir diversos modelos portátiles (Čechák, Trojek, Musílek, and Paulusová 2010; Chaplin, Clark, and Martínón-Torres 2010; Ferrero, Roldán, Juanes, Lluch, and Ardid), e incluso  $\mu$ EDXRF (Kolar 2006). Deneckere usó un equipo que trabajaba en vacío y detectaba con facilidad elementos de bajo peso atómico (Deneckere, De Reu, Martens, De Coene, Vekemans, Vincze, De

Maeyer, Vandenabeele, and Moens 2011). Este dispositivo también se ha usado en combinación con la praxis diseñada por Van der Snickt *et al.* en la que se combina  $\mu$ -XRF y  $\mu$ RS (Van der Snickt, De Nolf, Vekemans, and Janssens 2008) y con XRD/XRF (Duran, Perez-Rodriguez, Espejo, Franquelo, Castaing, and Walter 2009). Un equipo compuesto por investigadores estadounidenses y mexicanos han determinado con este aparato los elementos inorgánicos más comunes de tintas metalogáficas del Archivo Nacional de México, de los siglos XVI a XIX, con interesantes resultados según la datación y la procedencia del documento. Un ejemplo puede ser la cantidad de cobre y manganeso como denominador común en las tintas mexicanas (García, Ruvalcaba Sil, and Meeren 2014b).

Ha sido ampliamente utilizado, sobre todo la versión  $\mu$ XRF, para la detección de compuestos inorgánicos en manuscritos iluminados. También los mismos investigadores han destacado la ventaja de este sistema para ayudar en la datación de los documentos y poder distinguir falsificaciones (Hahn, Malzer, Kanngiesser, and Beckhoff 2004). Así mismo se ha aplicado en el estudio de la oxidación y migración de los compuestos inorgánicos de



las tintas (Kanngießer, Hahn, Wilke, Nekat, Malzer, and Erko 2004).

Con él se pueden realizar análisis selectivos de áreas (Kanngießer et al. 2004) y estudiar el proceso de degradación y la concentración de los elementos metálicos en tintas metalogálicas (Martín de Hijas, Egido, González, and Juanes 2008; Martín de Híjas 2008), y en pigmentos inorgánicos e libros iluminados (Aceto, Agostino, Fenoglio, Gulmini, Bianco, and Pellizzi 2012b) (Stuart 2007; Wateeuw 2010) y caracterización de diferentes tintas (Čechák, Trojek, Musílek, and Paulusová 2010; Hahn 2005) incluidas las de carbón (Hahn 2010). También se ha estudiado el contenido de papeles antiguos y modernos (Manso, Costa, and Carvalho 2008), en el estudio de diversas características del papel (Manso and Carvalho 2006), en papeles ácidos (Zappalà, Bajt, Gigante, and Hanson 1996) y las concentraciones de diferentes elementos en papel escrito y de oficina (Rožić, Mačefat, and Oreščanin 2005). Con el complemento del FTIR y XRD se ha estudiado, además, la patología del foxing en el papel (Manso, Pessanha, Figueira, Valadas, Guilherme, Afonso, Rocha, Oliveira, Ribeiro, and Carvalho 2009).

De forma más aislada se ha empleado en el estudio y catalogación de filigranas (Dietz,

Ketelsen, Hoss, Simon, Wintermann, Wolff, Rabin, and Hahn 2012).

Un estudio reciente ha podido determinar la presencia de zinc en los halos de las tintas y cómo éste compuesto es capaz de inhibir el desarrollo de microorganismos (Manso, Cardeira, Silva, Le Gac, Pessanha, Guerra, Caldeira, Candeias, and Carvalho 2014).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si/No	Análisis químico elemental Composición y degradación de las tintas metalogálicas, y contenido de diversos tipos de papel. Foxing. Halos, filigranas.	(Zappalà, Bajt et al. 1996; Hahn, Malzer et al. 2004; Kanngießer, Hahn et al. 2004; Rožić, Mačefat et al. 2005; Kolar 2006; Manso et al. 2006; Ferrero, Roldán et al. ; Stuart 2007; Van der Snickt, De Nolf et al. 2008 ; Martín de Hijas, Egido et al. 2008; Martín de Hijas 2008; Manso, Costa et al. 2008; Manso 2009; Duran, Perez-Rodriguez

			et al. 2009; Čechák, Trojek et al. 2010; Chaplin, Clark et al. 2010; Wateeuw 2010; Deneckere, De Reu et al. 2011; Aceto 2012; Pessanha, Manso et al. 2012; Dietz, Ketelsen et al. 2012; García, Ruvalcaba Sil et al. 2014; Manso, Cardeira et al. 2014))
--	--	--	---

**b) SRXRF (radiación sincrotrón de fluorescencia de rayos X):** se trata de otra variación de la fluorescencia de rayos X al que se acopla al sincrotrón o acelerador de partículas como modo de excitar el material. Se ha empleado en el estudio e identificación de diferentes materiales de dibujo, de las tintas impresas, en el análisis de elementos en pigmentos, y de la distribución de metales antes y después de los procesos de desacidificación (Kolar, Štolfa, Strlič, Pompe, Pihlar, Budnar, Simčič, and Reissland 2006b). Además, con el modelo  $\mu$ SRXRF se han podido estudiar los componentes de la migración de las tintas.

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Análisis químico elemental Materiales de dibujo, tintas impresas, distribución de los metales de las tintas de escritura y componentes de la migración de las tintas. Análisis de pigmentos.	(Bataglia 2011; Kolar et al. 2006b)

**c) TXRF (fluorescencia de rayos X por reflexión total):** es una modificación del EDXRF en el que el objeto es excitado por rayos X primarios que inciden de manera oblicua sobre la muestra. Su ventaja frente al XRF es que tiene una mayor sensibilidad de medición elemental. Existen equipos transportables. Con este sistema podemos conocer el ratio de la mezcla de pigmentos e incluso de impurezas, y cuantificar e identificar tintas -determinando las masas relativas de fragmentación de numerosos elementos- y pigmentos -aunque no detecta pigmentos verdes como malaquita o verdigris- en manuscritos (Klockenkämper, Von Bohlen, and Moens 2000; Pessanha, Manso, and Carvalho 2012).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	Si/No	Análisis químico elemental Tintas, pigmentos inorgánicos e impurezas en manuscritos.	(Klockenkämper, Von Bohlen, and Moens 2000; Pessanha, Manso, and Carvalho 2012).

**d) SEM/EDX (espectroscopia dispersiva de rayos X):** El espectrómetro de dispersión de rayos X está acoplado a un microscopio ofrece la posibilidad de realizar el análisis químico elemental semicuantitativo al analizar la radiación de fluorescencia de rayos X emitida por la muestra. Tiene numerosas aplicaciones; la más importante es la determinación semicuantitativa de los elementos inorgánicos de las muestras, pero es muy útil para el estudio del biodeterioro (Pinzari, Pasquariello, and De Mico 2006); para el estudio morfológico de las fibras de papel (Manso and Carvalho 2009); para el análisis y determinación de los elementos metálicos en tintas manuscritas (Espejo Arias, Lazarova Stoytcheva, Campillo García, Durán Benito, and Jiménez de Haro 2011) e

impresas<sup>46</sup> (Knuutinen 2010); y en la investigación sobre degradación de pergaminos y pigmentos (Pessanha, Manso, and Carvalho 2012). Recientemente se han aplicado al estudio de las partículas en suspensión de las fibras, que pueden determinar el tipo de taninos utilizados (da Costa, Correa, Sant'Anna, de Carvalho, dos Santos, and Lutterbach 2014). Jana Kolar (2006) enumera entre las aplicaciones más frecuentes en manuscritos, el análisis de pigmentos y tinta, el estudio de la morfología del papel y los documentos fotográficos, así como la investigación sobre oxidación de la celulosa en papeles antiguos y actuales.

---

<sup>46</sup> La sensibilidad del equipo muestra las mediciones de los metales en la tinta que se han erosionado con la plancha durante la impresión.

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Análisis de elementos inorgánicos, tintas manuscritas e impresas; estudio de la morfología de las fibras, el biodeterioro y la degradación de pergaminos y pigmentos. Estudio de la oxidación y de los taninos.	(Matteini 2001; (Kolar, Štolfa et al. 2006; Pinzari 2008; Pinzari, Pasquariello et al. 2006; Manso and Carvalho 2009; Goltz, Chin et al. 2010; Espejo Arias, Lazarova Stoytcheva et al. 2011; Pessanha, Manso et al. 2012; (da Costa et al. 2014))

**e) PIXE (emisión de rayos X de partícula inducida):** La técnica PIXE empelada en Bienes Culturales es un método sin toma de muestra que analiza la composición elemental y ofrece un espectro multi-elemental, preciso y fidedigno (Clarke 2001a; Pessanha, Manso, and Carvalho 2012). Puede reconocer elementos de bajo número atómico, generalmente a partir del sodio, con número atómico 11, (Plossi 2007). Su funcionamiento se basa en hacer incidir un haz de protones sobre la zona a estudiar e introducir la emisión de rayos X, de forma

similar a lo que se hace en el SEM/EDX, sin necesidad de utilizar cámara de vacío. Detecta los rayos X procedentes de la desexcitación de los átomos tras ser ionizados; como los rayos X de cada elemento son diferentes y tienen energía y valores característicos, nos permiten la identificación de los diferentes átomos.

Ha sido ampliamente utilizado para el estudio de tintas tanto impresas como manuscritas (Budnar, Simčič, Rupnik, Uršič, Pelicon, Kolar, and Strlič 2004; Del Carmine 1996; Lucarelli and Mando 1996); en estas últimas se ha podido determinar la proporción de Fe, K, Cobrey Zn (Budnar, Vodopivec, Mandò, Lucarelli, Casu, and Signorini 2001), sobre todo en relación a la cantidad de cobre, que al ser 10 veces más catalítico que hierro acelera los procesos de degradación de las tintas y el papel (Budnar et al. 2004) y su distribución (Kolar 2006). A pesar de ser un método que Budnar y sus colaboradores han utilizado ampliamente, en su artículo de 2006 (Budnar, Uršič, Simčič, Pelicon, Kolar, Šelih, and Strlič 2006) reconocen que, a pesar de que se puede aplicar sin dañar prácticamente los documentos y es, técnica y sensitivamente muy adecuado para el estudio de las tintas, tiene, entre otras, las siguientes dificultades y limitaciones: la profundidad del perfil de la



tinta depositada en el papel frente al alcance de los protones, el peso de las concentraciones de los elementos en el papel, la no homogeneidad en la distribución, la rugosidad de la superficie del papel, y el hecho de que la decisión dependa del elemento químico analizado con errores entre el 5 y el 20%. Otros autores han estudiado la composición de la migración de las tintas metalogálicas (Kolar et al. 2006b), y el deterioro de las mismas (Wagner, Bulska, Hulanicki, Heck, and Ortner 2001), para lo que investigan sobre el tipo y cantidad de metales de transición (Kolar et al. 2006b), y cómo afectan a la degradación del papel (Remazeilles, Quillet, Calligaro, Claude Dran, Pichon, and Salomon 2001), incluso analizando la morfología de las fibras de la celulosa comparando las afectadas y las no afectadas por la corrosión (Manso and Carvalho 2009).

Este método ha resultado también eficaz, según Stuart el mejor (Stuart 2007), en el estudio de los pigmentos inorgánicos de manuscritos iluminados (Kakuee, Fathollahi, Oliyai, Lamehi-Rachti, Taheri, and Jafarian 2012; Kolar 2006; Olsson, Calligaro, Colinart, Dran, Lövestam, Moignard, and Salomon 2001).

Se ha aplicado con éxito en el análisis no destructivo y multielemental de papiros,

pergaminos y vitelas por su alta sensibilidad, porque es fácil de enfocar y porque sus límites de detección son menores al XRF (Olsson et al. 2001).

Con la variación de PIXE alfa, Carrarini (Carrarini 2006) fue capaz de realizar estratigrafía no destructivas de de 10  $\mu\text{m}$ , y revelar elementos ligeros como el sodio, el aluminio y magnesio del silicio; no así de los más pesado.

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si/No	No	Composición químico elemental Tintas impresas y manuscritas (distribución de metales, migración proporción de elementos, deterioro), pigmentos inorgánicos deterioro del papel, papiros, pergaminos y vitelas	(Del Carmine 1996; Lucarelli and Mando 1996; Budnar, Vodopivec et al. 2001; Olsson, Calligaro et al. 2001; Wagner, Bulska et al. 2001; Clarke 2001; Budnar, Simčič et al. 2004; Budnar, Uršič et al. 2006; Carrarini 2006; Kolar, Štolfa et al. 2006; Kolar 2006; Plossi 2007; (Stuart 2007); Manso and Carvalho 2009; Kakuee, Fathollahi et al. 2012; Pessanha, Manso et al. 2012)

**Dispositivo de haz externo:** variación del PIXE desarrollado por la UNAM y empleado en el estudio de las tintas metalogálicas y pigmentos inorgánicos de varios libros (Ruvalcaba 2007).

MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	No	Tintas y pigmentos inorgánicos	(Ruvalcaba 2007)

**f) XANES (espectroscopia de absorción de rayos X cerca del borde de absorción):** se trata de una técnica muy sensible basado en la física de absorción de rayos X, su particularidad reside en que aquí el espectro se recoge en las regiones específicas de energía (XANES) que están cerca del borde de absorción de los elementos de interés, y pueden mostrar su estado de oxidación.

Se ha empleado en el estudio de la cantidad de  $\text{Fe}^{2+}$  en tintas históricas con ayuda de Mössbauer (Arčon, Kolar, Kodre, Hanžel, and Strlič 2007), así como en su distribución (Proost 2004). Las investigaciones más recientes se centran en la determinación del estado de oxidación de este material (Wilke, Hahn, Woodland, and Rickers 2009), así como en la evaluación de la depolimerización de la celulosa causada por el Hierro (Rouchon, Duranton, Burgaud, Pellizzi, Lavédrine, Janssens, de Nolf, Nuyts, Vanmeert, and

Hellemans 2011c). Rouchon y sus colaboradores apuntan que la anoxia podría ser una solución efectiva para ralentizar la degradación si el oxígeno está a niveles inferiores a 0,1%; que la acción del ácido gálico puede tener un efecto pro-oxidativo; que la goma arábiga, a pesar de lo que se ha mantenido en diversas publicaciones<sup>47</sup>, no interfiere en los mecanismos de degradación, y que sólo una parte del Hierro (III) está implicado en fenómenos de depolimerización, y que en éstos influye también la temperatura y la humedad, así como la presencia de ácido gálico.

---

<sup>47</sup> Remaizelles, C., V. Rouchon-Quillet, J. Bernard, T. Calligaro, J.C. Dran, L. Pichon, J. Salomon, and M. Eveno. 2005. "Influence of gum arabic on iron-gall ink Corrosion. Part II: Observation and elemental analysis of originals." *Restaurator* 26:118-133, *ibid*, Remazeilles, C., V. Rouchon-Quillet, and J. Bernard. 2004. "Influence of gum arabic on iron gall ink corrosion. Part I: A laboratory samples study." *Restaurator* 25:220-232, Ursescu, M., T. Malutan, and S. Ciovica. 2009. "Iron gall inks influence on papers' thermal degradation. FTIR spectroscopy applications." *Eur J Sci Theol* 5:71-84.

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Distribución y cantidad de Fe <sup>2+</sup> en tintas históricas, la determinación del estado de oxidación de las mismas y el nivel de depolimerización de la celulosa por la acción del Fe	(Kolar, Možir, Strlič, de Bruin, Pihlar, and Steemers 2007; Proost 2004; Rouchon, Pellizzi, Duranton, Vanmeert, and Janssens 2011a)

**2.2.2.2. XPS (espectrometría fotoelectrónica de Rayos X):** Se basa en el análisis de la energía cinética de los electrones expulsados de los átomos al ser excitados por un haz de rayos X. Se requieren sistemas de ultra vacío. (Stuart 2007). Con este sistema se puede investigar la manufactura característica de los polímeros en superficie y el deterioro del papel (Manso and Carvalho 2009), así como los efectos de los procesos de desacidificación. Su aplicación se ve limitada porque si se expone demasiado tiempo el papel, puede ser dañado.

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Sí	No	Manufactura, deterioro y efectos de tratamientos de conservación del papel.	(Stuart 2007; Manso and Carvalho 2009)

### 2.2.2.3. Espectrometría de absorción atómica:

La espectrometría de absorción dispone del número más amplio de sistemas diferentes para el conocimiento e identificación de materiales, y tiene multitud de aplicaciones en conservación. Tal y como define Stuart (Stuart 2007), es el análisis de la radiación electromagnética absorbida, emitida o dispersada de las moléculas o átomos sometidos a transiciones con energías débiles.

**a) AAS (espectrometría atómica):** la espectrometría atómica necesita de una muestra para realizar los análisis ya que es necesario descomponer el material en átomos al calor de una llama. El examen es monoelemental. Mediante la absorción o emisión de radiaciones UV o UV-Vis se mide la concentración que se produce en los átomos en vapor. Con este sistema se pueden identificar individualmente elementos de un

complejo (Stuart 2007); por tanto, pigmentos inorgánicos (Matteini 2001), papel y tintas (Bulska, Wagner, and Sawicki 2001), sobre todo las concentraciones de los metales presentes en ellas, como Hierro y Cobre(Kolar et al. 2006b).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Composición elemental Pigmentos inorgánicos, y compuestos inorgánicos de papel y tintas.	(Bulska, Wagner et al. 2001; Matteini 2001; Kolar, Štolfa et al. 2006; Stuart 2007)

**b) GFAAS (espectrometría de absorción atómica con horno de grafito)** es una variación de la AAS muy precisa, que utiliza una corriente eléctrica para calentar un tubo de grafito que volatiliza y atomiza la pequeña muestra. Es extremadamente sensible. Se ha empleado en el análisis de la composición elemental de las tintas (Goltz, Chin, Hiebert, and Absalan 2010), preferiblemente en aquella que tienen pocos elementos de transición porque el GFAAS sólo puede determinar un elemento químico cada vez (Clarke



2001a), por eso se han centrado otros estudios en las concentraciones de Hierro y Cobre(Kolar 2006; Manso and Carvalho 2009).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Elementos metálicos de las tintas.	(Clarke 2001; (Kolar 2006; Manso and Carvalho 2009); Goltz, Chin et al. 2010)

**2.2.2.4. Inducción de plasma:** existe una tendencia creciente a la aplicación de técnicas láser tanto en la limpieza, como en el análisis de documentos en papel y pergamino (Clarke 2001a; Kaminska, Sawczak, Komar, and Śliwiński 2007; Nevin, Spoto, and Anglos 2012).

**a) IPC-AES (espectrometría de emisión atómica con inducción de plasma):** debido a las altas temperaturas alcanzadas por los analitos atomizado e ionizados se genera un plasma con los átomos excitados. Con esta técnica podemos analizar los espectros de emisión de átomos asociados. Análisis cuantitativo con resultados muy

sensibles y de alta precisión con muestras muy pequeñas (Ortiz, 2014).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Influencia del Hierro y el Cobreen la degradación del papel.	(Kolar 2006)

**b) IPC-MS (espectrómetro de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo):** por la sensibilidad del sistema, es ideal para el análisis de elementos traza aunque con toma de muestra. En este caso los átomos ionizados son analizados con un espectrómetro de masa. Se han aprovechado estas propiedades para estudiar los rastros de elementos metálicos en el papel (Kolar 2006; Wagner, Garboś, Bulska, and Hulanicki 1999), y la corrosión de las tintas (Stuart 2007).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Elementos traza de los papeles y las tintas.	(Wagner, Garboś et al. 1999; Kolar 2006; Stuart 2007)

**c) LIBS (espectroscopia de ablación inducido por láser):** se trata de una técnica microdestructiva y muy sensitiva de emisión atómica en la que un intenso láser incide sobre la superficie de la muestra, produce un plasma que emite una radiación que es característica de los elementos allí presentes, pues se puede apreciar los diferentes tipos de energía que corresponden a las transiciones electrónicas de las diferentes especies. Realiza un análisis cualitativo y cuantitativo multielemento (Ortíz, 2014).

Melassaki (Melessanaki, Papadakis, Balas, and Anglos 2001) realizó el primer estudio con esta técnica sobre identificación de pigmentos en manuscritos reales. A este estudio siguieron otros de pigmentos y tintas en manuscritos (Häkkänen, Houni, Kaski, and Korppi-Tommola 2001; Kolar 2006; Pessanha, Manso, and Carvalho 2012); algunos centraron las investigaciones en los pigmentos orgánicos e inorgánicos azules en manuscritos medievales (Bicchieri, Monti, Piantanida, Pinzari, and Sodo 2011) y consiguieron una información precisa sobre la

composición elemental sin necesidad de atender a referencias ni curvas de calibración. Dolgin aplicó el sistema a la observación de pergaminos históricos (Dolgin, Bulatov, Chen, and Schechter 2008; Dolgin, Chen, Bulatov, and Schechter 2006). También las capas y la limpieza del papel son factibles de analizar con este sistema (Kolar 2006; Ochocińska, Sawczak, Martin, Jorgensen, Kamińska, and Śliwiński 2003; Stuart 2007), e incluso las tintas impresas (Oujja, Vila, Rebollar, García, and Castillejo 2005).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si/No	Si	Pigmentos orgánicos e inorgánicos, tintas manuscritas e impresas, papel y pergamino.	(Melessanaki, Papadakis et al. 2001; Häkkänen, Houni et al. 2001; Ochocińska, Sawczak et al. 2003; (Oujja et al. 2005); Kolar 2006; Stuart 2007; Dolgin, Chen et al. 2006; Dolgin, Bulatov et al. 2008 ; (Bicchieri et al. 2011); Pessanha, Manso et al. 2012)

**d) TC-SPC (espectrometría laser ultrarrápida):** utiliza impulsos ultracortos de láseres para la dinámica de las escalas en tiempos cortos (nanosegundos). Fue utilizado para la identificación de tintes y pigmentos orgánicos en *The Book of Kells* (Doherty, Daveri, Clementi, Romani, Bioletti, Brunetti, Sgamellotti, and Miliani 2013).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Identificación de tintes y pigmentos orgánicos.	(Doherty, Daveri et al. 2013)

**2.2.2.5. PGAA (análisis de rápida activación gamma):** se trata de un análisis no destructivo, cualitativo y cuantitativo. La muestra se bombea constantemente con un haz de neutrones y los elementos, al absorber estos neutrones, emiten rayos gamma que se analizan con esta técnica. Los picos de intensidad identifican los componentes. Se emplea para análisis elemental e isotópico.

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Análisis elemental e isotópico	(Clarke, 2001; Stuart, 2007)

**2.2.2.6. NRA (análisis de reacción nuclear):** es una técnica no destructiva basada en la detección de los productos obtenidos en reacciones nucleares entre los iones incidentes y los núcleos de átomos de muestras irradiados. Ofrece un análisis químico elemental, por lo que resulta muy apropiado para el estudio de las tintas metalogáficas (Clarke 2001).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	No	Químico elemental, puede ser, entre otros, de tintas.	(Clarke 2001)

### 2.2.3. Técnicas de análisis molecular:

**2.2.3.1. Fluorescencia: 3DF (espectrometría dimensional de fluorescencia):** es un método de análisis muy sensible basado en el principio de que la fluorescencia de cada material es diferente; por eso se excita las moléculas y durante un breve período de tiempo nos dan información a modo de espectro que se pueda analizar cualitativa y cuantitativamente. Tiene la ventaja de poderse realizar in situ, pero está limitado por el número de sistemas químicos que pueden producir fluorescencia.

Es un sistema apropiado para el análisis de elementos orgánicos, y se ha utilizado para estudiar tintes, partes orgánicas de las tintas, pergamino (aunque Clarke advierte que hay problemas porque el espectro dependerá también del pH, la concentración y el sustrato), colorantes y pigmentos orgánicos (Clarke 2000; Clarke 2001a)

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	ELEMENTOS ORGÁNICOS: tintas (partes orgánicas), tintes, pergaminos, pigmentos y colorantes orgánicos	(Clarke 2000; Clarke 2001a)

**2.2.3.2. Espectrometría Raman<sup>48</sup>**: es un método analítico que se basa en la dispersión de luz en el UV-Visible, y resulta una técnica complementaria al IR porque los modos o vibraciones que son débiles o inactivos en el IR porque no cambian de momento dipolar, suelen ser transacciones más intensas en el Raman (Martínez Haya, 2013) . Generalmente no es un método destructivo (Burgio 2008; Clark 1995; Chaplin 2005; Jurado-López, Demko, Clark, and Jacobs 2004; Lee, Otieno-Alego, and Creagh 2008), compuesto por un láser y un espectrógrafo o detector, que no precisa del contacto con la muestra, por eso no es necesario que las muestras tengan una superficie homogénea. El análisis también puede ser realizado con toma de muestra (Aceto, Agostino, Boccaleri, Crivello, and Garlanda 2006; Bruni, Cariati, Casadio, and Guglielmi 2001; Wehling and Van Hooydonk 1999); y se han desarrollado equipos portátiles para analizar manuscritos in situ, en su mayoría con tecnología microraman (con dos fuentes de láser distintos) (Bersani, Lottici, Vignali, and Zanichelli 2006; Bicchieri, Nardone, and Sodo 2000; Burgio 2008; Carrarini 2006; Deneckere et al. 2011; Nastova, Grupče, Minčeva-Šukarova, Turan, Yaygingol, Ozcatal, Martinovska, and Jakovlevska-Spirovska 2012; Van der Snickt, De Nolf, Vekemans, and Janssens 2008). Tiene especificidad molecular y es capaz de estudiar componentes, enlaces, entorno químico y estructuras cristalinas, por tanto, como apuntan algunos estudiosos,

---

<sup>48</sup> Sobre la aplicación del Raman en estudios de arte y arqueología consultar Bersani, D. and J. M. Madariaga. 2012. "Applications of Raman spectroscopy in art and archaeology." *Journal of Raman Spectroscopy*:n/a-n/a.



es el mejor sistema de identificación de sólidos inorgánicos y, concretamente, cuando éstos son parte de una mezcla o están presentes a escalas micrométricas (Pessanha, Manso, and Carvalho 2012). También es apto para la detección de pigmentos de origen orgánico como el índigo<sup>49</sup> (Baraldi et al. 2009; Bioletti, Leahy, Fields, Meehan, and Blau 2009; Chaplin, Clark, McKay, and Pugh 2006; Nastova et al. 2012). Si bien Pessanha lo califica como un método no eficaz en el análisis de materiales orgánicos como el pergamino o el papel, Stuart (Stuart 2007) lo considera un procedimiento adecuado para determinar la preparación original de pergaminos, y otros autores han aprovechado la excitación de la región IR para el estudio de este tipo de material proteico (Bicchieri et al. 2011; Mannucci, Pastorelli, Zerbi, Bottani, and Facchini 2000). Por lo que respecta al papel, Bicchieri y otros autores (Bicchieri, Sodo, Piantanida, and Coluzza 2006) examinaron las cargas y la degradación de la celulosa; también Jana Kolar y sus colaboradores (Kolar et al. 2006b) utilizaron el Raman para la investigación sobre los procesos de degradación de las fibras y la oxidación del papel en su afán por encontrar un método eficaz para detener este fenómeno. Años antes, Derbyshire (Derbyshire 2002) ya habían aplicado esta técnica para el estudio de la conservación del papel. Quizá Pessanha al describirlo como procedimiento de análisis no apto para material orgánico quería hacer

---

<sup>49</sup> Sobre la iluminación de manuscritos medievales consultar Kroustallis, S. 2011b. "Quomodo decoretur pictura librorum: materiales y técnicas de la iluminación medieval." *anuario de estudios medievales* 41:775-802.

referencia a la limitación por el problema de la fluorescencia, porque este fenómeno aumenta en tintas históricas (Lee, Mahon, and Creagh 2006), en tintes y papel (Stuart 2007), y en pergamino (Bersani, Lottici, Vignali, and Zanichelli 2006). Por eso, para evitar este inconveniente, propone el uso del SSRS (*Subtracted shifted Raman analysis*), que elimina matemáticamente la señal fluorescente del fondo trabajando con dos espectros Raman tomados con distinta posición. Stuart (Stuart 2007) reconoce el Raman como la técnica más efectiva para la investigación de los materiales constituyentes de iluminaciones medievales. Clark, desde los años 90, aplica este método en el estudio de manuscritos, con más de 15 publicaciones con numerosos colaboradores donde el Raman bien solo o con otras técnicas, es capaz de determinar la presencia e identificar pigmentos orgánicos, pigmentos inorgánicos y tintas; y con ello conformar en ocasiones la paleta de un autor (Burgio, Clark, and Hark 2010; Burgio, Ciomartan, and Clark 1997; Clark 1995; Clark 1999; Clark 2002; Chaplin, Clark, McKay, and Pugh 2006; Chaplin 2005; Jurado-López, Demko, Clark, and Jacobs 2004).

Al ser éste, como hemos apuntado, un método tan versátil y capaz de analizar e identificar pigmentos orgánicos e inorgánicos, tintas, tintes de algunas características del papel y del pergamino, se ha convertido en el sistema más utilizado para análisis de manuscritos medievales iluminados, sobre todo de la Europa occidental (Baraldi et al. 2009; Bersani, Lottici, Vignali, and Zanichelli 2006; Bicchieri, Monti, Piantanida,

and Sodo 2008; Bioletti et al. 2009; Magistro, Majolino, Migliardo, Ponterio, and Rodriguez 2001; Plossi 2007; Trentelman and Turner 2009), en los que los resultados de estudio científico pueden ayudar en la datación y atribución de algunos ejemplares. También se aplicó en la investigación de manuscritos eslovenos (Nastova et al. 2012), donde la identificación de pigmentos ha sido muy similar a los reconocidos en los manuscritos de la zona occidental europea. Existen estudios sobre libros iluminados persas (Bruni, Cariati, Casadio, and Guglielmi 2001), turcos (Jurado-López, Demko, Clark, and Jacobs 2004) e islámicos (Chaplin, Clark, McKay, and Pugh 2006).

El Raman es, además, uno de los métodos analíticos más importantes para la ciencia forense por la calidad de los resultados y porque se puede aplicar de manera no destructiva, sobre todo en el estudio de las diferentes tintas de escritura: permite detectar adiciones y correcciones en documentos con diferentes tintas y/o diferencias de secuencias temporales (Guedes and Prieto 2012). La mayor parte de los estudios citados anteriormente estudian, además de los pigmentos, la tinta negra de escritura de los manuscritos. Pero cabe destacar algunos casos relevantes como el estudio de tinta sobre pergaminos de Lee et al. (Lee, Mahon, and Creagh 2006) en el que explica el problema de la fluorescencia de las tintas históricas y la dificultad de trabajar con excitaciones inferiores a 728 nanómetros, donde el método no es capaz de ofrecer resultados. Una aportación relevante para la historia y composición de las tintas metalogólicas es la que Baraldi, Moscardi et al.

(Baraldi et al. 2009) descubren al analizar las tintas y pigmentos de manuscritos del s.IV, donde consiguen documentar el uso de esta mezcla en este momento histórico prematuro. Nastova et al. (Nastova et al. 2012) descubren en su investigación sobre manuscritos eslovenos que las tintas metalogánicas utilizadas para la escritura tienen una adición de negro carbón. Por su parte, Brown (Brown 2002), complementando el análisis Raman con SERS y reflectancia visible demuestra que el mapa de Vinland no es original.

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si/No	Si/No	Pigmentos orgánicos e inorgánicos, tintas, tintes, degradación y oxidación de las fibras, cargas de la celulosa, preparación original de pergaminos	(Aceto et al. 2006; Baraldi et al. 2009; Bersani, Lottici, Vignali, and Zanichelli 2006; Bersani and Madariaga 2012; Bicchieri et al. 2011; Bicchieri, Monti, Piantanida, and Sodo 2008; Bicchieri, Sodo, Piantanida, and Coluzza 2006; Bicchieri, Nardone, and Sodo 2000; Bioletti et al. 2009; Brown 2002; Bruni,

			<p>Caglio, Guglielmi, and Poldi 2008; Bruni, Cariati, Casadio, and Guglielmi 2001; Burgio 2010; Burgio, Ciomartan, and Clark 1997; Carrarini 2006; Clark 1995; Clark 1999; Clark 2002; Clarke 2000; Clarke 2001a; Clarke 2002a; Chaplin, Clark, and Martín-Torres 2010; Chaplin, Clark, McKay, and Pugh 2006; Chaplin 2005; Deneckere et al. 2011; Derbyshire 2002; Guedes and Prieto 2012; Jurado-López, Demko, Clark, and Jacobs 2004; Kolar 2006; Lee, Otieno-Alego, and Creagh 2008; Lee, Mahon, and Creagh 2006; Magistro et al.</p>
--	--	--	---

			2001; Mannucci et al. 2000; Nastova et al. 2012; Pessanha, Manso, and Carvalho 2012; Piantanida, Menart, Bicchieri, and Strlič 2013; Plossi 2007; Stuart 2007; Trentelman and Turner 2009; Van der Snickt, De Nolf, Vekemans, and Janssens 2008; Wehling and Van Hooydonk 1999)
--	--	--	---

**a) NIR Raman:** la inserción de la luz infrarroja en el sistema Raman permite un análisis más exhaustivo de las tintas metalogálica sobre papel y pergamino (Lee, Otieno-Alego, and Creagh 2008; Lee, Mahon, and Creagh 2006); puede acercarnos a la determinación de la relación entre la composición de las tintas y su degradación (Chaplin, Clark, McKay, and Pugh 2006); incluso al estudio de la relación del estado de conservación de las tintas con la humedad del papel (Kolar 2006).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Espectroscopia molecular Tintas metalogálicas sobre papel y pergamino; y su degradación	(Lee, Otieno-Alego, and Creagh 2008; Lee, Mahon, and Creagh 2006)

**b) SERS (espectroscopia Raman activada por superficie aumentada):** se trata de un modelo de Raman que permite ampliar su rango de estudio con la obtención de otros espectros debido a la interacción del analito con la superficie rugosa de los metales nobles. Tiene la habilidad de aplacar la fluorescencia. Resulta, sobre todo, apropiado para la identificación de metales como plata oro y cobre (García-Ramos and Sánchez-Cortés 2006; Skoog and Leary 1994), así como de pigmentos (Bakkali, Lamhasni, Lyazidi, Haddad, Rosi, Miliani, Sánchez-Cortés, and Rhaiti 2014), lacas (Castro, Pozzi, Leona, and Melo 2014) y tintas completado con micro Raman y UV-Vis (El Bakkali, Lamhasni, Haddad, Ait Lyazidi, Sanchez-Cortes, and del Puerto Nevado 2013); como el estudio de las tintas sepia

de Roldan Centeno (Roldán, Centeno, and Rizzo 2014).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si/No	Si/No	Tintas metalogálicas Pigmentos	(Skoog and Leary 1994; García-Ramos and Sánchez-Cortés 2006; El Bakkali, Lamhasni et al. 2012; (Bakkali et al. 2014; Castro, Pozzi, Leona, and Melo 2014; El Bakkali et al. 2013; Roldán, Centeno, and Rizzo 2014)

**c) SSRS (análisis de Raman desplazado):** sistema adecuado al Raman que por procesos matemáticos logra eliminar la fluorescencia de fondo (Pessanha, Manso, and Carvalho 2012).

**d) TERS (punta mejorada de dispersión Raman):** sistema que combina la sensibilidad del SERS y la precisión del microscopio (SPM) a escala nanométrica. Tiene sensibilidad molecular y es mínimamente invasivo. Detecta



componentes orgánicos con un espectro más detallado que el Raman, pero ofrece dificultades para determinar el contenido de taninos porque la cantidad que hay en la muestra es demasiado poca.

**2.2.3.3. Espectrometría Infrarroja:** se trata de una serie de sistemas con numerosas aplicaciones en el patrimonio cultural (Derrick 2000), que analizan la absorción de radiaciones IR por parte del material. Es sensible, a la presencia de los grupos funcionales orgánicos (Plossi 2007); por eso ha sido utilizada por Da Costa et al. (da Costa, da Fonseca, de Carvalho, dos Santos, Barki, de Freitas, Herbst, and Lutterbach 2013) en el estudio de taninos condensable e hidrolizables y, recientemente, se ha realizado una base de datos con los principales taninos (Ricci, Olejar, Parpinello, Kilmartin, and Versari 2015).

**a) FTIR (espectrometría infrarroja transformada de Fourier):** con este instrumento se mide la absorción o transmisión de la luz infrarroja en el espectro. Como cada molécula genera espectros diferentes, podremos caracterizar moléculas que forman en las obras. Ofrece un análisis rápido y es capaz de darnos información sobre la naturaleza de material orgánico, mientras que el inorgánico es muy limitado. Los resultados son cualitativos

y cuantitativos, incluso es posible cuantificar una sustancia dentro de una mezcla compleja. Se puede hacer un análisis in situ, con muestra mínima o sin toma de muestra (Calvini, Gorassini, and Chiggiato 2006). También se puede trabajar con equipos portátiles que usan fibra óptica, in situ; pero en el laboratorio la muestra necesaria es infinitamente menor y permite además el estudio de soluciones líquidas.

A pesar de las ventajas que tiene este sistema por ser no destructivo y poder realizar un análisis de componentes orgánicos e inorgánicos in situ, quienes han realizado un estudio de manuscritos con él han detectado algunas limitaciones. Clarke (Clarke 2002b) observó dificultades para la detección y caracterización de pigmentos orgánicos, tintes y tintas; además, especificó que los resultados in situ del análisis de pigmentos sobre pergaminos no eran demasiado exactos. Por lo que se refiere a las tintas metalogálicas, sólo detecta el espectro de los taninos, no los complejos completos de las tintas (da Costa et al. 2013; Remaizelles 2000); y no es capaz de reconocer tintas de carbón puro.

Se ha utilizado para el análisis e identificación de papel (Penders 2005), con unas posibilidades muy amplias en el conocimiento de su estructura. Desde inicios de la década anterior se empezó a emplear para la identificación del papel de arroz, así como de los sellos y pigmentos que contenían este tipo de documentos (Na, Ouyang, Ma, Ouyang, and Li 2004). Trafela et al. (Trafela, Strlič, Kolar, Lichtblau, Anders, Mencigar, and Pihlar 2007) analizaron in situ una serie de documentos en soporte cartáceo y determinaron que este análisis ayudaba a conocer la edad de los mismos; otros investigadores se centraron en el estudio de un determinado tipo de papel, como el de siglo XVIII con problemas de acidez en el Archivo de la Corona Aragón (Ferrer 2007). Sin embargo, en la edición de Plossi y Zappalà (Plossi 2007) desglosan las capacidades de este aparato y concluyen que no es capaz de distinguir entre fibras de lino y algodón, aunque sí determinar la presencia de lignina; por otro lado, reconoce el apresto de almidón y de gelatina; y es capaz de detectar la goma arábica y las cargas (carbonato cálcico y de magnesio, y caolín). Con la detección e identificación

de estos componentes del papel, se han podido conocer y caracterizar las estructuras químicas de los aditivos usados al hacer las hojas; se han reconocido hemicelulosas y pulpas químicas, así como impurezas ácidas; y es posible catalogarlo como un sistema factible para el estudio del deterioro y la oxidación del papel, así como la detección de colonias de microorganismos (Manso and Carvalho 2009). Sobre la presencia de hongos cabe decir que este sistema es mejor que el SEM para su localización excepto en papeles con gelatina porque se confunden las estructuras. Zotti et al. (Zotti, Ferroni, and Calvini 2008; Zotti, Ferroni, and Calvini 2011) han dedicado muchos esfuerzos para la investigación de la presencia de microorganismos en el papel y han llegado a la conclusión de que no hay una relación directa entre la fluorescencia bajo luz ultravioleta y la actividad fúngica.

La degradación del papel por la oxidación de las tintas metalogánicas es un problema extendido por numerosos archivos, no sólo del ámbito europeo, por tanto, muchos de los ensayos realizados tienen como fin determinar el

nivel de deterioro y ayudar a definir un sistema de conservación adecuado (Calvini 2008; Łojewska, Lubańska, Łojewski, Miśkowiec, and Proniewicz 2004; Łojewska, Lubańska, Miśkowiec, Łojewski, and Proniewicz 2006; Łojewska, Miśkowiec, Łojewski, and Proniewicz 2005; Remaizelles 2000; Sivakoval 2008; Ursescu, Malutan, and Ciovica 2009).

En cuanto al análisis propio de las tintas metalogálicas ya hemos apuntado con anterioridad que tanto Remaizelles como Clarke observan limitaciones en esta técnica. Sin embargo, hay investigaciones que demuestran que con el FTIR podemos conocer e identificar diferentes tintas de escritura (Bicchieri et al. 2011; Penders 2005; Sevaitiene 2005), incluso tintas impresas (Doncea and IONa 2014; Ferrer and Vila 2006); la composición inorgánica, así como sulfatos y óxidos de hierro presentes (Plossi 2007). Pero algunos han sido capaces incluso de observar la relación lineal entre la composición de las tintas y la goma arábiga hasta determinar que esta última se presenta como protector leve de los procesos de deterioro provocados, sobre todo, por el

cobre (Ursescu, Malutan, and Ciovica 2009).

Los pergaminos históricos también han sido objeto de estudio con el sistema FTIR: tanto su degradación (Gonzalez and Wess 2008; W. Vetter 2014), como su caracterización (Edwards and Perez 2004).

Colbourne lo señala como una sistema adecuado para el reconocimiento de taninos (Colbourne 2000).

Cada vez más los efectos de los tratamientos de restauración son objeto de análisis para definir su eficacia y entender los cambios, tanto en tratamientos de limpieza (Kolar, Strlič, Müller-Hess, Gruber, Troschke, Pentzien, and Kautek 2003; Laguardia, Vassallo, Cappitelli, Mesto, Cremona, Sorlini, and Bonizzoni 2005), como en otros (Mannucci et al. 2000).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si/No	Si/No	<p>Cargas (carbonatos y sulfatos) tintas metalogálicas (carbonatos, sulfatos, taninos, presencia de goma arábiga) e impresas, análisis e identificación de papel (fibras, cargas, adhesivos, impurezas ácidas...) y pergamino, colonias de microorganismos, oxidación por tintas metaloácidas y tratamientos de restauración</p> <p>Compuestos orgánicos e inorgánicos.</p> <p>Reconocimiento de taninos.</p>	<p>(Calvini, Gorassini, and Chiggiato 2006; Colbourne 2000); Trafela, Strlič et al. 2007; Ferrer 2007; Plossi 2007; Calvini 2008; Gonzalez and Wess 2008; Zotti, Ferroni et al. 2008; Sivakoval 2008; Manso and Carvalho 2009; Ursescu, Malutan et al. 2009; Bicchieri, Monti et al. 2011; Zotti, Ferroni et al. 2011; (da Costa et al. 2013; Doherty et al. 2013; Doncea and IONa 2014; W. Vetter 2014)</p>

**b) Reflexión: DRIFTS (espectrometría reflectante difusa infrarroja por transformada de Fourier ):** este sistema hace llegar un haz de infrarrojos a la muestra y analiza la energía que se refleja. Como el proceso se fundamenta en que la radiación es en parte absorbida y en parte reflejada, lo que nos da información sobre los componentes de la muestra. Se pueden realizar estudios in situ con equipos portátiles. Se ha empleado para estudiar la oxidación del papel, los efectos de los procesos de desacidificación (donde el mejor resultado lo obtenía el bicarbonato de magnesio) y para distinguir entre aprestos de gelatina y almidón (Ferrer 2005).



REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si/No	Si/No	Espectroscopia molecular. Oxidación del papel, efecto de los procesos de desacidificación e identificación de apresto de gelatina y almidón.	(Ferrer 2005)

**c) ATR-FTIR (espectrometría infrarroja por transformada de Fourier con reflectancia total atenuada):** es una modificación del sistema FTIR que mide la energía reflejada en la superficie del material por medio de reflexión interna, con lo que se obtiene un espectro con menor índice de refracción. De ahí la necesidad de colocar la muestra sobre un cristal con un alto índice de refracción, como el diamante.

Se ha empleado para el estudio de la gelatinización de pergaminos antiguos (Gonzalez and Wess 2008). Según Nuria Ferrer (Ferrer 2005;

Ferrer and Sistach 2013) este sistema es el más adecuado para el estudio de las tintas sobre pergamino y no así sobre el papel, ya que la superficie es menos homogénea y la tinta penetra en el interior de las fibras, lo que la hace más compleja en su utilización y en sus resultados. Esta investigadora, junto a Carme Sistach (Ferrer 2005), han conseguido detectar oxalatos y otras sales en las tintas (oxalato de calcio, oxalato dihidrato de Hierro (II), potasio oxalato trihidrato de Hierro (III), sulfatos de Hierro (II), sulfato de calcio, carbonato de calcio y sulfato trihidrato de amonio-hierro-sal de Mohr); así como la presencia de lignina, gelatina o almidón en documentos antiguos.

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si/No	No	Gelatinización de pergaminos, tintas sobre pergaminos, detección de oxalatos y otras sales en las tintas e identificación de lignina, gelatina y almidón en papeles antiguos. Cambios estructurales del colágeno del pergamino.	(Ferrer 2005; Ferrer and Sistach 2013); (Gonzalez and Wess 2008; Patten, Gonzalez, Kennedy, Mills, Davis, and Wess 2013)

**d) NIR:** Técnica FTIR que emplea el infrarrojo cercano.. Existen modos de aplicación de esta técnica en los que no se necesita contacto entre el instrumento y el objeto por lo que ha sido ampliamente utilizado para el estudio de los bienes culturales y, muy en concreto, de los manuscritos, sobre todo de la mano de Psarrou y sus colaboradores (Kokla, Psarrou, and Konstantinou 2007; Licata, Psarrou, and Kokla 2009; Psarrou, Licata, Kokla, and Tselikas 2011).

Se ha aplicado en la identificación del papel y las tintas de escritura (Penders 2005), también para reconocer los aprestos de gelatina (Carrarini 2006); pero, sobre todo, para determinar el estado de deterioro del papel afectado por la corrosión de tintas metalogánicas (Havermans, Aziz, and Penders 2008). Sin duda, el estudio más complejo y que ha hecho ver la luz del primer mapa químico cuantitativo NIR del pH y del DP (grado de polimerización) de un documento con los problemas citados con anterioridad han sido Strlic y sus colaboradores (Cséfalvayová, Strlič, and Karjalainen 2011). Estudiaron 285 muestras de papel y 85 muestras de papel con tinta con un alto grado de oxidación. Determinaron que por debajo de, aproximadamente, 400 DP, podría considerarse que un papel afectado está en fase de riesgo.

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si/No	Si/No	Espectroscopia molecular Identificación del papel y de las tintas, detección de la presencia de gelatina, estudio del estado de deterioro de un papel afectado por oxidación (pH + DP)	(Penders 2005; Carrarini 2006; Havermans, Aziz et al. 2008;; (Kokla, Psarrou, and Konstantinou 2007; Licata, Psarrou, and Kokla 2009; Psarrou, Licata, Kokla, and Tselikas 2011)

**2.2.3.4. Espectrometría UV-Vis (Ultravioleta visible):** este tipo de estudio se asienta en la reflexión o transmisión de la luz UV con diferentes frecuencias. Proporciona un espectro de características de los grupos funcionales moleculares o iónicos al ser excitados con UV-Visible; nos ofrece picos que corresponden a las energías de los saltos electrónicos definidos por estructuras diferentes (Ortíz, 2014). Se pueden observar los pigmentos orgánicos e inorgánicos, cuyos resultados se comparan con los espectros obtenidos con ejemplos de composición conocida; y su conservación (Matteini 2001). También es posible el estudio del estado de conservación de la celulosa porque cuando está envejecida absorbe la luz y amarillea (Kolar 2006). Sin embargo, Clarke (2001) cuestiona los resultados obtenidos con esta técnica porque considera que nos

son concluyentes y necesitan el apoyo de otros sistemas analíticos como XRD, Raman o IR.

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Pigmentos orgánicos e inorgánicos, y el estado de conservación de la celulosa.	(Clarke, 2001; Matteini 2001; Kolar 2006)

**a) FORS (espectrometría de reflexión de fibra óptica):** este método de análisis no destructivo es muy similar a una colorimetría, y se puede observar la reflectancia en función de la longitud de onda en la zona visible e infrarroja. Como cada pigmento, tanto orgánico como inorgánico tiene su propia curva de reflectancia espectral, es posible identificarlos. Las limitaciones de este sistema aparecen cuando los pigmentos son mezclas y no puros (Aceto et al. 2012b). También se ha aplicado este sistema en el estudio de tintas en dibujos (Gál, Čeppan, Reháková, Dvonka, Tarajčáková, and Hanus 2013)

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Pigmentos orgánicos e inorgánicos.	(Aceto et al. 2012b)

### 2.2.3.5. Rayos gamma

**a) Mössbauer (absorción resonante nuclear de libre retroceso):** es una técnica elemental, destructiva basada en la emisión y absorción resonante de los rayos gamma en sólidos. Su aplicación en tintas y papel se limita al estudio de materiales que contengan hierro y estaño, antimonio y cobalto (Clarke 2001a), o Co, I y Sb (Kolar 2006). Se ha aplicado en el estudio del contenido de Hierro en las tintas, sobre todo el contenido en Hierro (II) (Kolar 2006); también se han estudiado la relación de los polifenoles y los compuestos de hierro en las tintas (Gust and Suwalski 1994), el análisis del estado de las valencias del Hierro en las tintas ferrogálicas (Wagner, Bulska, Stahl, Heck, and Ortner 2004); y la influencia del ácido gálico (Kolar 2006). Otros autores han

combinado este sistema con otros como Raman y XRF para además de estudiar las tintas ferrogálicas, identificar sus componentes (Burgaud, Rouchon, Refait, and Wattiaux 2008). Dzinavatonga (Dzinavatonga, Bharuth-Ram, and Medupe 2014) estudia las valencias en el papel libre de tinta.

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Estados de oxidación de Fe, Sn, Sb, Co y I Tintas ferrogálicas: contenido de Fe(II), valencias del Fe, así como del papel sin entintar, relación de los polifenoles y los compuestos de Fe, influencia del ácido gálico	(Clarke 2001a; Gust and Suwalski 1994); (Wagner et al. 2004) ; (Kolar 2006); (Burgaud, Rouchon, Refait, and Wattiaux 2008; Dzinavatonga, Bharuth-Ram, and Medupe 2014)



### 2.2.3.6. Espectrometría de masas:

**a) Espectrometría de masas en tándem:** La espectrometría de masas en tándem (tándem MS, MS/MS), es un detector que se acopla a un sistema de separación cromatográfica y engloba el conjunto de técnicas que implican un segundo análisis de espectrometría de masas de iones seleccionados por su masa y denominados precursores. Para poder realizar este segundo análisis de masas, necesitaremos dos analizadores de masa acoplados, y por ello, se designa a un espectrómetro de masas en tándem, con el acrónimo (MS/MS). Se ha utilizado en la detección de la presencia de ácido tartárico en las tintas metalogáficas para saber si en su elaboración se utilizó el vino (Contreras 2012).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Presencia de ácido tartárico en muestras de tinta.	(Contreras 2012)

**b) DAPNe-NSI-MS (microscopio con una sonda de nanoextracción acoplada a una espectrómetro de masas con nanoespray):** para realizar un análisis con este sistema se requiere un volumen de 30µl. No deja huella destructiva en la superficie del documento, tiene alta resolución y es un análisis directo. Es capaz de detectar quelatos -que son moléculas complejas- de iones de hierro (II) y manganeso (II) de las tintas metalogálicas. También detecta la composición orgánica de las tintas de carbón y las más modernas (Huynh, Joshi, Leveille, Golden, and Verbeck 2014).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	No	Detectar quelatos de los iones de hierro y manganeso.	(Huynh, Joshi et al. 2014)

**2.2.3.7. EPR (resonancia paramagnética electrónica ):** técnica muy sensible que se aplica a cualquier sistema molecular que involucra algún fragmento con electrones no apareados. Se ha

empleado para confirmar la presencia de hierro (III) en pergaminos degradados por la polución (Ciglanská, Jančovičová, Havlínová, Machatová, and Brezová).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Confirmar presencia de hierro (III)	(Ciglanská et al.)

**2.2.3.8. THz-TDS (espectrometría de Terahercios en dominio del tiempo):** técnica que analiza las propiedades de una materia con pulsos cortos de radiación de Terahercios. Amplía la detección del FTIR porque, además de amplitud, muestra la fase de la radiación de Terahercios. Es muy útil porque muchas sustancias tienen huellas espectrales únicas en el rango de los Terahercios. Se ha utilizado para el estudio de constituyentes de tintas metalogálicas, como el contenido en cobre (Ruggiero, Bardon, Strlic, Taday, and Korter 2014) , completando el análisis con ATR-FTIR (Bardon, May, Taday, and Strlič 2013). También se ha utilizado esta tecnología para el estudio de las diversas formas de sulfato de hierro en las tintas, que caracterizan el estado de degradación de las mismas (Ruggiero, Bardon, Strlic, Taday, and Korter 2015).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Sí	-NO	Estudio del contenido de cobre en las tintas y del tipo y estado del sulfato de hierro.	(Bardon, May et al., 2013; Ruggiero, Bardon et al., 2014; Ruggiero, Bardon et al. 2015)

#### 2.2.4. Técnicas de análisis estructural:

**2.2.4.1. NMR (espectrometría de resonancia magnética nuclear):** este sistema estudia el comportamiento de la molécula mediante las interacciones entre átomos vecinos, en concreto a través de los núcleos al ser excitados en un campo magnético y de radiofrecuencia (Ortíz, 2013). Pueden realizarse los análisis sin toma de muestra e in situ con un NMR-MOUSE (Clarke 2001); pero también existe la posibilidad de realizarlo con toma de una micromuestra. Se ha utilizado, sobre todo, para la evaluación del estado de conservación de los manuscritos y la eficacia de los tratamientos de restauración. Desde la alteración de las zonas cristalinas y amorfas de la celulosa (Clarke 2001), como la degradación de ésta a causa de los procesos desacidificación (Blümich, Anferova, Sharma, Segre, and Federici 2003; Proietti, Capitani, Pedemonte, Blümich, and Segre 2004; Viola, Bubici, Casieri, and De Luca 2004). También ha servido de método de estudio para evaluar los efectos de deterioro de las

tintas metaloácidas (Casieria 2004; Manso and Carvalho 2009; Viola, Bubici, Casieri, and De Luca 2004); el estudio del papel (Casieri, Bubici, Viola, and De Luca 2004) e incluso un mapa coloreado del siglo XVII (Castro, Proietti, Princi, Pessanha, Carvalho, Vicini, Capitani, and Madariaga 2008). Viel (Viel, 2004) estudió con este método la porosidad del papel.

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si/No	Si/No	Análisis orgánicos e inorgánicos Alteración de la celulosa, efectos de deterioro de las tintas metaloácidas, eficacia de los tratamientos de restauración.	(Clarke 2001; Blümich, Anferova et al. 2003; Proietti, Capitani et al. 2004; Viola, Bubici et al. 2004; Casieria 2004; Casieri, Bubici et al. 2004; Castro, Proietti et al. 2008; Manso and Carvalho 2009, Viel, 2004)

**2.2.4.2. XRD (difracción de rayos X):** se basa en que las longitudes de onda de los rayos X se pueden comparar con el espaciado entre los espacios regulares de los átomos. Los rayos X, al incidir sobre la estructura se difractan generando un patrón que permite identificar la estructura cristalina. Es posible estudiar con ellos las

composiciones de cristales, sobre todo de muestras sólidas. Se ha aprovechado para el estudio de pergaminos (Wess, Drakopoulos, Snigirev, Wouters, Paris, Fratzl, Collins, Hillier, and Nielsen 2001), el análisis de pigmentos inorgánicos y tintas en manuscritos (Bakkali et al. 2014; Matteini 2001; Stuart 2007), y en procesos de degradación de estos (Cucos, Budrugaec, Miu, Mitrea, and Sbarcea 2011).

Actualmente se están desarrollando sistemas portátiles de difracción de rayos X (Duran et al. 2009; Pessanha, Manso, and Carvalho 2012).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si/No	Si/No	Estructuras cristalinas Pigmentos inorgánicos y tintas en manuscritos, identificación y procesos de degradación. Integridad estructural del colágeno del pergamino.	(Wess, Drakopoulos et al. 2001; Matteini 2001; Stuart 2007; Duran, Perez-Rodriguez et al. 2009; Cucos, Budrugaec et al. 2011; Pessanha, Manso et al. 2012; Patten, 2013)

## 2.2.5. Técnicas de separación

**2.2.5.1. Cromatografía:** los sistemas de cromatografía permiten separar componentes estrechamente relacionados en mezclas complejas.

**a) HPLC (cromatografía líquida de alta eficacia):** es un método muy rápido y eficaz, a la vez que alcanza una exquisita precisión, que separa los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatográfica (Clarke 2001). Es, además, capaz de separar sustancias no volatilizables siempre que éstas sean solubles (Matteini 2001). Se aplica al estudio de muestras inorgánicas, pero, sobre todo, orgánicas como el material proteico, aglutinantes, aprestos...(Espejo Arias 2004); e incluso de la encuadernación (Striegel and Hill 1996). Aunque Kurousi (Kurouski, Zaleski, Casadio, Van Duyne, and Shah 2014) dice que no se puede aplicar a muestras muy pequeñas, se ha empleado en el estudio del vino en las tintas con éxito (Contreras 2012). También ha resultado eficaz en el estudio de colorantes (López Montes 2006)

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Material orgánico e inorgánico.	(Striegel and Hill 1996; Clarke 2001; Matteini 2001; (Contreras 2012; Espejo Arias 2004; Kurouski et al. 2014)

**b) TLC (cromatografía de capa fina):** es un método manual, de bajo coste. Ofrece una información cualitativa y es capaz de determinar el número de componentes de una mezcla. Su principal limitación reside en el hecho de que le influye la temperatura ambiental y la saturación del disolvente (Clarke 2001). Se emplea, sobre todo, en el estudio de colorantes orgánicos, aunque también se puede aplicar en inorgánicos (Matteini 2001; Striegel and Hill 1996).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	Si	Colorantes orgánicos e inorgánicos.	(Striegel and Hill 1996; Clarke 2001; Matteini 2001)



**c) GS-MS (cromatografía de gases/espectrometría de masas):**

este sistema cromatográfico se emplea en la determinación de aprestos, como el almidón, y de la presencia de goma en las tintas metalogálicas. Para ello, la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de una columna cromatográfica. Es capaz de separar mezclas orgánicas complejas y complejos organometálicos, y determinar cualitativa y cuantitativamente los componentes de la muestra, que identifica al compararlos con un base de datos de elementos conocidos (Matteini 2001; Stuart 2007). En el MS (Espectrómetro de masa) una pequeña muestra convenientemente preparada se introduce en un instrumento y se volatiliza con el vacío. Con el haz de electrones que se irradia, se ionizan y se cargan eléctricamente las moléculas. Para poder identificar los elementos, se miden las ratios carga/masa de los iones que se producen en el detector (Clarke, 2001; Stuart 2007).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Identificación de materiales orgánicos y organometálicos.	(Matteini 2001; Stuart 2007)

**d) SEC (cromatografía de exclusión molecular en fase orgánica):** este sistema cromatográfico es el más complejo porque se deben separar las moléculas por tamaños para su identificación y estudio. Se ha aplicado, sobre todo, en el estudio de la celulosa (Stol, Pedersoli, Poppe, and Kok 2002; Strlič and Kolar 2003), en la distribución de las masas molares y el grado de depolimerización para estudiar los procesos de degradación donde se rompen las cadenas (Kolar 2006), el contenido de lignina (Kolar 2006), el deterioro de la gelatina (Stuart 2007); así como la degradación por efecto de los tratamiento de láser (Stuart 2007); y las tintas (Kolar 2006; (Kolar, Malešič, Kočar, Strlič, De Bruin, and Koleša 2012). Ha resultado eficaz,

también, para el estudio de los sistemas de estabilización de papel con fitato de calcio (Kolar et al. 2012).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Degradación de la celulosa y la gelatina, contenido en lignina del papel, efecto de los tratamiento láser y tintas.	(Stol, Pedersoli et al. 2002; Strlič and Kolar 2003; Kolar 2006; Stuart 2007; Kolar, Malešič et al. 2012)

**e) LDMS:** esta técnica es la suma de una cromatografía líquida y el espectrómetro de masas. Es capaz de determinar colorantes usados en manuscritos, tintas, resinas y gomas (Stuart 2007).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Colorantes, tintas, resinas y gomas.	(Stuart 2007)

**2.2.5.2. Electroforesis capilar:** es una técnica de separación de moléculas incluidas en la misma disolución, basada en la diferente velocidad de

migración de las diferentes especies cargadas bajo la acción de un campo eléctrico. La separación se lleva a cabo en un capilar de sílice fundido de diámetro muy pequeño. Requiere un pequeño volumen de muestra y no es una técnica muy precisa, pero es capaz de corroborar resultados de otras técnicas como HPLC (Espejo Arias 2004) e identificar tintas metalogálicas (Cuevas, Jiménez, and Portal 2009) y sepia (López Montes 2006)

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Identificación de tinta metalogálicas.	(Espejo Arias 2004; Cuevas, Jiménez et al. 2009)

**a) SDS-PAGE (electroforesis en gel de poliacrilamina):** técnica de separación de macromoléculas biológicas de acuerdo con su movilidad electroforética. Para el análisis de proteínas se añade un detergente a iónico (SDS, dodecil sulfato de sodio) que alinea las proteínas y les importa una carga negativa. Con este sistema se ha evaluado la integridad molecular del colágeno en pergaminos (Patten et al. 2013)

## 2.2.6. Técnicas físico químicas:

### 2.2.6.1. Análisis físicos:

**a) TGA (análisis termogravimétrico):** se trata de un sistema que mide la pérdida de peso de los materiales en función de un tiempo y una temperatura determinados. Se utiliza para identificar materiales escriturarios, como papiros (Franceschi, Luciano, Carosi, Cornara, and Montanari 2004); y cuantificar la edad aproximada de los mismos (Stuart 2007). Necesita de la toma de muestra y puede identificar elementos orgánicos e inorgánicos (Matteini 2001).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Soportes de escritura.	(Matteini 2001; Franceschi, Luciano et al. 2004; Stuart 2007)

**b) DSC (calorimetría diferencial de barrido):** graba la energía necesaria para establecer a temperatura cero la diferencia entre la muestra y un material de referencia en función de

un determinado tiempo y temperatura (Stuart 2007). Se utiliza, sobre todo, para estudiar procesos de degradación como el de la celulosa (Vicini, Princi, Luciano, Franceschi, Pedemonte, Oldak, Kaczmarek, and Sionkowska 2004).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Degradación de la celulosa.	(Vicini et al. 2004)

**c) DTA (análisis térmico diferencial):** con el aumento de la temperatura, la muestra sufre unas alteraciones físicas y químicas, además de una absorción o emisión de energía; y, generalmente, baja o sube de peso (Matteini 2001).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Compuestos orgánicos e inorgánicos.	(Matteini 2001)

**d) Test tensión:** para, por ejemplo, estudio del envejecimiento de resistencia a la rotura de los papeles (Erhardt, Tumosa, and Mecklenburg 2001).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Envejecimiento del papel y pruebas mecánicas de resistencia.	(Erhardt, Tumosa, and Mecklenburg 2001)

**e) DMA (análisis dinámico mecánicos):** determina las características mecánicas en función de la frecuencia y la temperatura. Se ha empleado para estudiar iluminaciones sobre pergamino (Cucos et al. 2011; Odlyha, Cohen, Foster, Aliev, Verdonck, and Grandy 2003; Stuart 2007).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Características mecánicas.	(Cucos et al. 2011; Odlyha et al. 2003; Stuart 2007)

**f) Viscosímetro:** este instrumento mide el número de monómeros que conforman la molécula de la celulosa (DP), y permite estudiar la degradación del papel. Requiere la

toma de una pequeña muestra de papel (Kolar 2006; (Ciglanská and Čeppan 2012).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Grado de polimerización.	(Kolar 2006; (Ciglanská and Čeppan 2012)

**g) Colorimetría:** el análisis colorimétrico se basa en la medida de la absorción de radiación en la zona visible por una muestra que puede ser una sustancia pura, o bien una mezcla o una disolución. En relación a su aplicación en manuscritos, Kolar (2006) señala este método útil para estudiar el cambio de color de las tintas durante su envejecimiento, evaluar la degradación del papel y realizar análisis de  $Fe^{3+}$ .



REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Estudiar el cambio de color de las tintas durante su envejecimiento, evaluar la degradación del papel y realizar análisis de Fe <sup>3+</sup> . Cambio de color del pergamino.	(Kolar 2006; (Ciglanská et al.))

### 2.2.6.2. Test y análisis químicos:

**a) Test de batofenantrolina:** con unas tiras empapadas en batofenantrolina, se consigue determinar de la presencia de Hierro (II) por contacto. No es un sistema apto para otros metales (Belhadj, Luu, Jacobi, Meslet-Struyve, Vez, Reissland, and Rouchon 2014; Neevel 2009).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Presencia de hierro (II).	(Belhadj et al. 2014; Neevel 2009)

**b) Determinación de la presencia de tintas ferrogálicas:** se añade una gota de 2 wt-%  $\alpha, \alpha'$  - dipiridilo en ácido tioglicólico sobre el escrito. Si aparece un color rosa o rojo significa que hay presencia de hierro, el color depende de la cantidad. Este reactivo reduce  $\text{Fe}^{3+}$  en  $\text{Fe}^{2+}$  durante la reacción (Stuart 2007).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Presencia de hierro.	(Stuart 2007)

**c) Determinación de la presencia de iones de cobre:** son unas tiras de papel con una solución de 5N- $\alpha$ -PAN en 1,4 dioxano (Kolar 2006).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
No	Si	Presencia de cobre.	(Kolar 2006)

**d) Ácido elágico para detectar taninos hidrolizables:** el ácido elágico se puede formar durante la oxidación del ácido gálico, y puede estar presente en taninos hidrolizables. El ácido gálico es

muy adecuado para el reconocimiento de tintas metalogálicas (Stuart 2007).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	No	Detección ácidos tintas.	(Stuart 2007)

**e) Determinación de la presencia de celulosa con acetato de anilina:** en un tubo de ensayo se añade a la muestra una gota de concentrado de ácido fosfórico, y se tapa con filtro de papel y una gota de acetato de anilina (se añaden a la anilina 1:1 ácido acético glacial y agua destilada). El tubo se calienta y, en presencia de celulosa, se aprecia un color rosa (Odegaard, Carroll, and Zimmt 2000).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	Si	Presencia de celulosa..	(Odegaard, Carroll et al. 2000)

**f) Test de Molish:** Determinación de la presencia de celulosa y sus derivados. Es una reacción cualitativa que tiñe cualquier carbohidrato presente en una disolución. Se añaden a la muestra

disuelta en acetona varias gotas de 2 wt-%1-naftol en etanol. Se depositan dos gotas de concentrado de ácido sulfúrico cerca de la muestra. Si hay presencia de celulosa, en 10-15 minutos aparece un color rojo-marrón; en cambio, si aparece un color verde señala la presencia de nitrato de celulosa, y un color entre marrón y negro, de lignina y otros azúcares (Stuart 2007).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	Si	Presencia de celulosa y derivados.	(Stuart 2007)

**g) Determinación de la presencia de lignina con fluoroglucinol:** se añade una gota de 5wt-floroglucinol a la muestra, y si hay lignina aparece un color rojo-violeta (Stuart 2007).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	Si	Presencia de lignina.	(Stuart 2007)

**h) Test de Lugol:** la presencia de almidón se detecta con la aparición de un color azul oscuro al añadir una gota de lugol (yodo en solución acuosa de yoduro de potasio) (Matteini 2001).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	Si	Presencia de almidón..	(Matteini 2001)

**i) Determinación de la presencia de aluminio:** se deposita una gota de aluminón en una parte del objeto. Si aparece un color rojo-rosa, hay presencia de iones de aluminio en el papel (Stuart 2007).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	Si	Presencia de aluminio.	(Stuart 2007)

**j) Test de Biuret** (Determinación de la presencia de proteínas): se añade una gota de 2 wt-% de sulfato de cobre a una pequeña cantidad de muestra. Al cabo de unos minutos se vuelve ligeramente azul; en presencia de proteínas el color es púrpura (Stuart 2007).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	Si	Presencia de proteínas.	(Stuart 2007)

**k) Quimioluminometría:** se trata de un análisis con toma de muestra donde durante ciertos cambios por la emisión de fotones, se forman productos de reacción en una fase de excitación y relajación que dan lugar a la quimioluminiscencia. Cuantos más fotones contenga el elemento, más reacciones tendrán. Con este sistema se han estudiado los fenómenos de estabilización y oxidación de los papeles afectados por tintas metalogálicas (Kolar 2006).

REQUIERE MUESTRA	IN SITU	ANÁLISIS	BIBLIOGRAFÍA
Si	Si/No	Estado de conservación del papel afectado por tintas metalogálicas.	(Kolar 2006)

Los esquemas analíticos descritos con anterioridad, ven ampliada su eficacia si se combinan entre ellos. De hecho, la mayoría de investigadores optan por la suma de las ventajas de varias técnicas bien para estudiar elementos diferentes, como pigmentos orgánicos o inorgánicos, o bien sea para ratificar el resultado de unos sistemas con otros.

Como dijimos, el sistema Raman es al que con mayor frecuencia confían los técnicos el estudio de los componentes de los manuscritos iluminados; y la combinación más habitual es la de **Raman + XRF**. Se trata de dos técnicas no invasivas que pueden ser utilizadas in situ si el diseño de los equipos lo permite, muy adecuadas para el estudio de manuscritos iluminados y de tintas (Plossi 2007) porque pueden ofrecer información tanto de elementos orgánicos como inorgánicos. En la caracterización de tintas metalogálicas se encontraron las más antiguas en unos manuscritos del siglo IV, y se pudo determinar que tenían un alto contenido en cobre, que puede corresponder a una preparación conjunta e sulfato de hierro y sulfato de cobre (Aceto, Agostino, Boccaleri, and Garlanda 2008). Respecto al estudio de códices medievales, es muy amplia la bibliografía (Burgio, Clark, and Hark 2010; Vandenabeele, Wehling, Moens, De Reu, Van Hooydonk, Von Bohlen, and Klockenkamper 2002) así como el ámbito geográfico de estudio, desde libros renacentistas italianos (Burgio, Clark, and Hark 2010), hasta manuscritos islámicos (Burgio 2008). En ocasiones se ha optado por sistemas microportátiles, que facilitan el estudio in situ (Duran, Franquelo, Centeno, Espejo, and Perez-Rodriguez 2011; Hamdan, Alawadhi, and Jisrawi 2012; Wehling and Van Hooydonk 1999).

Investigadores italianos (Aceto et al. 2012b) han diseñado un protocolo de análisis de manuscritos iluminados no invasivo con el que consiguen analizar pigmentos orgánicos e inorgánicos, e incluso pueden ayudar en la datación de este tipo de libros a partir de la introducción de pigmentos como el azul ultramar y el cinabrio<sup>50</sup>, con una asociación de **Raman + XRF + FORS + EDXRF**. La introducción del FORS y el EDXRF ayuda, sobre todo, en evitar las limitaciones descritas con anterioridad de acercarse a los elementos inorgánicos. Los mismos autores (Aceto et al. 2012b), proponen una combinación similar **Raman + XRF + FORS + UV-Vis** al que añaden un tratamiento quimiométrico de los datos de espectro. De esta forma, con el UV-Vis y el FORS inician el estudio con el tratamiento de los datos, lo continúan con una inspección visual con gran aumento conectado a una cámara digital, realizan un análisis con el XRF al que también aplican el tratamiento de datos, y terminan con el Raman para completar el proceso.

Otra posibilidad empleada años antes por éstos investigadores (Aceto et al. 2006), esta vez sí que es invasiva, es la suma de **Raman + XRF + SEM-EDS**, que les sirvió para determinar la presencia de cobre y sales de Cobre en tintas manuscritas, y estudiar así los procesos de degradación consecuencia de este elemento. Analizaron con instrumentos portátiles de Raman y XRF in situ los manuscritos, y después tomaron muestras para confirmar con el microscopio electrónico los resultados, ya que son más fiables. Chaplin y Clark emplearon el mismo método en el estudio de libros iluminados del siglo XVII (Chaplin, Clark, and Martínón-Torres

---

<sup>50</sup> En dos manuscritos del siglo VI del Imperio Bizantino



2010). Un sistema similar fue el **Raman + XRF + Mössbauer** utilizado en la identificación de la composición de tintas (Burgaud, Rouchon, Refait, and Wattiaux 2008).

En la línea de los análisis sin toma de muestra de Raman y XRF, podemos destacar el empleo del PIXE alfa, **Raman + XRF + PIXE alfa** para el análisis de pergaminos, tintas y pigmentos inorgánicos; y del láser IR, **Raman + XRF + Láser IR**, para el estudio de tintas y papel. Si bien el Raman puede ofrecer la composición molecular y el estado de conservación de la celulosa, el XRF determina los elementos químicos presentes excepto los de número atómico muy bajo. El estudio se completa con la visión del IR (Carrarini 2006). Una variante del anterior sirvió de instrumento para analizar pigmentos en manuscritos del siglo XII, y antiguas intervenciones de restauración; **Raman + XRF + UV-fotografía fluorescente + IRR** (Deneckere et al. 2011).

Para determinar el tipo de tinta de un documento, **Raman + XRF + FTIR** ofrece unos resultados complementarios porque con el XRF se puede determinar si es o no metalogáfica; con el FTIR se puede advertir si es insensible al carbón; y con el Raman se puede deducir que es una tinta mixta compuesta por carbón, campeche y sales de hierro, según el estudio de Bicchieri y Monti (Bicchieri, Monti, Piantanida, and Sodo 2008). También ha resultado útil en el análisis de cristales con tinta, donde aparecen sulfatos de calcio y de magnesio, y cristales con calcio y fósforo (Paulusová and Karhan), así como sales e impurezas (Bicchieri, Monti, Piantanida, and Sodo 2013). Otra aplicación ha sido el estudio de una restauración de 1917-19, en el que se pretende evaluar la reversibilidad de los

tratamientos anteriores con gelatina, nitrato de celulosa y seda (Bicchieri 2014) Para el estudio de pigmentos orgánicos e inorgánicos en manuscritos rumanos iluminados, se propuso la reunión de **Raman + XRF + FTIR + NIR** (Lupu). Para comparar los resultados de diversos procesos de restauración, antes y después de su tratamiento, se empleó **μRaman + XRF + ATR/FTIR + SEM/EDS** en una serie de dibujos de Pascarella (Bicchieri, Monti, Piantanida, Pinzari, Iannuccelli, Sotgiu, and Tireni 2012). Un estudio similar fue empleado en una investigación sobre el estado de conservación de papel y pigmentos, **Raman + EDXRF + FTIR + NMR + SEM/EDS**, aunque la metodología de análisis resulta más compleja por la cantidad de instrumentos utilizados (Castro, Pessanha, Proietti, Princi, Capitani, Carvalho, and Madariaga 2008); si bien los cuatro primeros no son invasivos, se ven con la necesidad de tomar muestra y verla con el microscopio electrónico para confirmar los resultados. Sin embargo, en el estudio de dibujos y pinturas renacentistas, la suma de **μRaman + EDXRF + FTIR + UV-Vis** resultó suficiente y satisfactoria a los estudiosos (Bruni, Caglio, Guglielmi, and Poldi 2008). Una combinación similar **μRaman + XRF + MidFTIR + UV-Vis** ha sacado a la luz la composición de los colores mayas el Codex de Madrid (Buti, Domenici, Miliani, García Sáiz, Gómez Espinoza, Jiménez Villalba, Verde Casanova, Sabía de la Mata, Romani, Presciutti, Doherty, Brunetti, and Sgamellotti 2014).

Como hemos visto, la suma del **Raman + FTIR** ofrece la ventaja de poder realizar un examen in situ que, a pesar de que se podría aplicar al estudio de pigmentos inorgánicos e orgánicos, no ha dado muy buenos resultados con éstos últimos (Bruni, Cariati, Casadio, and Guglielmi 2001); en

cambio, se ha demostrado muy adecuado en el estudio de la celulosa de papeles degradados con el propósito de elegir el mejor sistema de conservación (Librando1 2011). La adición de **Raman + FTIR +  $\mu$ FTIR** ha facilitado la investigación de pigmentos en antiguas impresiones (Striová, Coccolini, Micheli, Lofrumento, Galeotti, Cagnini, and Castellucci 2009). Para el estudio de manuscritos bizantinos (Nastova, Grupče, Minčeva-Šukarova, Ozcatal, and Mojsoska 2013) se combinaron varias técnicas que completaban el resultado de los análisis:  **$\mu$ Raman + ATR-FTIR + SEM/EDS**; todos los pigmentos y tintas, excepto el rojo púrpura (porque la fuente de fluorescencia dificultaba la detección de las bandas del Raman y se analizó con ATR-FTIR) se determinaron con Raman, y la caracterización de los pigmentos metálicos de oro y plata se llevó a cabo con el microscopio electrónico. Un caso similar lo encontramos en el análisis del “Osorio” (Lukačević, Ergotić, and Vinaj 2013)

El SERS amplía el campo de estudio del Raman, sobre todo en la detección de oro, cobre y plata; por eso, para el análisis de los pigmentos orgánicos e inorgánicos, así como de las tintas (que resultaron tener un alto contenido en Cu), en manuscritos islámicos, se empleó **Raman + SERS + Visible reflectance** (El Bakkali, Lamhasni, Haddad, Ait Lyazidi, Sanchez-Cortes, and del Puerto Nevado 2012). Para un análisis similar pero no destructivo se utilizó  **$\mu$ Raman + PIXE**, pero sólo se pudo obtener la identificación de pigmentos inorgánicos (Andalò, Bicchieri, Bocchini, Casu, Galletti, Mandò, Nardone, Sodo, and Plossi Zappalà 2001).

Tras el Raman que, como hemos podido observar es el sistema con mayor aplicación práctica solo o combinado en el

análisis de manuscritos, le siguen el XRF y FTIR, con numerosas variaciones, que pretender obtener resultados satisfactorios, en pigmentos inorgánicos y tintas. De este modo, si sumamos **XRF + FORS** podemos analizar in situ y sin necesidad de tomar muestras, tintas sobre pergamino (Aceto et al. 2012b) y también pigmentos (Picollo 2011); con **XRF + IR** la degradación de pergaminos históricos (Možir, Gonzalez, Kralj Cigić, Wess, Rabin, Hahn, and Strlič 2012); y con **XRF + UV** se consigue identificar tintas metalógicas (Mendoza Cuevas 2009). Para un análisis multielemental de pigmentos orgánicos, un sistema portátil muy útil es **XRF + IPC-MS**, aunque es necesaria una microextracción; como en la suma propuesta por los mismos investigadores de **XRF + GFAAS**, con el que consiguen determinar metales de transición en tintas históricas con una pequeña toma de muestra (Goltz, Chin, Hiebert, and Absalan 2010). Si además de determinar la presencia de metales resulta necesaria la cuantificación de cada uno de ellos, la muestra ha de ser introducida en el microscopio electrónico para estudiar con detalle la composición de tintas y la estructura de las fibras, después de observar con el XRF la composición elemental del papel, para finalizar con un estudio detallado de algunos elementos (Fe, Cu, Hg, Pb, Zn, Ca y S) con EMPA (Wagner et al. 2001); **XRF + SEM + EMPA**.

Resultados similares se pueden obtener con el instrumento FTIR complementado con otros, como **FTIR + EDXRF** para estudiar la composición química del papel (Doncea, Ion, Fierascui, Bacalum, Bunaciu, and Aboul-Enein 2009); o **FTIR + SR- $\mu$ XRF** para el estudio del cobre como agente acelerador del deterioro tanto de tintas como de pigmentos (Faubel, Staub, Simon, Heissler, Pataki, and Banik 2007); para la

investigación sobre la degradación de papel con **FTIR + UV-Vis** (Łojewski, Miśkowiec, Missori, Lubańska, Proniewicz, and Łojewska 2010); o el **FTIR + XRD** para la identificación no destructiva de papel de arroz (Na et al. 2004); y el **FTIR + SERS** para la caracterización de la tinta sepia (Centeno and Shamir 2008). Con toma de muestra para cuantificar los resultados de manera más precisa en el estudio de pigmentos de libros de coro, se han combinado **FTIR + SEM/EDS** (Martínez Blanes 2001). El uso del ATR ofrece nuevas posibilidades al estudio de los manuscritos. Ferrer (2007) unió **FTIR/ATR + DRIFT** para estudiar los papeles ácidos depositado en el Archivo de la Corona de Aragón de los siglos XIII al XVI. Fue capaz de identificar con este sistema la gelatina y la lignina presentes, evaluar el estado de degradación de la celulosa oxidada, así como los sistemas de desacidificación; e identificar los compuesto de las tintas (entre ellos la presencia de oxalatos). **FTIR/ATR + SEM/EDX + Py/GC/MS** resultó un sistema eficaz para demostrar la continuidad en el uso de tintas metalogálicas en el siglo XIX; con el ART/FTIR se realizaron análisis no destructivos completos de las tintas y se pudieron diferenciar varios tipos de tinta, con el SEM/EDX se obtuvieron imágenes de mayor calidad con las que se pudo estudiar la morfología de las tintas y su adhesión al papel, así como su composición inorgánica; por último, con Py/GC/MS se verificaron e identificaron los componentes metalogálicos (Gambaro et al. 2009), ya que este último sistema analítico es capaz de discernir composiciones orgánicas de las tintas como gomas, extractos de semillas, granada, hena... (Kolar 2006) y se pueden caracterizar papeles y tintas diferentes, envejecidas o no (Keheyanyan, Eliazyan, Engel, and Rittmeier 2009). Estos mismos autores probaron en ese mismo año (Ganzerla, Gambaro,

Cappelletto, Fantin, Montalbani, and Orlandi 2009) la introducción de la cromatografía de gases, de modo que con **FTIR/ATR + SEM/EDS + HPLC –MS/MS + Py/GC/MS**, pudieron estudiar in situ y sin toma de muestras la composición del papel y el adhesivo animal, así como su degradación (FTIR completado por ATR); determinar con el microscopio electrónico los componentes, obtener imágenes de mayor resolución, distinguir esporas y cristales, y estudiar la morfología de las fibras; la cromatografía ayudó en el estudio de los extractos orgánicos del papel, y la determinación de la presencia de ácido vinílico y de lignina; y, por último, con Py/GC/MS verificaron los resultados como la presencia de cola y el nivel de degradación de la celulosa. Si se trata de pergaminos, **FTIR + SEM + DSC + DTA + NMR + TG, UV-Vis-NIR** se ha demostrado efectivo para determinar los históricos (Badea, Miu, Budruga, Giurginca, Mašić, Badea, and Della Gatta 2008). Para el estudio de la composición de tintas y pigmentos orgánicos e inorgánicos en “The Book of Kells” se combinaron **MidFTIR + XRF + RF + TC-SPC** (Doherty et al. 2013).

El microscopio electrónico de barrido se emplea en el estudio de las tintas. Su uso puede ser individual, o se le pueden añadir otros sistemas para completar algún aspecto determinado. El IPC-MS, la absorción atómica, el horno de grafito e incluso el PIXE podrían tener mayor sensibilidad. Como hemos explicado con anterioridad, los microscopios electrónicos están acompañados por otros sistemas internos de rayos X, que según si son semicuantitativos o cuantitativos, se les denomina EDX o EDS respectivamente. Por ejemplo, en varios artículos del Instituto de Patrimonio Histórico Español

(Martín de Hijas, Egido, González, and Juanes 2008; Martín de Hijas 2008) utilizaron **SEM/EDX + EDXRF** (portátil) para estudiar las tintas y pigmentos inorgánicos, incluido el oro. Con el SEM/EDX determinaron la mezcla de pigmentos y la superposición de estratos, así como la proporción de Cu, Hierro y Zn presente en las tintas; y con el EDXRF tuvieron información de elementos inorgánicos presentes con peso atómico mayor que el silicio. Si además queremos estudiar los componentes orgánicos de las tintas, el SEM/EDX se puede completar con **SEM/EDX + GC/MS** (Espadaler 1995). Con **SEM/EDS + AAS** se puede definir la concentración de Hierro en la superficie (Virro, Mellikov, Volobujeva, Sammelseg, Asari, Paama, Jürgens, and Leito 2008). Un profundo estudio sobre el bermellón se ha podido efectuar con la combinación de **SEM/EDS + XRD** (Miguel, Pinto, Clarke, and Melo 2014)

Un sistema microdestrutivo eficaz como el descrito en líneas anteriores para el estudio de la distribución del Fe, Cobrey Mn en la superficie del papel en relación con los procesos de deterioro de las tintas es el **LA-IPC-MS**. Si añadimos GFAAS, de modo que **IPC-MS + GFAAS**, los investigadores han demostrado que también se puede determinar la presencia de Hierro y Cu, al conectar el IPC-MS a un láser para observar los patrones de distribución de los dos metales en las zonas del manuscrito. La dificultad que encontraron es que con la obtención de muestras líquidas para el GFAAS, éstas pueden ser contaminadas (Wagner, Garboś, Bulska, and Hulanicki 1999); sin embargo resulta muy efectivo en la evaluación de sistemas de restauración, antes y después de cada proceso. Años más tarde, un equipo similar de investigadores (Wagner et al. 2001) amplió esta combinación,

**IPC-MS + GFAAS + ETAAS**, de modo que con el IPC-MS se obtenían excelentes límites de detección y se podían comparar muestras reales con otras de laboratorio; sin embargo, al introducir microlitos de muestra en los otros sistemas para analizar la concentración de Fe, tuvieron problemas con las soluciones utilizadas porque afectaban al color del Hierro y dificultaban enormemente la lectura del resultado.

Kolar (2006) recomendaba el **GC/MS** para el análisis de compuestos volátiles orgánicos (VOC) producto de la degradación del papel; y Vandennebeele (Vandennebeele and Moens 2004) se decantaba por el **MRS + TXRF** para el examen de manuscritos medievales con micromuestra. Con el MRS obtuvo información de la composición molecular elemental orgánica e inorgánica de los pigmentos, y con el TXRF identificó pigmentos orgánicos y detectó impurezas (lo que podría ofrecer una información complementaria sobre la manipulación del volumen e, incluso, la procedencia).

Para la determinación de la cantidad de  $\text{Fe}^{2+}$  en tintas metaloácidas históricas, se ha empleado **XANEX + Mössbauer** (Arçon et al. 2007). Con **XANEX + ICP-AES + SEM/EDS** se han evaluado los efectos de los tratamientos con fitatos en manuscritos con tintas degradadas por oxidación (Rouchon et al. 2011a).

Al análisis no destructivo e inicial de UV-Vis se suman otros sistemas para obtener mayores resultados. De esta forma, **UV-Vis + GFAAS** ha resultado útil en el estudio de tratamientos de conservación y en la determinación de los contenidos de Hierro en las tintas (Bulska, Wagner, and Sawicki 2001). Resultados similares se obtienen con **UV-Vis +**



**electroforesis capilar** (Sevaitiene 2005). La combinación con rayos X, **UV-Vis + EDXRF** resultó eficaz en el estudio de manuscritos portugueses (Moura, Melo, Casanova, and Claro 2007). Kolar (2006) describe como metodología útil para distinguir entre tintas de bistre, sepia y hierro, la suma de **UV-Vis + NIR**. Las tintas metaloácidas envejecidas tienen un halo fluorescente aunque por ellas mismas no son fluorescentes (las tintas de bistro, sin embargo, son un poco fluorescentes y las de carbón nada). Este sistema, sin embargo, tiene una limitación importante porque si la tinta tiene poco contenido en Hierro o los complejos de  $\text{Fe}^{3+}$  están muy degradados, el resultado del análisis es el de una tinta que parece bistre.

El **plasma inducido por láser** combinado con la **imagen multispectral** ha resultado eficaz en el estudio no invasivo de pigmentos en manuscritos iluminados (Melessanaki, Papadakis, Balas, and Anglos 2001); y con **AAS**, para la determinación de la presencia de Hierro y Cobre (Wagner, Garboś, Bulska, and Hulanicki 1999).

Tal y como hemos apuntado en alguna ocasión, la aplicación de diversos sistemas de análisis es más frecuente en manuscritos, pero cada vez más el estudio de las tintas de dibujos de autores como Lucca Cambiaso, despiertan el interés de los investigadores (Zucchiatti, Font, and Galassi 2012), que encontraron en el **PIXE + IRR** el procedimiento adecuado para su trabajo.

Por último, con el fin de acercarse a las nanoestructuras magnéticas y su manera de asociación en tintas metalogólicas, recientemente se ha aplicado el uso de **SANS + PGAA** (Kumari, Kline, Dennis, Mossine, Paul, Deakyne, and Atwood 2012).



## **Capítulo 3**

---

# **Metodología**



Mediante este trabajo se pretende ante todo caracterizar algunos elementos traza, fundamentalmente metálicos, de las tintas valencianas entre 1250 y 1600 para entender su comportamiento y su influencia en el estado de conservación. El punto de partida ha sido la toma de muestras de tinta, papel y secante de libros manuscritos procedentes de treinta y cinco archivos municipales de la Comunidad Valenciana para su consiguiente análisis físico-químico, valoración y comparación.

Posteriormente completamos esta labor con un trabajo experimental consistente en la reproducción de tintas a partir de recetas antiguas, incluyendo variantes intencionadas con el objeto de despejar interrogantes concretas. Tanto los ingredientes utilizados en los ensayos como las muestras de las tintas resultantes han sido sometidos al mismo sistema de análisis físico-químico que las muestras antiguas procedentes de los archivos valencianos.

Con todo ello, más los estudios cuantitativos y estadísticos de los componentes y procesos de sesenta y cuatro recetas seleccionadas entre las fuentes escritas consultadas, que desarrollamos en el siguiente capítulo, pretendemos comprender la naturaleza y comportamiento de las tintas metalógicas para alcanzar a una serie de conclusiones que expondremos en el capítulo VI.



### **3.1. Investigación sobre muestras de tintas valencianas (1250-1600)**

#### **3.1.1. Toma de muestras**

Los archivos de la Comunidad Valenciana, afortunadamente, custodian numerosos manuscritos, sobre todo libros de la administración local, protocolos notariales y cartas reales o privilegios. Seleccionamos entre todos los depósitos aquellos que conservaran documentación anterior a 1600, o con un leve margen posterior. Se intentó que la distribución del rastreo fuera equitativa y se presuponía una toma de veinticinco muestras por archivo. Pero la desigual distribución de fondos en cuanto a secuencias temporales, tipo de volúmenes y cantidad nos hizo desistir de este criterio. De ahí diferencias tan notables como la que se observa, por ejemplo, entre las ciento treinta muestras extraídas del archivo de Cocentaina frente a las cuatro de Pina de Montalgrao. También estipulamos en un principio distribuir en intervalos de diez años la selección de los volúmenes para lograr un muestreo proporcionado. En archivos grandes, como el de la Catedral de Valencia, fue fácil seguir esta pauta; no así en otros cuyas series documentales estaban incompletas, donde la selección trató de acercarse lo máximo posible al criterio establecido, pero no deja de ser un tanto aleatoria.

Aunque nuestros fondos archivísticos guardan manuscritos de diversa naturaleza -como la Catedral de Valencia que custodia tanto bulas, *Quinque libri*, como protocolos notariales- hemos estimado conveniente elegir una

misma tipología documental. Entre la eclesiástica y la civil, hemos optado por esta última ya que está mejor catalogada y es con la que más trabajamos en los procesos de restauración. No obstante hemos incluido varios volúmenes de temática religiosa -*Clavaris o Llibre de visita d l'Església*- procedentes de archivos en los que no existía documentación civil de la época que nos ocupa.

A continuación hacemos una relación del tipo de documentos clasificados según el organismo o institución que lo genera; recogemos, tal cual aparecen, las distintas denominaciones que se aplicaban a un mismo tipo de documento dependiendo del archivo o la zona. Como veremos, algunas series son muy comunes en todos los fondos -*Manual de Consells*- y otros, más específicos y cuya localización hemos puesto entre paréntesis, solo los hemos encontrado en algunos archivos concretos - *Llibre de arrendaments del moll* de Alicante-.

a) Libros y documentos del gobierno municipal y sus funcionarios:

- *Manual de Consell*<sup>51</sup>; *Llibre de Consells*; *Llibre d'actes del Consell*; Actas capitulares; Concejo; Manual de Consells y Plenos.

- *Mustassaf*<sup>52</sup>; *Llibre del Mustaçaf*

---

<sup>51</sup> Actas que recogen la actividad municipal de la villa, es decir, las actuaciones que proceden de sus gobernantes y ciudadanos.

<sup>52</sup> Cargo de origen musulmán que pasó a regularse como órgano municipal tras la Reconquista. Se trata de un funcionario municipal elegido generalmente una vez al año, encargado de contrastar pesos y medidas, de



- *El Justícia*<sup>53</sup>; *Mà de execusió del Justícia*; *Cort del Justicia*; *Procesos*; *Llibre Judiciari*; *Mandamientos judiciales*; *Sentencias*; *Procés*; *Alegacions*; *Llibre de cort*; *judiciari de la cort*; *Qüern del Judiciari*; *Llibre de obligacions i Condepnacions*; *Autos y sumàries providències del Justícia*
- *Llibre de Peita*<sup>54</sup>; *Peyta*; *Padró de Peytes*; *Cappadró de la Peita*
- *Extravagants*<sup>55</sup> (Alcoi)
- Cartas
- *Llibre de cambrer*
- Libro de visitas de aguas (Alicante)
- *Llibre de arrendaments del moll* (Alicante)
- Instancias
- Pleito de fronteras
- *Padrones*; *Aveinaments*; *Vehins Novells*; *Llibre de Cappatró*

---

comprobar la calidad de las cosas que se vendían y de velar por los precios de las mercaderías. También velaba por la ordenación urbanística y vigilaba la salubridad de las calles: Narvona Vizcaíno, Rafael Narbona. 1995. *Valencia, municipio medieval: poder político y luchas ciudadanas (1239-1418)*: Ajuntament de Valencia= Ayuntamiento de Valencia.

<sup>53</sup> Cargo que, que además de las funciones propiamente judiciales, ostentaban "una tarea de carácter presidencialista en el seno de la municipalidad". Narvona Vizcaíno, R. (1995). *Valencia, municipio medieval: poder político y luchas ciudadanas (1239-1418)*, Ajuntament de Valencia.

<sup>54</sup> Recoge los asientos del impuesto recaudatorio municipal de época foral con el que se hacía frente a las diferentes necesidades y obligaciones económicas que tenía el municipio. Era una carga fiscal sobre bienes muebles y ganaderos (excepto animales de labor) que tenía cada vecino. [http://www.ivcr.es/media/descargas/restauracion\\_ivcr\\_libros\\_archivo\\_peg\\_o\\_w.pdf](http://www.ivcr.es/media/descargas/restauracion_ivcr_libros_archivo_peg_o_w.pdf) (12 de enero de 2015).

<sup>55</sup> Fuera del código establecido, actos y leyes particulares.

- Libros de cuentas de la Clavería; *Claveria comuna, cuentas; Manuals de Albarans; Llibre de totes les dates e rebudes; Mano de Clavería; Cuentas de la Clavería; Llibre de Clavería del Consell*
- Censales; *Quitament de Censals*
- Negociación (Valencia)
- *Sotsobreria de Murs i Valls*<sup>56</sup>; *Libros de fàbrica de Murs i Valls*
- Juramento
- Memorial; *Memorial, capbreu o repertori*
- *Llibre de eleccions del officis* (Bocairent)
- *Ordinacions*
- *Llibre de fitades, passos...*(Cabanès)
- *Escritures de la villa* (Castellón)
- *Registres de capítols*
- *Jurats; Llibre de compters del magnífichs jurats*
- *Àpoques*
- *Llibre de Cauteles Antiques* (Pego)
- Abastecimiento de carnicerías (Requena)
- Libro de Pósito<sup>57</sup>
- Toma de cuenta de los gruesos (Sax)
- Concesión de derecho de Sisas (Dénia)
- Elecciones del Justicia
- Tatxa (Dénia)
- Ingresos de espósitos (Diputación de Valencia)
- *Arrendaments*

---

<sup>56</sup> Se ocupaba de la coordinación de las obras públicas, como el mantenimiento y mejora de muros, fosos y alcantarillas.

<sup>57</sup> Era la institución encargada de realizar el acopio de grano y cereales para poder prestarlo en época de hambruna y sequía a los campesinos. [http://www.bibliotecaspublicas.es/requena/imagenes/contenido\\_10422.pdf](http://www.bibliotecaspublicas.es/requena/imagenes/contenido_10422.pdf) (12 de enero de 2015)

- Cuentas de la Alona (Gandia)
- Cuentas de propios
- Mandamiento del corregidor
- *Llibre de assignacions, manaments*

b) Libros notariales

- Libros: Registros notariales y *Baldufari*
- Tipologías documentales: Testamentos, *Inventari de bens*, estamentos y legados; y capítulos matrimoniales

c) Documentos religiosos

- *Llibre de visites de amortizació*
- *Llibres de visites de l'esglèsia*

d) Documentos reales o instituciones forales del reino

- Privilegios y provisiones reales, *Llibre de letres y provisions*
- *Clams, instancias, querellas y demandas* (Valencia)
- Cartas reales
- *Procurador general i Batlia*

e) Instituciones de caridad

- Censos de hospital; *Administració de l'hospital; Llibre de compters de l'hospital*
- *Llibre de l'Almoina* (Bocairent)
- Limosna de vestir pobres vergonzantes (Cabanès)
- *Clavaris*

## f) Universidades

- Libros de grado (Valencia)

Partiendo de los requisitos de nuestra investigación hemos accedido a lo largo de la geografía valenciana a treinta y cinco archivos que hemos numerado conforme a la tabla general de muestras que se adjunta en los anexos (tabla A. 3).

### a) Provincia de Castellón:

- Archivo Municipal de Altura (4)
- Archivo Municipal de Cabanes (10)
- Archivo Municipal de Castellfort (11)
- Archivo Municipal de Castellón (12)
- Archivo Municipal de Cinctorres (14)
- Archivo Municipal de Culla (16)
- Archivo Municipal de Pina de Montalgrao (26)
- Archivo Municipal de Segorbe (29)
- Archivo Municipal de Vila-real (31)
- Archivo Municipal de Vilafranca del Cid (32)

### b) Provincia de Valencia:

- Archivo Municipal de Albalat de la Ribera (1)
- Archivo Municipal de Alzira (5)
- Archivo Municipal de Valencia (7)
- Archivo Municipal de Bocairant (9)
- Archivo de la Catedral de Valencia (13)
- Archivo de la Diputación de Valencia (18)

- Archivo Municipal de Gandia (20)
- Archivo Municipal de Ontinyent (22)
- Archivo Municipal de Requena (27)
- Archivo Municipal de Sueca (30)
- Archivo Municipal de Xàtiva (34)

c) Provincia de Alicante:

- Archivo Municipal de Alcoi (2)
- Archivo Municipal de Alicante (3)
- Archivo Municipal de Biar (8)
- Archivo Municipal de Cocentaina (15)
- Archivo Municipal de Dénia (17)
- Archivo Municipal de Elche (19)
- Archivo Municipal de Ibi (21)
- Archivo Municipal de Monforte del Cid (22)
- Archivo Municipal de Orihuela (24)
- Archivo Municipal de Pego (25)
- Archivo Municipal de Sax (28)
- Archivo Municipal de Xixona (35)
- Archivo Municipal de Castalla (36)
- Archivo Municipal de Villena (33)

Podrían echarse en falta en esta lista archivos tan importantes como el fondo de protocolos del Real Colegio Seminario del Corpus Christi de Valencia, o el archivo notarial de Morella. La razón de obviarlos no es otra que limitar el trabajo, considerando que las muestras recogidas eran ya lo suficientemente significativas como para poder llevar a cabo un estudio de conjunto. No obstante, sobre todo en el caso del

Colegio del Patriarca -Real Colegio Seminario del Corpus Christi- tenemos en- proyecto realizar un estudio pormenorizado de las tintas de sus manuscritos que podrá ser comparado con los resultados de la presente investigación.

Cada muestra, hasta un total de novecientas ochenta y nueve, ha sido extraída in situ con el asesoramiento de los archiveros y bajo su supervisión. Las muestras son inferiores a un milímetro (figura 15); en los libros bien conservados se han tomado de zonas con manchas o exceso de tinta (figura 14), y en aquellos donde la oxidación estaba muy avanzada se han aprovechado los restos desprendidos. En algunas ocasiones nos hemos ayudado de lupas y cuentahilos para asegurar su correcta extracción (figura 16) <sup>58</sup>.

---

<sup>58</sup> En relación a la conveniencia o no de la toma de muestras en el estudio de los bienes culturales se puede consultar el trabajo realizado por Marian del Ejido y David Juanes Del Egado, M.; Juanes, D. 2011. Pp. 223-236 in *12º Congreso Español de Ensayos No Destructivos*. Valencia.



Figura 14: Toma de muestra de tinta de una zona de mancha, en un manuscrito del archivo municipal de Cocentaina.



Figura 15: Tamaño de la muestra, inferior a un milímetro.



Figura 16: Extracción de muestras en un manuscrito del archivo municipal de Orihuela.



### 3.1.2. Selección del sistema de análisis

Tal como hemos expuesto en el estado de la cuestión, en un principio existen varias técnicas idóneas para detectar compuestos orgánicos e inorgánicos en un solo análisis, como el Raman o el FTIR; no ha sido posible acceder al primero porque el CulturArts IVC+R de la Generalitat Valenciana no dispone de esta tecnología, y en cuanto al FTIR hubo que descartarlo después de realizar algunas pruebas con el cabezal de ATR acoplado al observar que el tipo de punta disponible para este detector rompía las muestras.

Finalmente seleccionamos como sistema de análisis el microscopio electrónico de barrido con espectroscopia dispersiva de rayos X, ya que es capaz de detectar los metales presentes en las muestras. De este modo podemos determinar la sal metálica empleada en la elaboración de las tintas - generalmente sulfato ferroso-, así como posibles impurezas y trazas de otros metales provenientes del soporte o de los ingredientes orgánicos de las tintas. Se trata, en definitiva, de un sistema efectivo y suficiente para darnos una lectura semicuantitativa y cualitativa de los elementos inorgánicos.

Las muestras se han analizado en un microscopio electrónico de presión variable Hitachi S3400N acoplado a un espectrómetro EDX Bruker Quantax, termoeléctricamente refrigerado (figuras 18 y 21), por lo que no es necesario el recubrimiento de las mismas con carbón u oro. Con el fin de poder introducir directamente una parte de las muestras

(figura 17) en el microscopio electrónico (figura 18) se prepararon adheridas a una cinta a doble cara (figuras 19 y 20).

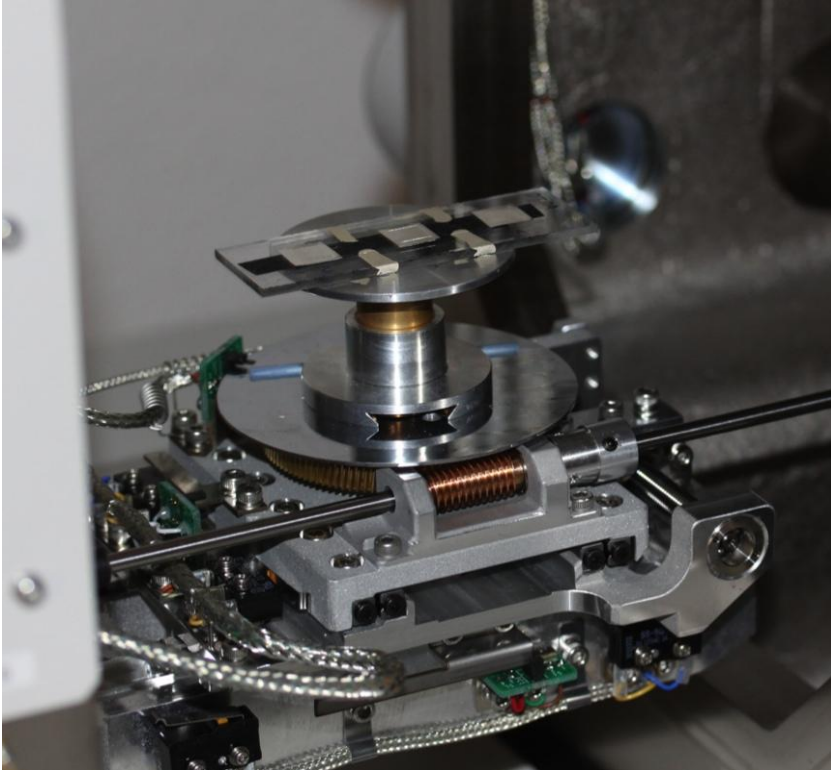


Figura 17: Bandeja de posicionamiento de las muestras en el SEM/EDX.



Figura 18: microscopio electrónico de presión variable acoplado a un espectrómetro EDX, propiedad del IVC+R, CulturArts.



Figura 19: Tubos con las muestras y preparación sobre la cinta a doble cara.

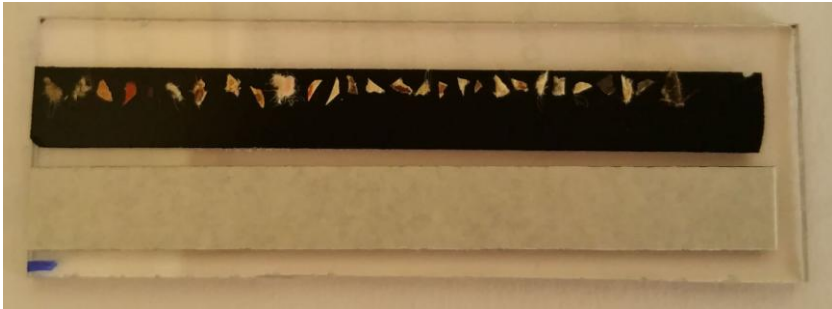


Figura 20 : Preparación de las muestras sobre la cinta a doble cara.

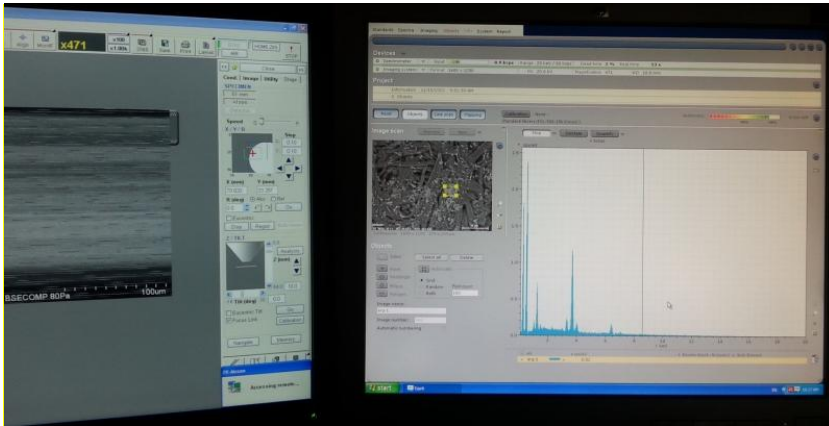


Figura 21: Lectura de los componentes inorgánicos en la pantalla del SEM-EDX (IVC+R, CultuArts, Generalitat Valenciana)

### **3.2. Pruebas experimentales: elaboración de tintas a partir de recetas antiguas**

Con el fin de comprender mejor los procesos de elaboración de las tintas valencianas, decidimos reproducir varias de las recetas que tenemos documentadas (ver tabla A.1) introduciendo en algunos casos variantes intencionadas. Somos conscientes de que no podemos igualar los materiales de hace quinientos años, ni tampoco los recipientes contenedores o el proceso exacto de elaboración ya que la información es muy escueta y podrían faltar algunos pasos o "trucos" utilizados por los escribanos. A pesar de ello, estas pruebas nos ha servido para entender que el mundo de las tintas metalogálicas es muy amplio y cualquier pequeña variación puede influir no sólo en el resultado final de la tinta sino también en su estado de conservación. Así, hemos podido comprobar la existencia de una gran variedad de agallas, hecho que podría extrapolarse a otros componentes como el sulfato metálico, cuya diversidad vendría determinada por las impurezas de la mina de extracción.

A lo largo del experimento se ha trabajado sobre las tintas de distintas maneras antes de analizarlas con SEM/DEX. En todos los casos se ha tomado muestra del líquido resultante en cada paso de fabricación; igualmente se han extraído muestras tras escribir sobre papel antiguo; y en dos casos concretos, además, se han sometido a un proceso de envejecimiento acelerado sobre el papel.

### 3.2.1. Selección y origen de los ingredientes

Hemos utilizado para la reproducción de las tintas cada uno de los ingredientes indicados en las recetas. Si bien los de procedencia orgánica como las agallas, el mirto, el zumo de granada, la miel o la goma arábiga son probablemente bastante similares a los originales, en el caso de los ingredientes inorgánicos -sulfatos y alumbre-, y los solventes -agua y vino- sí pueden existir diferencias respecto a los de siglos pasados en cuanto a pureza y composición. Somos conscientes de que la tinta final no se corresponde con exactitud con la que se obtendría en siglos pasados pero consideramos que nos acercamos razonablemente a los resultados de las formulaciones originales.

Los ingredientes utilizados fueron los siguientes:

- AGALLAS DE ROBLE: se han empleado varios tipos de agallas porque desconocemos cuáles son exactamente las referidas en las fuentes escritas. La documentación menciona las agallas *crepadas* (que serían las más grandes con protuberancias), otras más pequeñas, las "oscuras" y las de Alepo, pequeñas pero muy pesadas. Ante la imposibilidad de conseguir estas últimas, utilizamos agallas importadas de Estambul que entendemos serían muy similares.
  - agallas puntiagudas (figura 22)
  - agallas claras, pequeñas y redondas (figura 23)
  - agallas claras, pequeñas y oscuras (figura 24)
  - agallas de Turquía (figura 25)



Figura 22: Agallas de roble puntiagudas.



Figura 23: Agallas de roble claras y redondas.



Figura 24: Agallas de roble claras y redondas.



Figura 25: Agallas de roble turcas.



- AGALLAS DE CARRASCA de Sarrión, Teruel (figura 26): a pesar de no aparecer documentadas, tuvimos acceso a estas agallas, que son realmente parecidas a las de roble, y quisimos comprobar la probabilidad de hacer tintas con ellas. Consideramos posible que, al igual que sucede con la goma arábica, la similitud de estas agallas con las de roble propiciara su uso alternativo en zonas próximas, del mismo modo que están documentadas las agallas de encina<sup>59</sup>.

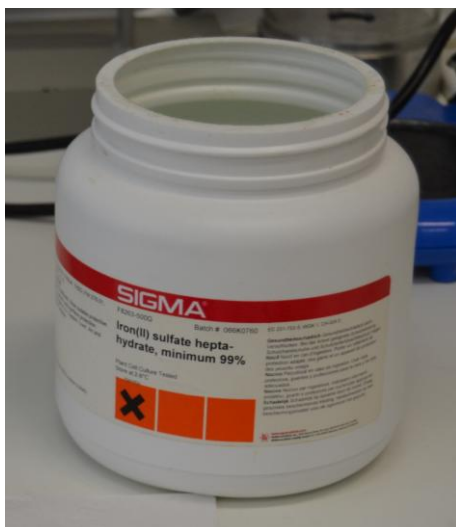


Figura 26: Agallas de carrasca de Sarrión, Teruel.

---

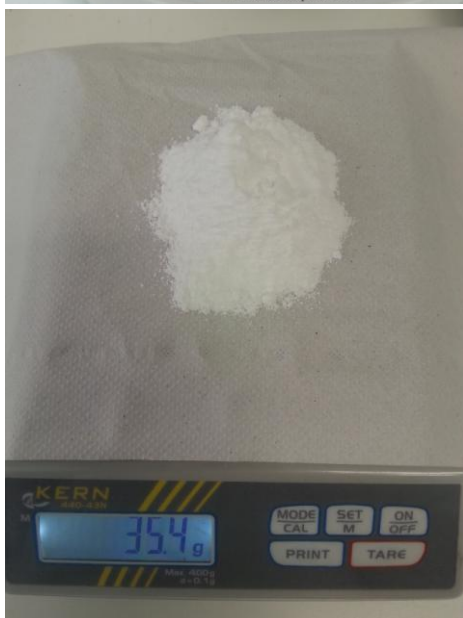
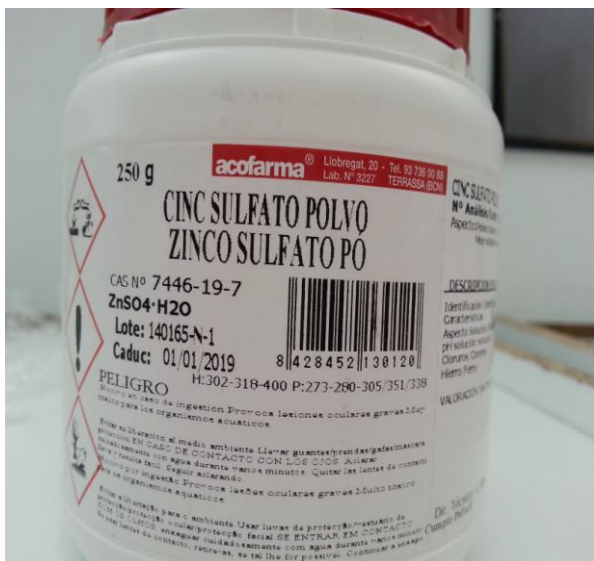
<sup>59</sup> “El arbitrio de la noche agradó al Arte, i queriendo disponerse a hacer la tinta, los Dioses que entre ellas nubes están atentos al caso, anteviendo que con tal invención havia la Gloria de llegar a ser Diosa, procuran anticiparse a lisonjear su voluntad, i para perfección de la obra que intenta, Baco le subministra el vino, Júpiter las agallas de encina, Pomona la goma arábica, Vesta el vitriolo, Febo el calor: del cual, y de aquellos materiales resulta la tinta”. Saavedra Fajardo, D. [1655] (1768): *República literaria. Obra Posthuma*. Valencia, pag., 29.

- SULFATO DE HIERRO: Sulfato de hierro (II) heptahidratado, mínimo 99%, de la casa Sigma© (figuras 27 y 28).



Figuras 27 y 28: Sulfato de hierro heptahidratado: contenedor y contenido.

- SULFATO DE ZINC: en polvo  $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , de la marca Acofarma© (figuras 29 y 30).



Figuras 29 y 30: Sulfato de zinc: contenedor y contenido..

- GOMA ARÁBIGA (figura 31).



Figura 31: Goma arábica.

- AGUA CORRIENTE: se optó por este tipo de agua y no por la destilada, que podía resultar demasiado purificada. Pensamos que el agua corriente, con algunas impurezas, nos acercaría más a la que pudieran haber utilizado los antiguos escribanos. Para evitar confusiones, se realizó un análisis individualizado del contenido de minerales del agua para poder descartarlos o localizarlos en los análisis posteriores de las tintas.
- VINO BLANCO: *Casón Històrico*. Bodegas J. Gacía Carrión.

- ZUMO DE GRANADA NATURAL (figura 32 y 33).

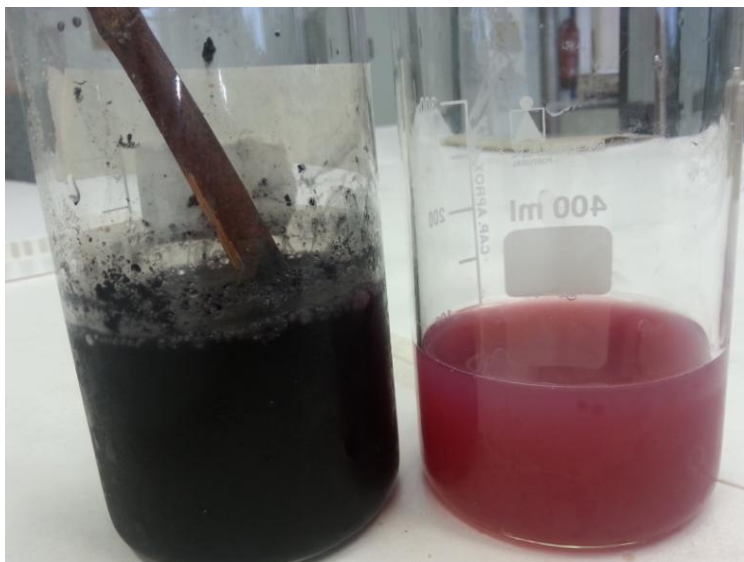


Figura 32: Tinta elaborada con agallas, vitriolo, agua y goma a la que se va a añadir el zumo de granada natural.

- CORTEZAS DE GRANADA (figura...).



Figura 33: Granadas preparadas para extraer la corteza.

- ALUMBRE (figura 34).



Figura 34: Alumbre de roca fragmentado para añadir a la tinta.

- HOJAS DE MIRTO procedentes del Jardín Botánico de Valencia (figura 35).



Figura 35: Rama de *Myrtus communis*.

- MIEL DE ROMERO

Como recipientes hemos empleado vasos de precipitado de vidrio (figura 36) y para colar las tintas, trapos de lino denso o algodón según el caso.



Figura 36: Tintas en proceso de elaboración en vasos de precipitados.



### 3.2.2. Preparación de muestras patrón para análisis

En cada una de las recetas reproducidas hemos tomado muestras de los sucesivos pasos de elaboración para su posterior estudio. Por un lado depositamos gotas de estas fases sobre un portaobjetos para su análisis con SEM/EDX (figuras 37 y 38), y por otro lado rellenamos tubos de muestra para futuros estudios en HPLC-MS-MS (figuras 39 y 40).

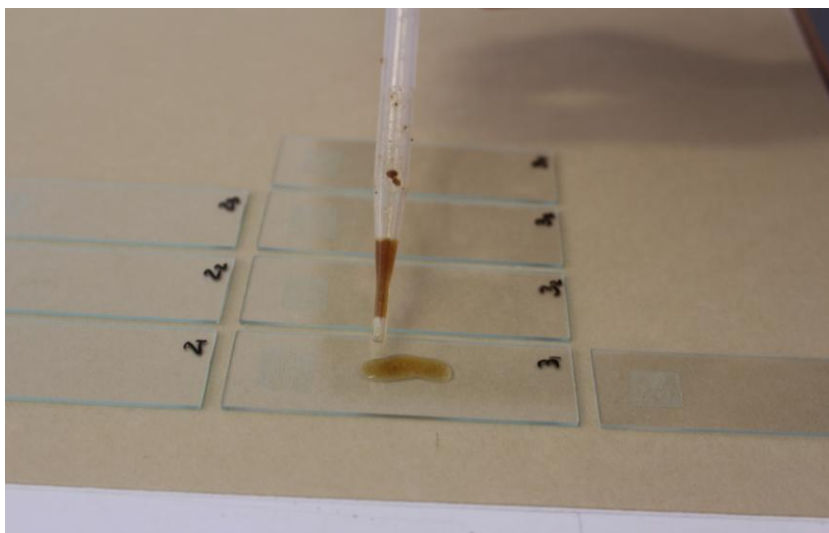


Figura 37: Toma de muestra de la primera fase de la muestra de T3 sobre un portaobjetos para su posterior análisis con SEM/EDX.

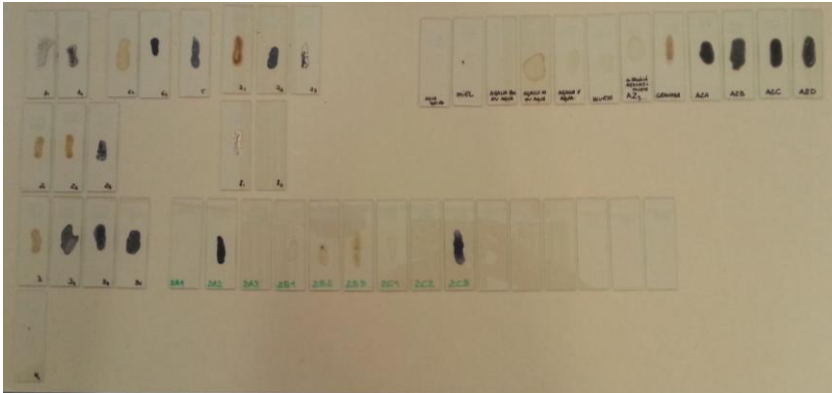


Figura 38: Toma de muestra de cada una de las fases de elaboración de las tintas sobre un cristal portaobjetos para su posterior análisis con SEM/EDX.

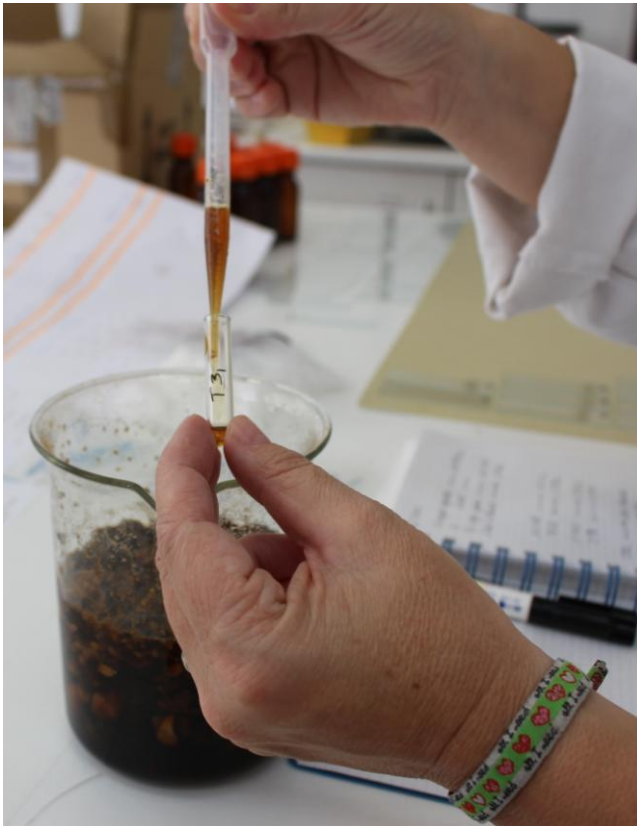


Figura 39: Toma de muestra de la primera fase de la muestra de T3 en tubo de ensayo para su posterior análisis en HPLC-MS-MS.



Figura 40: Muestras de cada una de las fases de elaboración de las tintas en tubos de ensayo para su posterior análisis en HPLC-MS-MS.

### 3.2.3. Casos particulares:

- Primeros ensayos: receta andalusí (siglo XIV) y receta suecana (siglo XVII)

En un primer momento elaboramos estas dos recetas con el objeto de observar sólo de forma cualitativa cómo se comportaban los materiales descritos en los procesos de fabricación y de escritura; sobre todo queríamos evaluar el comportamiento de los dos posibles solventes -agua y vino- porque entre los ingredientes imprescindibles son los únicos intercambiables entre sí para realizar la misma función. Se eligió de forma aleatoria una de entre las recetas andalusíes contenidas en *Turḥaf al-jawāṣṣ* (Al-Abbadi 2005), ya que siempre se maceraban con agua (receta 12 de la tabla A.1.), y otra procedente de un formulario de juristas del archivo municipal de Sueca<sup>60</sup> del siglo XVI (Cortes Escrivá 1984) con vino en su formulación, que después repetiremos con la nomenclatura T6 y corresponde a la receta 56 de la tabla A.1.

La receta andalusí<sup>61</sup> se simplificó en este primer momento y se prescindió de las hojas de mirto así como del

---

<sup>60</sup> Después repetiremos con la nomenclatura T6 y corresponde a la receta 56 de la tabla.

<sup>61</sup> Receta andalusí de *Turḥaf al-jawāṣṣ* de al-Qalalūsī: "hazte con dos onzas de agallas y machácalas con rigor y sin templanza; atar los cabos de la tela sobre la cual hayas realizado la operación y derrama en su interior medio arrede de agua, tras lo cual aderezarás la mezcla con algunas hojas de arrayán cocidas que se hallen muy calientes. Exprime todo ello con tu propia mano y añade vitriolo y goma arábica a tu gusto, hasta que te hayas satisfecho del resultado. Lo dejarás filtrar debidamente, pues el líquido que gotea hará las veces de tinta. No deje echar en estas mezclas goma arábica;

244

zumo de coco que se ofrecía como alternativa al zumo de granada. Nuestro propósito inicial era observar la maceración de las agallas según se hiciera en agua o en vino blanco, estudiar el proceso de reacción del sulfato de hierro, y evaluar si una tinta con un contenido importante de zumo de granada era apta para la escritura. Ambas recetas se realizaron de acuerdo al procedimiento de elaboración propuesto en la tinta procedente de Sueca: se respetaron los tiempos estipulados (excepto en la maceración, ya que afecta al solvente) y se utilizó el calor y la luz solar como activador de los procesos y no la ebullición.

Para la maceración se siguieron las instrucciones de las respectivas recetas: en el caso de Sueca pusimos a macerar las agallas en vino y al sol durante ocho días, mientras que para la receta andalusí, las agallas se maceraron en agua. En la figura... podemos distinguir cómo la extracción de los taninos es mucho más rápida y el color mucho más intenso desde el inicio si el solvente es vino. Sin embargo, después de un par de horas de maceración al sol, el color se va igualando en ambos casos

---

si deseas que adquiera un color rojo intenso modera la cantidad de vitriolo, pero si mezclas la cantidad que desees de zumo de granada, obtendrás la tonalidad que te plazca. Si así lo desees, vierte sobre el preparado como de cáscara de coco verde en la cantidad que quieras, pues de esa manera se intensificará y asentará el color de la tinta. Si mezclas zumo de coco y Granada y filtrarse líquido, podrás disponer de un preparado del cual tomarás la proporción que desees bando sea conveniente". Cabe señalar que las recetas andalusíes son complejas en cuanto a ingredientes o transformación de cantidades, por esa razón escogimos ésta y la simplificamos, además de que incluía la granada en su composición.

(figura 41). Transcurridas 24 horas desde el inicio de la maceración, a pesar de haberse intensificado enormemente, el color de la mezcla de las agallas con agua continúa siendo ligeramente más claro que con el vino (figuras 42 y 43).



Figura 41: Maceración de las agallas en vino blanco para la receta de Sueca y en agua para la receta andalusí.



Figuras 42 y 43: Color de las agallas tras dos horas expuestas al sol, y después de 24 horas. A la izquierda la receta de Sueca y a la derecha la andalusí.

En ambos casos las fuentes indican la conveniencia de añadir el vitriolo y la goma en el mismo momento. Como podemos ver en la figura 44 la reacción de esta sal metálica con el ácido gálico de las agallas proporciona un color negro intenso que en el caso de la receta andalusí disminuye al añadir el zumo de granada.

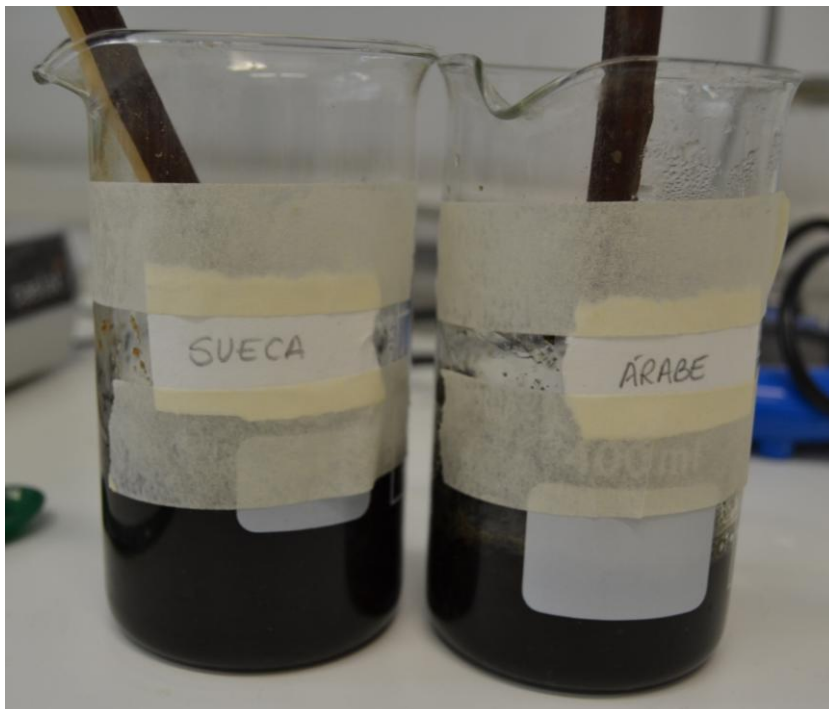


Figura 44: Adición del sulfato de hierro y remoción con un palito de higuera, siguiendo las indicaciones en cada uno de los casos.





Figura 45: Aspecto de las tintas al añadir la goma arábica.

Como se observa en la figura 45 el resultado final del complejo es muy similar en las dos tintas. Después de añadir a discreción el zumo de granada en la tinta andalusí, procedimos a su almacenamiento en botellas de vidrio tal y como aconseja la documentación de otras recetas contemporáneas. En la figura 46 podemos advertir cómo la tinta de ha adquirido un aspecto más violáceo que la otra. Con el objeto de poder experimentar si es posible hacer una tinta con las heces hemos conservado todos los elementos que quedaban después del filtrado para futuras investigaciones.



Figura 46: Resultado final de las tintas envasadas en contenedores de vidrio. Se conservan los posos en contenedores plásticos en la nevera con el objeto de poder seguir experimentando.

Una vez finalizadas las tintas procedimos a la escritura sobre un papel del siglo XVI de tipo italiano en blanco que se había descartado en la restauración de un manuscrito. Como se puede observar en la figura 47, la tinta realizada con vino era de un negro más intenso que aquella en la que se empleaba agua. Escribimos con un cálamo de bambú sobre el papel y con el cuentagotas derramamos una gota de cada producto para observar el grado de penetración. Pudimos comprobar de esta manera que la tinta realizada con zumo de granada quedaba más brillante a la vista -nada más aplicarla, pues al pasar unas horas parecían tener un brillo similar-, y que necesitaba un proceso de secado mucho más lento -siete días- que la receta elaborada con vino blanco, de evaporación casi inmediata.

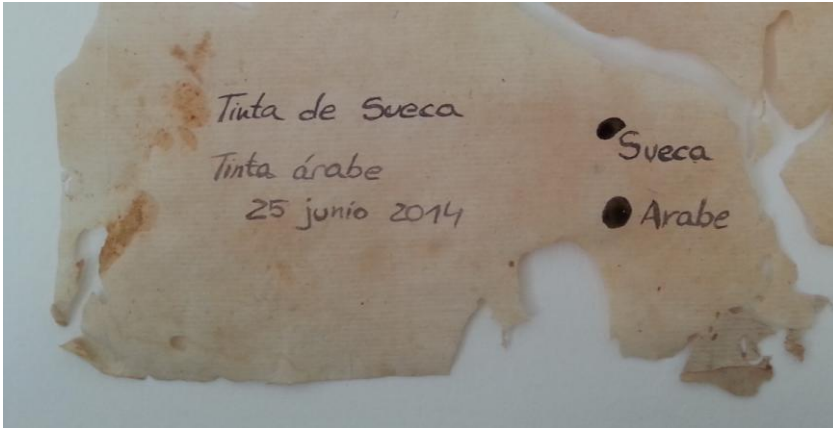


Figura 47: Resultado de la elaboración de la receta de Sueca y la andalusí el 25 de junio de 2014.

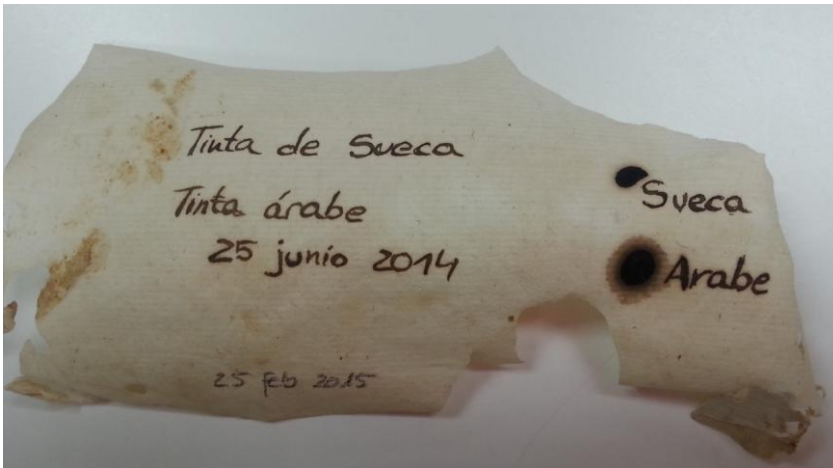


Figura 48: Resultado de la elaboración de la receta de Sueca y una andalusí el 25 de junio de 2014 después de un proceso de envejecimiento acelerado hasta el 25 de febrero de 2015 a 40°C y 60% de humedad relativa.

Sometimos este fragmento de papel a un proceso de envejecimiento acelerado (40°C - 60% humedad relativa, 5 meses). Como podemos observar en la figura 48, en ambos casos el color de la tinta viró igualmente hacia marrón anaranjado, producto de su proceso de oxidación. Sin embargo, el halo que se generó tras el estrés termohigrométrico era más

tenue y reducido en la tinta elaborada según la receta de Sueca, y mucho más intenso y expandido en la receta elaborada con agua y zumo de granada. Creemos que el origen de este halo está pues en el uso como solvente del agua y su mayor capacidad de penetración en comparación con el vino. En este sentido, cabe comentar una serie de ensayos realizados con unas tintas fallidas -utilizamos una proporción muy pequeña de componentes y se evaporaron rápidamente los solventes- en las que llegamos a tomar muestras de la maceración de las agallas en agua y en vino por separado. Con una jeringa aplicamos una gota de cada una de las pruebas sobre papel antiguo<sup>62</sup> (figura 48). Se observó que al ir secando el compuesto, las tintas elaboradas con agua se expandían mucho más en el papel, generando un considerable halo que también se formó, pero de manera menos apreciable, en el compuesto de agallas en vino donde la gota es más contundente..

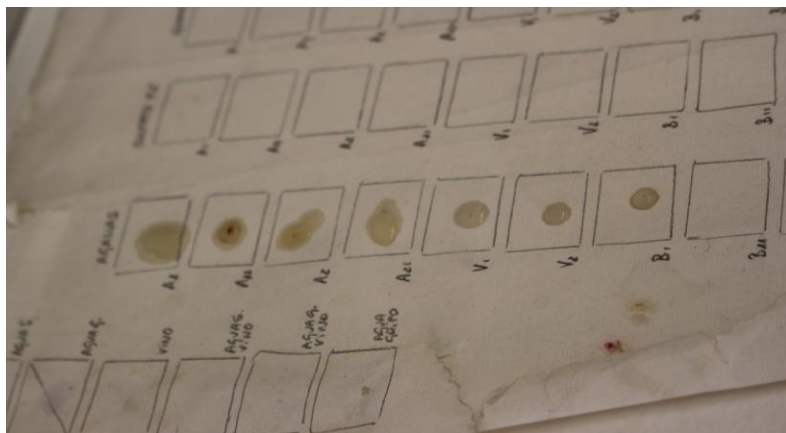


Figura 49: Ensayos de procesos de elaboración de tintas sobre un papel de tipo italiano del siglo XVI.

<sup>62</sup> Las muestras que comienza con la letra A, son de agallas maceradas en agua, las que empiezan con la letra V, en vino, y las que lo hacen con la B, en una mezcla de ambos solventes.

- Reproducción de recetas valencianas (siglos XV-XVII)

Tras la toma de contacto inicial con la metodología de elaboración de las tintas que hemos visto en el apartado anterior, procedimos a la reproducción experimental de varias tintas valencianas anteriores al siglo XVII que hemos podido recopilar en nuestra investigación (ver tabla A.1). Son ocho en total etiquetadas como T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8. Las cantidades en la mayoría de recetas vienen expresadas solamente en onzas o solamente en libras y en ambos casos las pasamos a gramos. Decidimos descartar la T8 (receta número 70 en la tabla), un protocolo notarial del siglo XVII y procedente del Archivo del Reino de Valencia (Cárcel Ortí and Joseph 1979) porque expresaba la cantidad de agallas, vitriolo y goma en libras y en onzas indistintamente; aunque sabemos que 11 onzas equivalían a una libra, también este término designaba a la moneda en curso, y desconocemos si en la receta se refiere a peso o a valor de compra. Aunque en muchas ciudades españolas las onzas tenían diferente correspondencia -29,58 gramos en Valencia; 29,61 gramos en Alicante; 33,91 gramos en Mallorca; 33,33 gramos en Barcelona; 28,71 gramos en Castilla<sup>63</sup>-, hemos unificado la equivalencia a 28 gramos, lo que nos facilita la tarea sin desvirtuar las proporciones, que es lo que nos interesa. Con respecto a la receta T6, al hacer la conversión a gramos resultaron cantidades excesivas para realizar el experimento por lo que las minoramos proporcionalmente.

---

<sup>63</sup> Consultado: Alsina, C. F., Gaspar; Marquet, L. (1990). *Pesos, mides i mesures dels Països Catalans*. Barcelona, Curial.

T1<sup>64</sup>- Receta perteneciente a un protocolo notarial de 1415: Andreu Julià, notario. Protocolos 1264, fol, 1r. Archivo del Reino de Valencia (Cárcel 1979)<sup>65</sup>

T2<sup>66</sup>- Fórmula de tinta del notario Miquel Adell, siglo XVI. Archivo del Reino de Valencia, Real 648, fol. 104r. (Cárcel 1979)

T3<sup>67</sup>- Fórmula de tinta del notario Miquel Adell, siglo XVI. Archivo del Reino de Valencia, Real 648, fol. 104v. (Cárcel 1979)

T4<sup>68</sup>- Pergamino encontrado en el baúl de Roque Chabás. Archivo de la Catedral de Valencia (s. XVI)<sup>69</sup>

T5<sup>70</sup>- Baldufari de Bartolomé Mayques, 1613-48, s.f. Arxiu Municipal d'Ontinyent<sup>71</sup>.

---

<sup>64</sup> Corresponde a la receta 19 de la tabla adjunta en los anexos.

<sup>65</sup> Que ya había sido recogida por Ed. J. Rodrigo Pertegás en "Efemérides notariales", Anales del Centro de Cultura Valenciana. IV (1931)

<sup>66</sup> Corresponde a la receta 39 de la tabla adjunta en los anexos.

<sup>67</sup> Corresponde a la receta 40 de la tabla adjunta en los anexos.

<sup>68</sup> Corresponde a la receta 52 de la tabla adjunta en los anexos.

<sup>69</sup> Por cortesía de Vicent Pons Alós.

<sup>70</sup> Corresponde a la receta 53 de la tabla adjunta en los anexos.

<sup>71</sup> Transcrita por Antonio Castelló Candela: *Recepta per a fer tinta*.

T6<sup>72</sup>-Formulari de Juristas, Archivo Municipal de Sueca, fol 43v (Cortes Escrivá 1984):

T7<sup>73</sup>- Protocolo notarial de José Mazón. 1681 - 1683. Signatura SHPN 322, fol 152 r y v de 1682. Arxiu Històric Municipal d'Elx<sup>74</sup>

Si bien ha sido relativamente sencillo establecer equivalencias para los ingredientes sólidos, en el caso de los solventes encontramos el inconveniente de que en algunos casos desconocíamos la correspondencia de las unidades de medida utilizadas (cuartillos, azumbres...). Se ha decidido unificar la cantidad para todas las tintas, ya que a partir de pruebas experimentales realizadas anteriormente hemos concluido que la cantidad de solvente que aparece en las recetas debía de ser estimativa, quedando a criterio del escribano su adición paulatina en función de los tiempos de maceración, exposición al sol, etc. Decidimos utilizar 400 ml de solvente en todos los casos, pues si reducíamos este nivel podríamos correr la misma suerte que en las primeras pruebas de elaboración, en las que tanto el agua como el vino se evaporaron antes de concluir el proceso (figura 50).

---

<sup>72</sup> Corresponde a la receta 56 de la tabla adjunta en los anexos.

<sup>73</sup> Corresponde a la receta 61 de la tabla adjunta en los anexos.

<sup>74</sup> Por cortesía de Carmina Verdú Cano

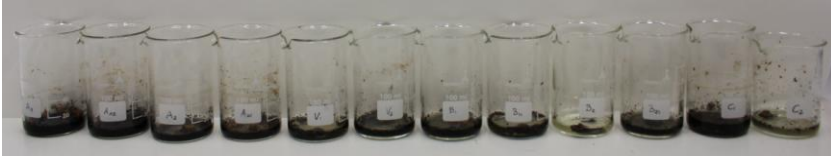


Figura 50: Primeras pruebas realizadas con unas proporciones muy ajustadas en las que tuvimos el problema de la evaporación del solvente durante el proceso de elaboración.

A continuación ofrecemos una tabla con las medidas empleadas en cada una de las tintas (tabla 3):



Tabla 3: Cantidades empleadas de componentes para la elaboración de tintas probeta.

tinta	Agallas (gramos)	sulfato de hierro (gramos)	goma arábiga (gramos)	Solvente 400 ml	corteza de granada	alumbre	miel
T1	35,32 (redondas, claras y pequeñas)	47,09	35,32	Vino blanco			
T2	70,64 (redondas, claras y pequeñas)	70,64	5,88	Vino blanco			
T3	35,32 (redondas, claras y pequeñas)	23,54	11,77	Agua y vino blanco	A discreción		
T4	23,54 (redondas, claras y pequeñas)	23,54	23,54	Vino blanco			
T5	23,54 (puntiagudas)	70,64	23,54	Agua y vino blanco		Como una nuez	Dos cucharadas
T6	35,32 (redondas, oscuras y pequeñas)	23,54	A discreción porque está expresado en libras	Vino blanco	A discreción		
T7	35,32 (puntiagudas)	23,54	23,54	Vino blanco			

En cada una de las recetas tratamos de reproducir lo más fielmente posible su proceso. Lo más habitual era que las agallas rotas en pedazos (figura 51) se maceraron al sol en agua o vino (figura 52), mientras que en la T2 se hirvió esta mezcla antes de añadir el vitriolo (figura 53). Fueron respetados los tiempos indicados en las fuentes, por lo que, aunque se elaboraron en forma paralela, no todas las pruebas tenían los momentos acompañados (figuras 54). Siempre que se recomendaba filtrado, se siguieron esas indicaciones mediante un trapo de lino o algodón (figura 55). Del mismo modo, añadimos las cortezas de granada en aquellas recetas que así lo sugerían (figura 56).



Figura 51: Reducción de las agallas a pedazos más pequeños para su maceración.



Figura 52: Tintas del número 1 al número 4 en proceso de elaboración. Se observa como en la T1 y T4 hay una proporción de sulfato de hierro que ha decantado en el fondo del vaso de precipitados; una vez se removieron las tintas los días y las veces establecidos por las fuentes, se fue reduciendo la cantidad.



Figura 53: Proceso de ebullición de las agallas al finalizar su tiempo de maceración.



Figura 54: Tintas del número 1 al número 4 en proceso de elaboración.



Figura 55: Filtrado tras el proceso de maceración de las agallas.



Figura 56: Adición de cortezas de granada a una mezcla de tinta.

- Reproducción de receta andalusí con cuatro variantes (siglo XIV)

Hemos querido, de nuevo, estudiar la receta andalusí<sup>75</sup> ya utilizada en los primeros ensayos, pero esta vez procediendo a la inserción de las hojas de mirto o arrayán, tal y como describe la fuente, y con los procesos de ebullición señalados. Como desconocíamos la proporción de zumo de granada utilizado, decidimos experimentar con varias cantidades – también con los componentes principales-, así como comparar el resultado final con la adición o no del mirto.

En consecuencia, se elaboraron cuatro variantes. Las dos primeras -A2A y A2B- guardan una misma proporción entre las agallas, el vitriolo y la goma; se le añadieron a cada una 10 hojas de mirto cocidas y zumo de granada, pero en el primer caso 100 ml y en el segundo la mitad. En las siguientes -A2C y A2D- se probó con un desequilibrio intencionado entre los tres elementos principales de forma que por dos onzas de agallas se sumaban tres de vitriolo y una de goma. No se empleó en estos casos el arrayán, y el zumo de granada fue utilizado en igual proporción: 100 ml para la primera y 50 para la segunda (tabla 4).

---

<sup>75</sup> La razón de esta elección reside en que durante el período de estudio que abarca nuestra tesis (1250-1600), en la actual Comunidad Valenciana existía una población variada de pobladores cristianos y islámicos que convivían y, seguramente, compartían tradiciones del saber. El hecho de que los manuscritos más antiguos estudiados (siglos XIII-XIV) estén escritos sobre papel andalusí -y se conocen muchos casos de transferencias técnicas entre andalusíes y colonos cristianos-, nos hizo pensar que quizá también la forma de elaborar la tinta metalogálica podría proceder de un conocimiento compartido o transmitido.

Tabla 4: Cantidades empleadas de componentes para la elaboración de tintas probeta.

<b>tinta</b>	<b>Agallas</b> (gramos)	<b>sulfato de hierro</b> (gramos )	<b>goma arábica</b> (gramos)	<b>Solvente</b> 400 ml	<b>Mirto o arrayán</b> (hojas)	<b>Zumo de granada</b> (ml)
A2A	23,54 (de Madrid)	23,54	23,54	Agua	10 hojas cocidas	100 ml
A2B	23,54 (de Madrid)	23,54	23,54	Agua	10 hojas cocidas	50 ml
A2C	23,54 (de Madrid)	35,32	11,77	Agua		100 ml
A2D	23,54 (de Madrid)	35,32	11,77	Agua		50 ml

Tal y como explica la receta, las agallas se envolvieron en un paño y se dejaron macerar en el agua (figura 57), por lo que filtrado no era necesario. Se puede observar en la figura 58 como los minutos de diferencia que pueden haber pasado entre la realización de una y otra prueba que se llevó casi en paralelo, pueden hacer variar ligeramente la intensidad del color de las fases de maceración de las agallas; la más oscura es la que lleva más tiempo reposada.





Figura 57: Extracción de las agallas que habían estado macerándose dentro del paño durante días.



Figura 58: Resultado de la extracción de las agallas, con una leve diferencia de color entre la primera y la última preparada.

Hervimos las hojas de mirto y no se observaba ningún cambio de color en el agua (figura 59). Sin embargo, al añadirlas a la maceración de las agallas, fuimos testigos del poder de tinción de esta pequeña planta, que oscureció en milésimas de segundo el líquido como podemos ver en la figura 60 en la que nos disponíamos añadir el sulfato de hierro.



Figura 59: Proceso de ebullición de las hojas de mirto.

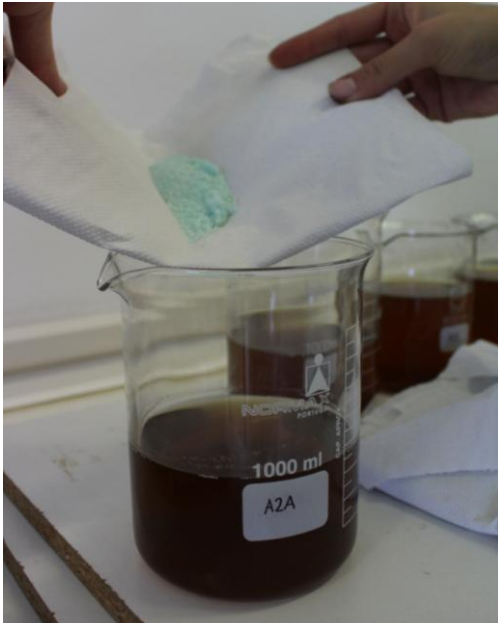


Figura 60: Líquido resultante de la maceración de las agallas y la adición de las hojas de mirto momentos antes de verter sulfato de hierro a la solución.

Para finalizar, y según las proporciones descritas, añadimos la goma arábiga (figura 61) y el zumo de granada (figura 62) a nuestras tintas. Todas concluyeron en un color negro que viraba al violeta conforme más proporción de zumo de granada se había dispuesto (figura 63).



Figura 61: Adición de la goma arábica.  
Figura 62: Adición del zumo de granada.



Figura 63: Resultado final de las probetas.

- Variaciones de la T5 (Ontinyent) con distintos tipos de agallas y cambiando el solvente (agua / vino)

Tras observar a lo largo del estudio y elaboración de las tintas que el tipo de agalla podía influir tanto en el tono como en la intensidad del color (figura 64) se decidió añadir a la T5 agallas de diversa naturaleza. Faltaría por determinar si su composición orgánica es similar o no, así como el nivel de extracción de taninos. No podemos extraer unas conclusiones fundadas antes de realizar un estudio científico más detallado, pero parece advertirse que, tanto el solvente como la cantidad de tiempo de maceración de las agallas influyen igualmente en el color final del compuesto. También se observa que las agallas más grandes y con protuberancias, confieren un color más intenso a la mezcla que las más pequeñas y redondeadas.

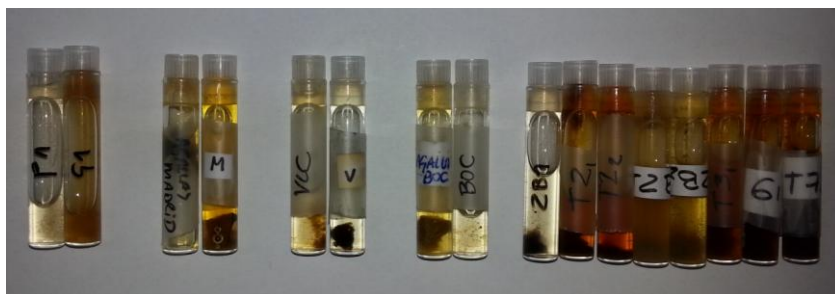


Figura 64: Maceración de agallas de varios tipos en agua y en vino.

Así pues se confeccionaron dos tintas (figura 65) conforme a la receta número 5 procedente del archivo de la Catedral de Valencia<sup>76</sup>, pero una elaborada con agallas de Turquía y otra con agallas procedentes de carrasca de Sarrión

---

<sup>76</sup> Porque es una receta de elaboración especialmente sencilla, en la que todos los componentes se incorporan a la vez a la mezcla sin procesos posteriores complejos.

(Teruel). El motivo de la elección de las agallas turcas fue aprovechar la rara disponibilidad de este material (figura 66), que aparece a menudo en las recetas antiguas recomendado por su óptima calidad. En cuanto a las agallas de carrasca, nos llamó la atención su similitud morfológica con las de roble por lo que decidimos probar si otro tipo de especie vegetal hubiera podido ser utilizada como fuente de taninos alternativa.



Figura 65: Receta conjunta elaborada con agallas de Turquía y agallas de ciprés español con la colaboración de la directora del Departamento de análisis de la Presidencia para la Conservación de Manuscritos de Turquía.

Pudimos comprobar que el peso de las agallas recogidas en Turquía era muy superior (4,9 gramos) al de las españolas, como podemos observar en las siguientes figuras y tabla 5:



Figura 66: a) agalla clara, pequeña y redonda; b) agalla oscura, pequeña y redonda;; c) agalla pequeña y con protuberancias procedente de Turquía; d) agalla oscura, de mayor tamaño y con protuberancias.



Tabla 5: Pesos de las distintas clases de agallas

<b>Tipo de agalla</b>	<b>Peso en gramos</b>
Clara, pequeña y redonda	1,2
Oscura, pequeña y redonda	1,5
Oscura, grande y con protuberancias	2,4
Pequeña y con protuberancias (Turquía)	4,9

- Validación del sulfato de zinc como componente principal a partir de la tinta número 2

Realizamos tres variaciones de la receta número dos combinando algunos componentes que se omitían, como la goma, en combinación o en ausencia del sulfato de zinc y el sulfato de hierro (tabla 6).

Tabla 6: Componentes utilizados para la elaboración de tintas probeta partiendo de la receta número dos con varios sulfatos minerales.

tinta	Agallas (gramos)	Sulfato de hierro (gramos)	Sulfato de zinc (gramos)	Goma arábica (gramos)
2A	35,32 (claras, pequeñas y redondas)	35,32		
2B	35,32 (oscuras, pequeñas y redondas)		35,32	5,88
2C	35,32 (claras, pequeñas y redondas)	30	5,32	5,88

En la bibliografía dedicada al estudio de la elaboración de las tintas metalogánicas es frecuente la referencia a tres sulfatos metálicos (hierro, cobre y zinc) capaces de generar tinta negra. Kroustallis (Kroustallis 2002) ya advertía que para conseguir ese color no era posible utilizar el sulfato de cobre puro sino que debía contener al menos entre un 15 y un 20% de sulfato de hierro. Sin embargo, no encontramos ninguna referencia explícita ni al cometido ni al comportamiento del

sulfato de zinc, por lo que decidimos comprobar la eficacia de esta sal en la elaboración de tintas. En las tres probetas se maceraron durante tres días las agallas en vino; a continuación se hirvió y coló esta mezcla antes de añadir el sulfato y la goma, y se dejó ocho días al sol. La primera tinta (T2A) fue elaborada con sulfato de hierro y sin adición de goma arábica; la segunda (T2B) se elaboró con la misma proporción pero intercambiando el sulfato de hierro por sulfato de zinc y sumándole la cantidad de goma arábica estipulada en el original (figura...); y por último, viendo que con esta última variación la reacción negra no se producía, se intercambió el sulfato empleado por la suma de 30 g de sulfato de hierro y 5,32 g de sulfato de zinc, que dieron como resultado una tinta muy satisfactoria para su empleo en la escritura (T2C).

Analizando las imágenes del proceso podemos observar cómo la adición del sulfato de zinc a la maceración de agallas en vino proporciona un color ocre a la mezcla (figura 67) que se oscurece en parte al añadir una pequeña proporción de goma arábica (figura 68). En el resultado final, a pesar de verlo a través de un vidrio tintado, se aprecia una clara diferencia entre las tres probetas (figura 69).

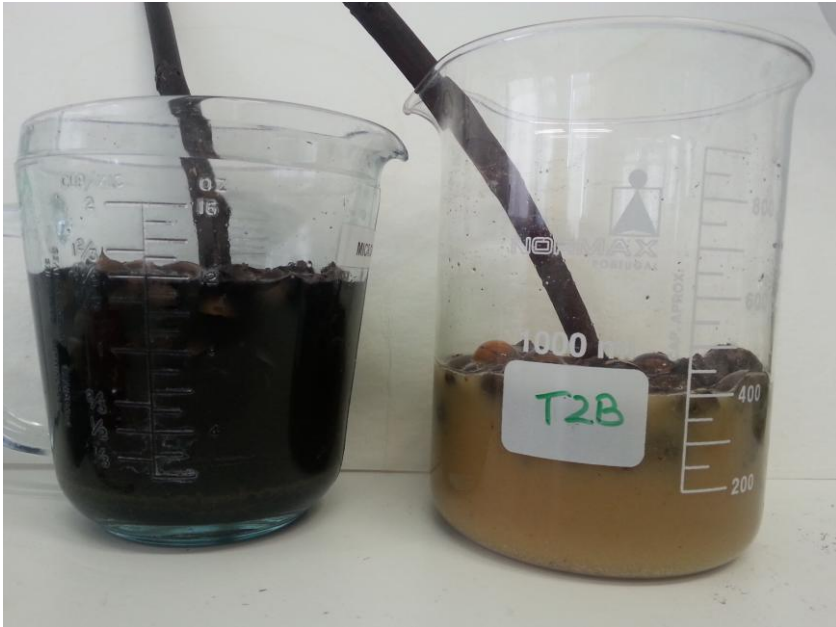


Figura 67: Tintas T2A (agallas en vino con sulfato de hierro) y T2B (agallas en vino con sulfato de zinc), con una coloración negra en el primer caso y ocre para el segundo.

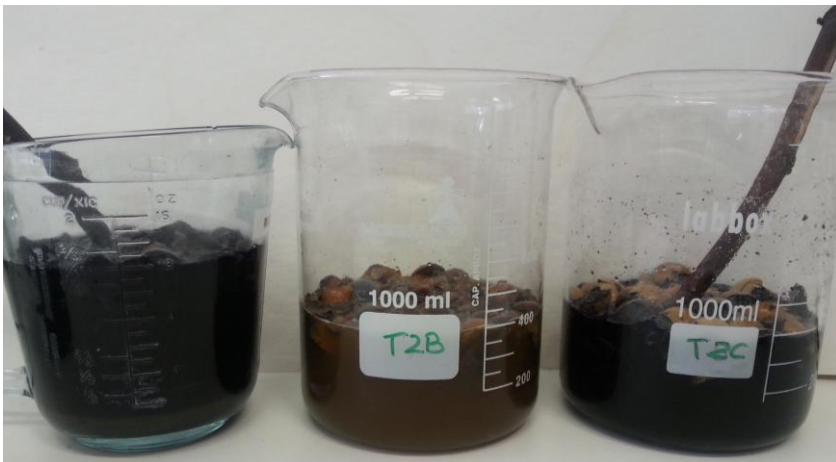


Figura 68: Tintas T2A (agallas en vino con sulfato de hierro), T2B (agallas en vino con sulfato de zinc y goma arábica) T2C (agallas en vino con sulfato de hierro y sulfato de zinc, más goma arábica), con una coloración negra en el primer caso y ocre más oscuro para el segundo, y negro intenso en la última.



Figura 69: Tintas T2A (agallas en vino con sulfato de hierro), T2B (agallas en vino con sulfato de zinc y goma arábica) T2C (agallas en vino con sulfato de hierro y sulfato de zinc, más goma arábica), después de transcurridas varias semanas desde su preparación, con una coloración negra en el primer caso, ocre más oscuro para el segundo y negro intenso en la última.



## **3.3 Análisis y resultados**

### **3.3.1. Análisis de los principales ingredientes**

Los componentes principales fueron analizados con los mismos sistemas con los que se ha procedido al estudio de las muestras de tintas antiguas objeto de esta tesis. Nos hemos servido del microscopio electrónico de barrido (SEM/EDX) para determinar los componentes inorgánicos en cada uno de ellos y poderlos comparar con los resultados finales de este trabajo (tabla A.3). El análisis se realizó en condiciones de bajo vacío, con una presión interior de la cámara de 60 Pa, y una tensión de filamento de 20 kV. La presencia de aire en la cámara provocó que en el estudio EDX se detectara carbono y oxígeno también de la atmósfera interior, y no se podía diferenciar la presencia de carbono y oxígeno propios de la muestra. Por ello se descartaron estos dos elementos del análisis semicuantitativo.

Antes de describir los resultados obtenidos en el estudio de los principales ingredientes adjuntamos una tabla con los resultados semicuantitativos que ofrece su análisis en el SEM/EDX (tabla 7), con un límite de detección (LD) establecido en el 2% de concentración detectada de cada elemento.

Tabla 7: Resultados semicuantitativos obtenidos mediante SEM/EDX de los principales ingredientes.

Concentración relativa de cada elemento en porcentaje													
INGRE-DIENTE	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
Agua (figuras 69, 70 y 71)	10.40	12.37	<LD	6.36	<LD	24.70	13.78	<LD	25.26	<LD	<LD	<LD	<LD
Agallas (figura 72)	8.18	13.03	<LD	<LD	<LD	20.35	16.96	2.08	33.41	<LD	<LD	<LD	<LD
Mirto (figura 73)	5.16	10.01	<LD	<LD	<LD	5.51	8.12	27.04	25.69	<LD	3.76	4.70	4.81
Goma arábiga (figura 74)	<LD	8.08	<LD	<LD	<LD	<LD	2.15	12.30	11.70	5.19	10.04	16.08	28.59

- **AGUA CORRIENTE:** entre los minerales que contiene el agua corriente de Valencia que hemos podido detectar mediante SEM/EDX los más abundantes son -atendiendo a la media establecida de los tres puntos de análisis realizados (tabla 8)- el azufre y el calcio, pero en menor proporción también se detecta con considerable relevancia sodio, magnesio, cloro y silicio (figuras 70, 71 y 72). Por tanto, se deberán tener en cuenta estos resultados en todas las tintas probeta elaboradas con agua.

Tabla 8: Resultados semicuantitativos obtenidos mediante SEM/EDX de los análisis del agua corriente de Valencia.

Concentración relativa de cada elemento en porcentaje													
INGREDIENTE	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
Agua	10.4	12.37	<LD	6.36	<LD	24.70	13.78	<LD	25.26	<LD	<LD	<LD	<LD



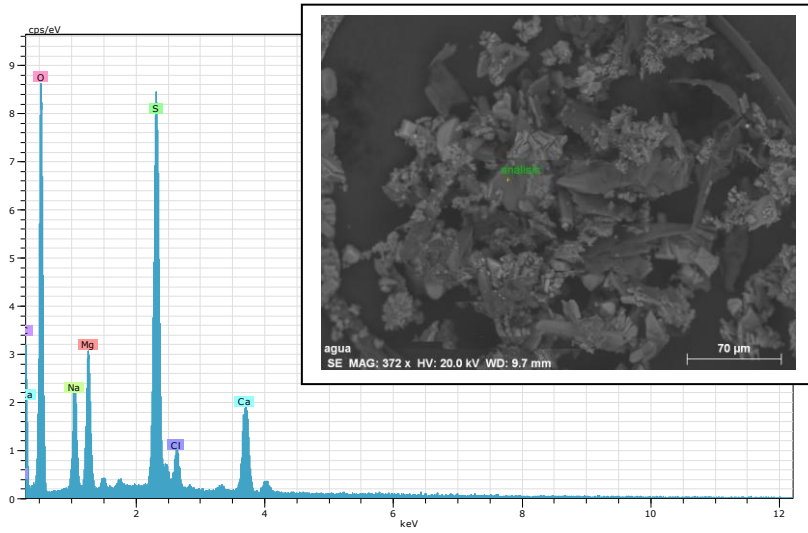


Figura 70: Imagen y espectro de la muestra de agua tomado con el SEM/EDX.

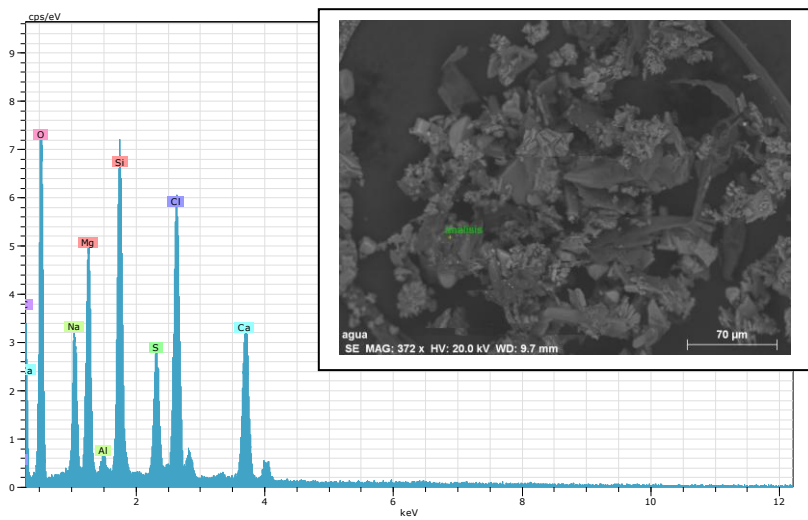


Figura 71: Imagen y espectro de la muestra de agua tomado con el SEM/EDX.

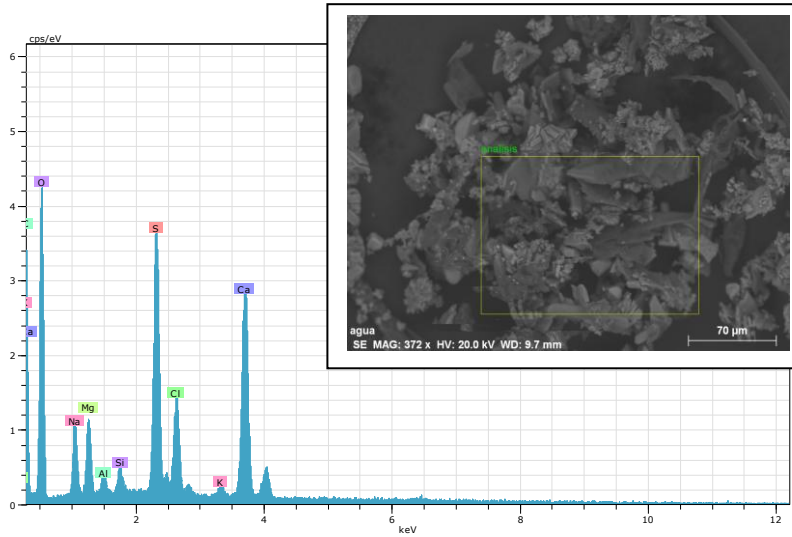


Figura 72: Imagen y espectro de la muestra de agua tomado con el SEM/EDX.

- AGALLAS: debemos tener en consideración que la analítica de estas muestras corresponde a la maceración de las agallas en agua, por lo que los valores tendrán que evaluarse en relación a ella. De este modo, como vemos en la tabla 9 y en la figura 73, los valores que podríamos considerar significativos como aporte de las agallas son el magnesio, el cloro y, sobre todo, el calcio. También queda patente en un pequeño porcentaje la presencia de potasio, que la bibliografía siempre relaciona con las agallas, pero vemos que la cantidad detectada es poco significativa, muy cerca incluso del límite de detección. Consultando con expertos en botánica, aseguran que la composición de las agallas depende mucho del suelo dónde ha crecido el árbol, por lo que, seguramente, al analizar tumores de diferentes procedencias, obtendríamos resultados muy diversos.

Tabla 9: Valores semicuantativos del análisis de agallas maceradas en agua en comparación con los resultados medios obtenidos del análisis del agua corriente utilizada, con SEM/EDX.

Concentración relativa de cada elemento en porcentaje													
INGRE-DIENTE	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
Agua	10.40	12.37	<LD	6.36	<LD	24.70	13.78	<LD	25.26	<LD	<LD	<LD	<LD
Agallas (figura 72)	8.18	13.03	<LD	<LD	<LD	20.35	16.96	2.08	33.41	<LD	<LD	<LD	<LD

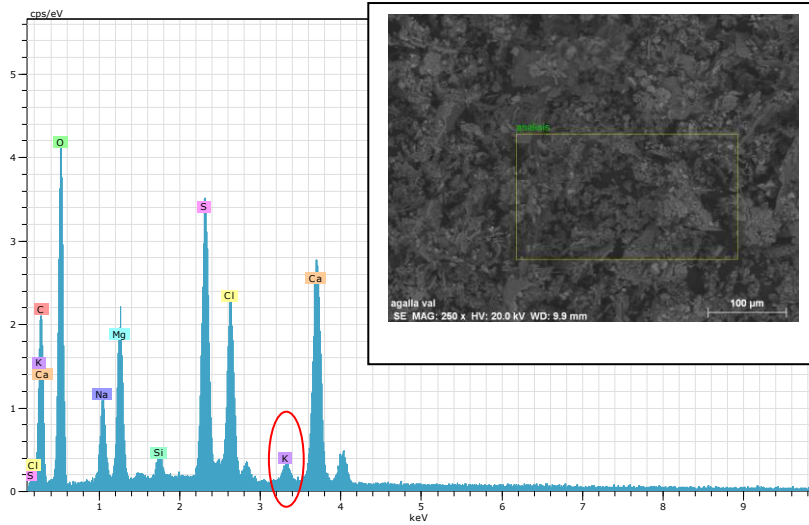


Figura 73: Imagen y espectro de la muestra de agallas de la sierra madreña tomado con el SEM/EDX.

- **MIRTO:** para nuestra sorpresa, al analizar la maceración de hojas de mirto, el SEM/EDX detectó una presencia de 23,46 puntos porcentuales más de potasio en el mirto que en las agallas y muy por encima del valor obtenido del análisis semicuantitativo del agua corriente (tabla 10 y figura 74). Además, cabe resaltar que se detectan unos valores superiores al agua de hierro, cobre y zinc. Con lo cual, en el caso de este ingrediente, está aportando elementos inorgánicos que resultan fundamentales en la elaboración y quizá en la conservación de la tinta.

Tabla 10: Valores semicuantitativos del análisis de hojas mirto maceradas en agua en comparación con los resultados medios obtenidos del análisis del agua corriente utilizada, con SEM/EDX.

Concentración relativa de cada elemento en porcentaje													
INGRE- DIENTE	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
Agua	10.40	12.37	<LD	6.36	<LD	24.70	13.78	<LD	25.26	<LD	<LD	<LD	<LD
Mirto (figura 73)	5.16	10.01	<LD	<LD	<LD	5.51	8.12	27.04	25.69	<LD	3.76	4.70	4.81

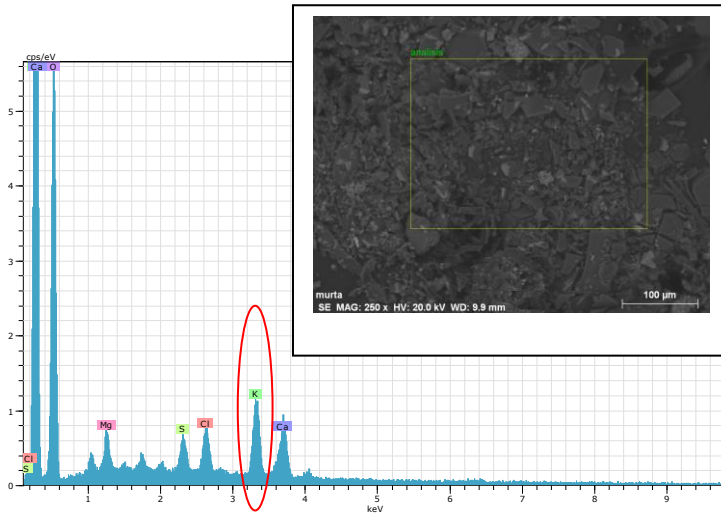


Figura 74: Imagen y espectro de la muestra de mirto tomado con el SEM/EDX.

- GOMA ARÁBIGA:** la goma se analizó directamente, sin una maceración en agua, por lo que la comparación con esta no tiene significación en este caso. Como muestra la tabla 11 y la figura 75 también en la goma arábiga es posible detectar una significativa presencia de potasio y calcio en su composición inorgánica. Del mismo modo, otros metales son muy relevantes en la composición de esta resina, tales como el magnesio, el hierro, el cobre y en gran medida el zinc.

Tabla 11: Valores semicuantativos del análisis de con SEM/EDX.

Concentración relativa de cada elemento en porcentaje													
INGREDIENTE	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
Goma arábiga (f...)	<LD	8.08	<LD	<LD	<LD	<LD	2.15	12.30	11.70	5.19	10.04	16.08	28.59

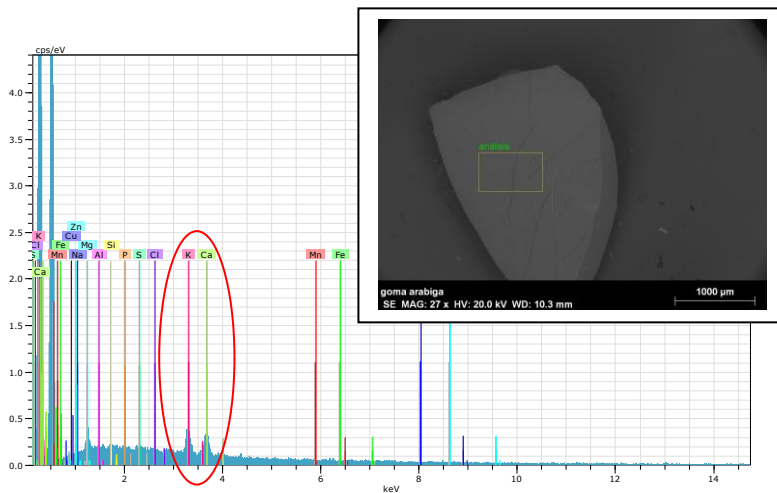


Figura 75: Espectro SEM-EDX del análisis realizado a una muestra de goma arábica.

A modo de resumen podemos señalar que la presencia de potasio en los análisis de las tintas metalogálicas puede tener un origen muy diverso; dentro de los materiales a los que nosotros hemos tenido acceso es el mirto la que mayor porcentaje de este elemento aporta, pero también en menor medida aparece en las agallas y la goma arábica. Podríamos por tanto suponer que el nivel de potasio ha reaccionado con los taninos, pero desconocemos en qué medida.

### 3.3.2. Análisis y resultados de los casos particulares

Presentamos a continuación los resultados de los análisis de las tintas elaboradas a partir de recetas valencianas y andalusíes documentadas atendiendo a los siguientes aspectos:

#### a) Análisis de los estadios de elaboración de tinta

Para estudiar este aspecto hemos seleccionado dos tintas valencianas (T3 y T7) que ofrecen más y más variados pasos de elaboración. Por otro lado, se han estudiado los estadios de la tinta andalusí en sus cuatro variantes (A1, A2, A3, A4) con el objeto de intentar dilucidar si la adición de mirto así como la cantidad de zumo de granada o de vitriolo nos ofrece un espectro diferente.

- Tinta 3 (número 40 de la tabla): Fórmula de tinta del notario Miquel Adell, siglo XVI. Archivo del Reino de Valencia, Real 648, fol. 104v. (Cárcel 1979)

La tinta 3 fue elaborada con agallas, que se maceraron en agua y vino en idénticas proporciones durante dos días al sol. El resultado de este análisis es, por lógica, muy similar al descrito en el apartado anterior respecto a las agallas maceradas en agua, en el que los valores de potasio, calcio, hierro y zinc aumentan (tabla 13) respecto al agua (tabla 12) y es muy probable que provengan del suelo donde ha crecido el roble; sin embargo, en este caso se han macerado también en vino y explicamos en la muestra siguiente cómo los sulfitos provienen del proceso de fabricación de este caldo, de ahí el

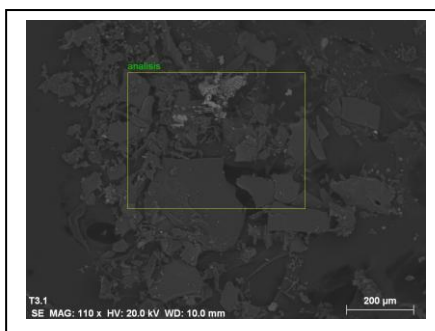
aumento significativo de valor porcentual en la analítica (figura 76).

Tabla 12: Relación semicuantitativa de los valores obtenidos en el análisis SEM/EDX del agua corriente.

Concentración relativa de cada elemento en porcentaje													
INGRE-DIENTE	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
Agua	10.40	12.37	<LD	6.36	<LD	24.70	13.78	<LD	25.26	<LD	<LD	<LD	<LD

Tabla 13: Relación semicuantitativa de los valores obtenidos en el análisis SEM/EDX de las fases de realización de la tinta 3.

Concentración relativa de cada elemento en porcentaje													
T.3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
3.1	2.10	<LD	4.10	10.99	<LD	11.98	13.33	4.98	41.82	<LD	3.87	<LD	2.42
3.2	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	31.05	<LD	<LD	<LD	<LD	61.39	<LD	<LD
3.3	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	26.80	<LD	2.40	<LD	<LD	63.09	<LD	<LD





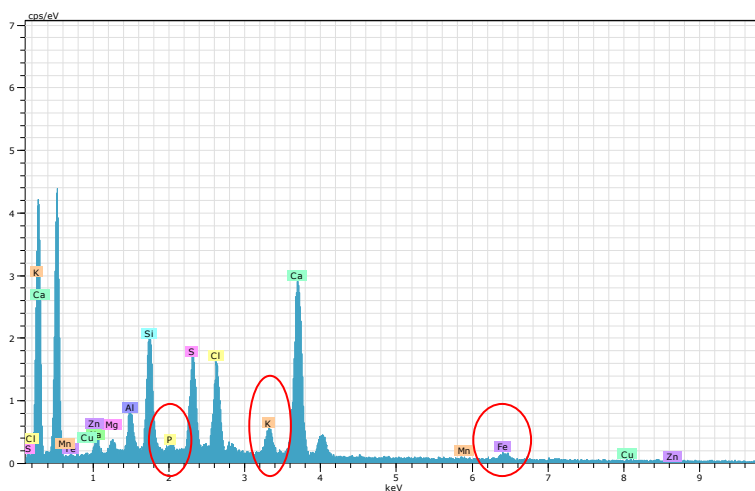


Figura 76: Imagen y espectro de la muestra de la primera fase de preparación de la T3, tomado con el SEM/EDX.

Tras la maceración de dos días al sol se adicionó el sulfato de hierro. Al analizar esta fase del proceso vemos cómo los elementos metálicos anteriores resultan imperceptibles, excepto en el caso del calcio y potasio, en relación a la destacada presencia e intensidad del azufre y el hierro (tabla 13 y figura 77).

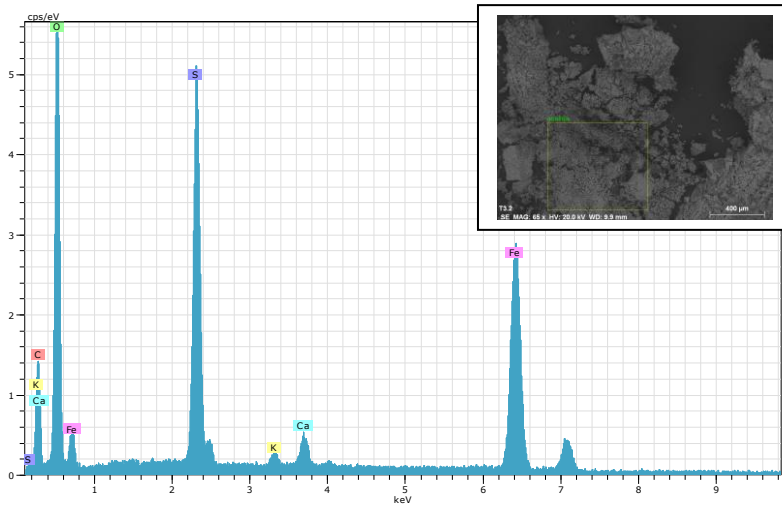


Figura 77: Imagen y espectro de la muestra T3 en su segunda fase del proceso con el SEM/EDX.

Esta solución estuvo un día al sol antes de añadir la proporción indicada de goma arábica, y el único cambio que detectamos en el análisis de componentes inorgánicos es un ligero aumento de la presencia de potasio (tabla 13 y figura 78) con respecto al estadio anterior, pero por debajo de los valores iniciales. Por lo tanto, al menos en lo que se refiere a esta tinta, podemos concluir que el contenido de potasio que aporta la goma arábica es casi insignificante, no sabemos si porque la proporción en esta receta es menor que en la T1 y T2 -tres onzas de agallas, dos de Caparros y una de goma-. Lo que sí resulta llamativo es el ligero aumento de hierro y zinc que supone la adición de goma.

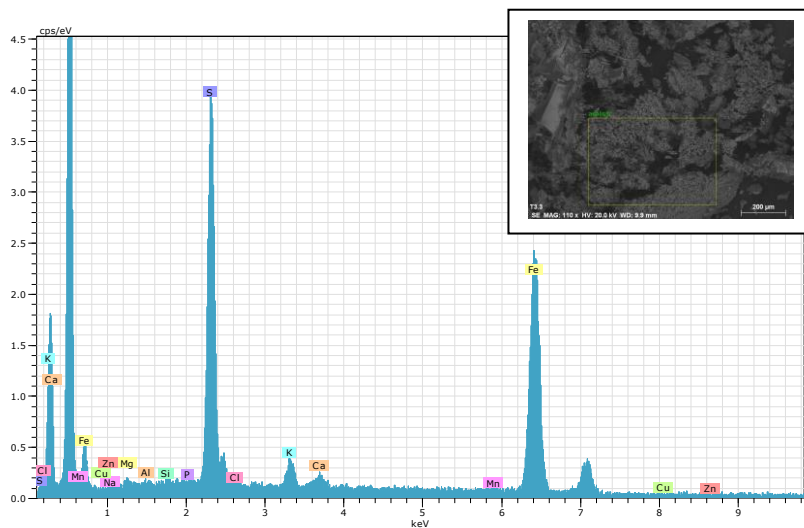


Figura 78: Imagen y espectro de la muestra T3 en su tercera fase del proceso con el SEM/EDX.

Con respecto a la adición de corteza de granada no advertimos ningún cambio significativo en el análisis de los elementos inorgánicos.

- Tinta 7 (61 de la tabla): Protocolo notarial de José Mazón. 1681 - 1683. Signatura SHPN 322, fol 152 r y v de 1682. Arxiu Històric Municipal d'Elx

La primera fase de esta tinta corresponde a la maceración al sol de las agallas en vino blanco. El elemento con mayor presencia es el potasio (tabla 14 y figura 79), muy probablemente procedente de estos tumores. Pero se pueden detectar otros componentes en no muy altas proporciones pero sí perfectamente visibles como son el calcio, que es un componente natural de la uva - " aunque también se incorpora al vino a través de los aditivos agregados (por ejemplo carbonato de calcio para la corrección de acidez del mosto)... el contenido de este metal también se ve afectado por las condiciones últimas de la vid y el proceso de elaboración..." (González, Hernández, and Pistón 2013).

En el caso del vino utilizado de la casa García Carrión, especifica en su etiqueta que contienen sulfitos, que son añadidos para la correcta conservación del vino. Esto explicaría la presencia de azufre -que puede ser incorporado en los campos de cultivo como fertilizante- y otros metales de transición en el análisis de esta primera fase de la tinta 7.

Tabla 14: Relación semicuantitativa de los valores obtenidos en el análisis SEM/EDX de las fases de realización de la tinta 3.

Concentración relativa de cada elemento en porcentaje													
T 7	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
7.1	3.24	4.47	5.28	7.78	2.17	12.14	2.13	26.10	17.37	2.32	7.32	4.38	5.31
7.2	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	29.52	<LD	4.64	2.10	<LD	57.45	<LD	<LD
7.3	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	29.22	<LD	3.76	<LD	<LD	57.52	<LD	<LD

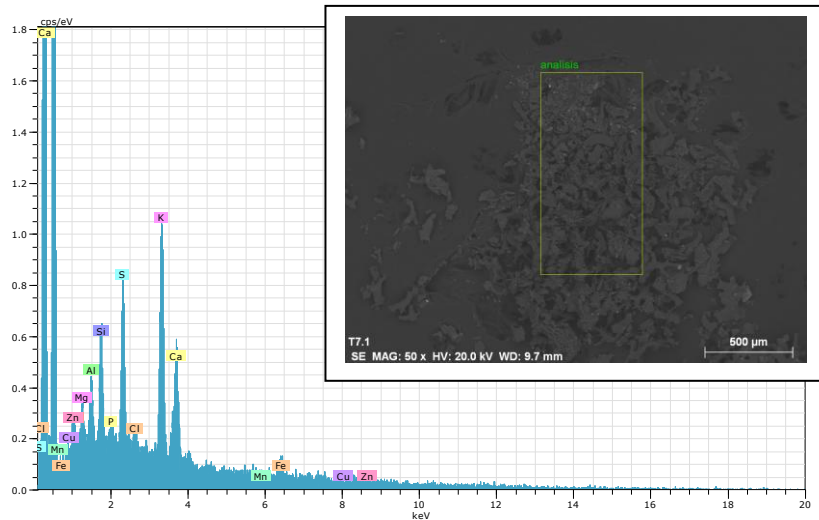


Figura 79: Imagen y espectro de la muestra T7 en su primera fase del proceso con el SEM/EDX.

Pasados seis días de maceración al sol -por haber sido realizada la tinta en el mes de noviembre, ya que si hubiera sido en verano habríamos dejado transcurrir tan sólo cuatro- se añadió el sulfato de hierro y en el espectro puede detectarse el alto contenido en azufre y hierro, y continúa siendo evidente la presencia del potasio y el calcio (figura 80).

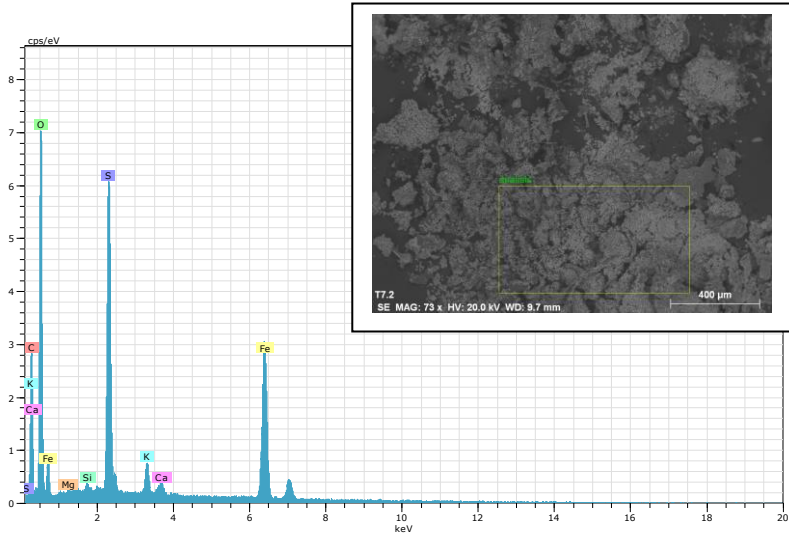


Figura 80: Imagen y espectro de la muestra T7 en su segunda fase del proceso con el SEM/EDX.

La goma arábiga se incorporó después del tener la solución tres días más al sol, pero como se aprecia en la figura 81, los cambios en cuanto a la detección de componentes son casi imperceptibles (tabla 14).

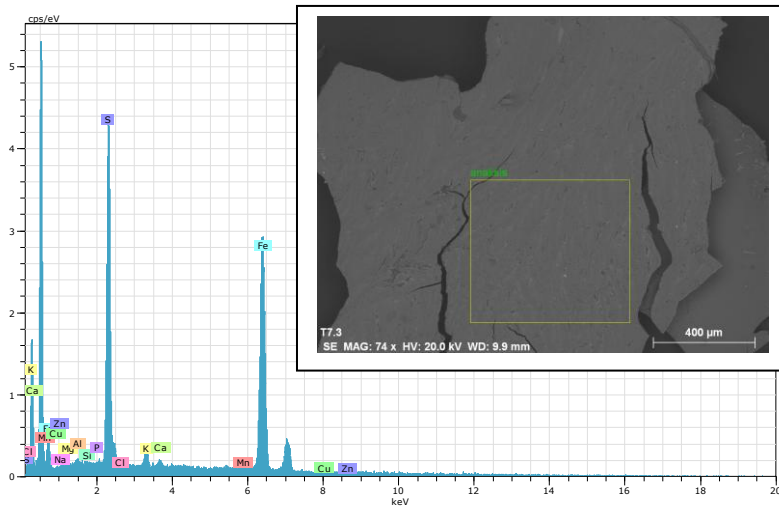


Figura 81: Imagen y espectro de la muestra T7 en su tercera fase del proceso con el SEM/EDX.

- Tinta andalusí de Turḥaf al-jawāṣṣ de al-Qalalūsī (receta 12 de la tabla) (Al-Abbadi 2005)

Tal y como hemos descrito con anterioridad, en este caso tratamos de diferenciar por un lado el resultado de la adición o no de hojas de mirto a la solución -se añadieron en las muestras A2A y A2B- así como el resultado según el porcentaje de zumo de granada empleado -100 ml para las muestras A2A y A2C y 50 ml para las muestras A2B y A2D-. También se analizan los valores obtenidos variando las proporciones de los componentes fundamentales: iguales en las probetas A2A y A2B, y a razón de dos onzas de agallas, tres vitriolo y una de goma para las pruebas A2C y A2D.

Tabla 15: Valores semicuantativos del análisis de las variaciones de la receta andalusí en comparación al agua corriente utilizada con SEM/EDX.

Concentración relativa de cada elemento en porcentaje													
INGRE- DIENTE	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
Agua	10.40	12.37	<LD	6.36	<LD	24.70	13.78	<LD	25.26	<LD	<LD	<LD	<LD
A2A	<LD	2.30	2.92	<LD	<LD	22.72	<LD	2.04	<LD	2.09	57.81	2.20	2.21
A2B	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	27.30	<LD	<LD	<LD	<LD	60.36	<LD	2.15
A2C	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	33.46	<LD	<LD	<LD	<LD	58.23	<LD	<LD
A2D	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	29.12	<LD	<LD	<LD	<LD	60.60	<LD	<LD

Si bien cabría esperar la detección de un mayor porcentaje de potasio en las dos primeras tintas en las que se añadió a la maceración de las agallas en agua las hojas de mirto, lo cierto es que es muy similar en las cuatro muestras por lo que el aporte a la tinta final de las hojas de arrayán en este compuesto resulta insignificante a pesar del resultado inicial de la maceración de las hojas solas en agua (tabla 15). Una pequeña diferencia se advierte en el contenido de cobre y zinc en las dos primeras recetas, característica que ya advertimos en la tabla 16 al comparar el resultado semicuantitativo del análisis SEM/EDX del agua corriente y de la maceración de hojas de mirto.



Tabla 16: Valores semicuantativos del análisis de hojas mirto maceradas en agua en comparación con los resultados medios obtenidos del análisis del agua corriente utilizada, con SEM/EDX.

Concentración relativa de cada elemento en porcentaje													
INGREDIE NTE	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
Agua	10.40	12.37	<LD	6.36	<LD	24.70	13.78	<LD	25.26	<LD	<LD	<LD	<LD
Mirto (f...)	5.16	10.01	<LD	<LD	<LD	5.51	8.12	27.04	25.69	<LD	3.76	4.70	4.81

Por otro lado, el incremento de la proporción de sulfato de hierro en las dos últimas recetas se refleja de forma muy sutil en los resultados obtenidos en los análisis de SEM/EDX, y el azufre experimenta una subida mayor al hierro (tabla 15 y figuras 82, 83, 84 y 85).

Por lo que respecta a la granada, no tenemos ningún elemento que nos haga distinguir las tintas elaboradas con 100ml -A2A Y A2C- de las realizadas con 50 ml - A2B Y A2D-, por lo que no parece tener demasiada relevancia en el análisis de componentes inorgánicos.

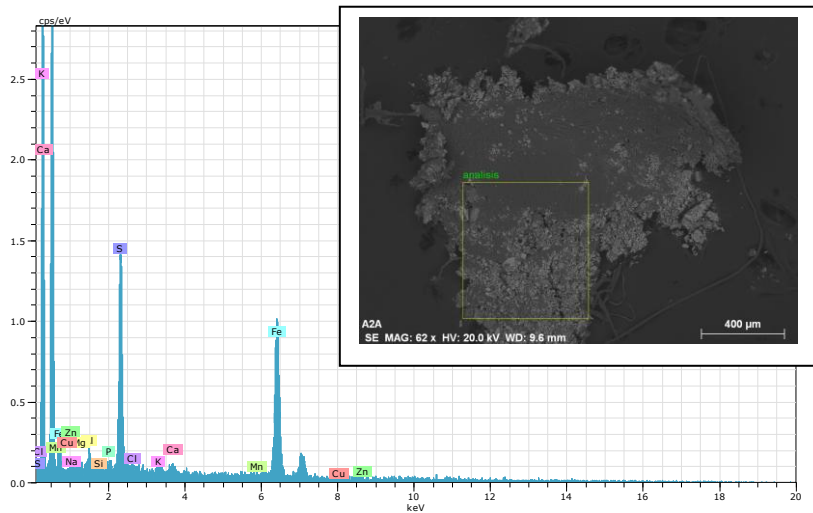


Figura 82: Imagen y espectro de la muestra A2A con el SEM/EDX.

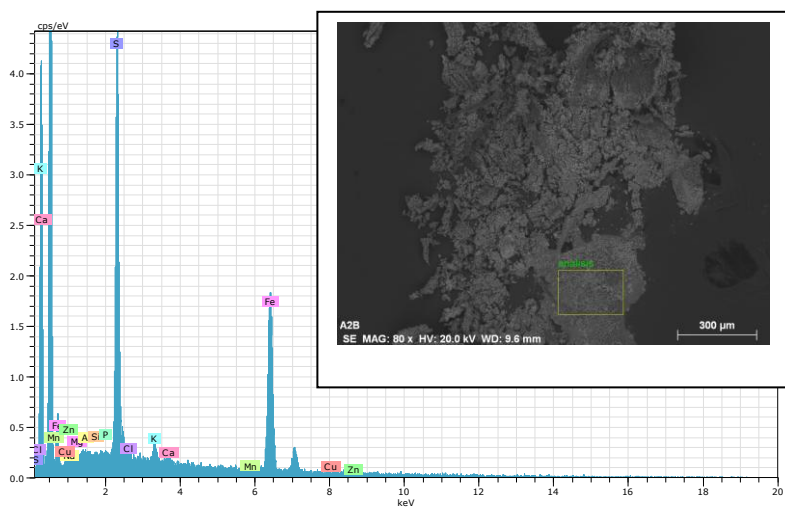


Figura 83: Imagen y espectro de la muestra A2B con el SEM/EDX.

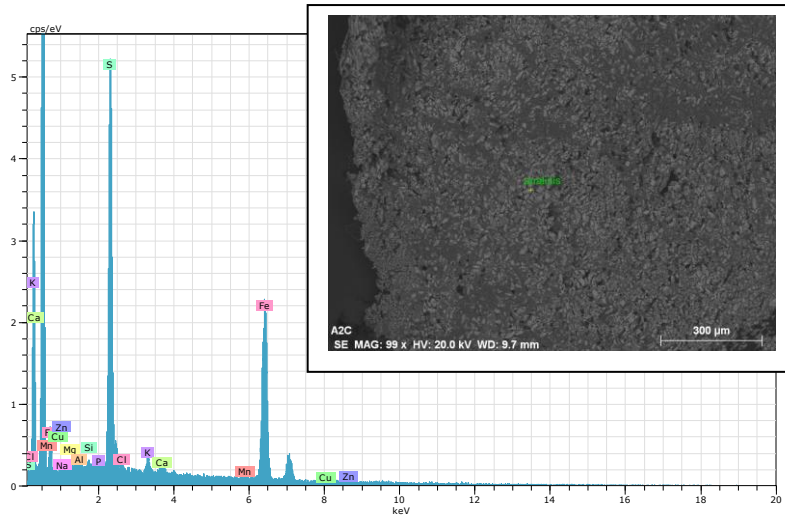


Figura 84: Imagen y espectro de la muestra A2C con el SEM/EDX.

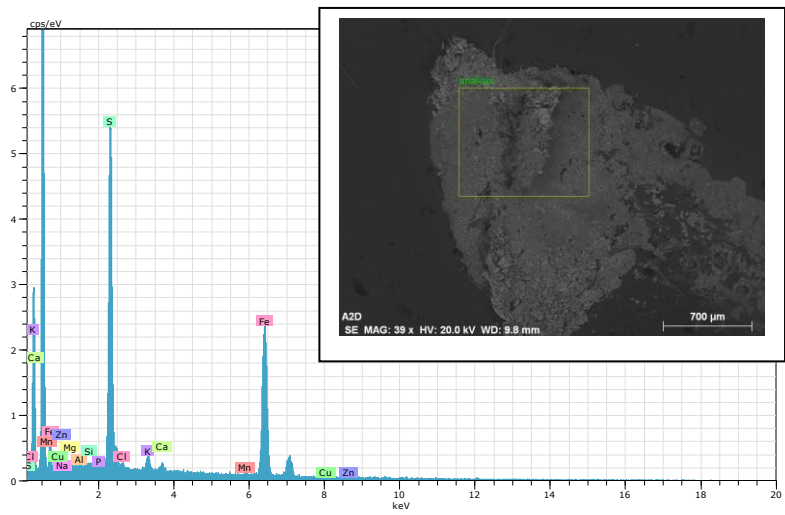


Figura 85: Imagen y espectro de la muestra A2D con el SEM/EDX.

## b) Análisis de las tintas sobre papel

A continuación hemos analizado las tintas después de probarlas sobre un soporte de papel del siglo XVI (figura 102) para a partir de ahí hacer un estudio comparativo con el resultado que nos ofrecía cada una de ellas.

El análisis del papel revela un contenido en calcio que puede ser característico de los papeles artesanales debido al agua empleada en su elaboración. En menor medida se advierte la presencia de aluminio, silicio, azufre y cloro (figura 86).

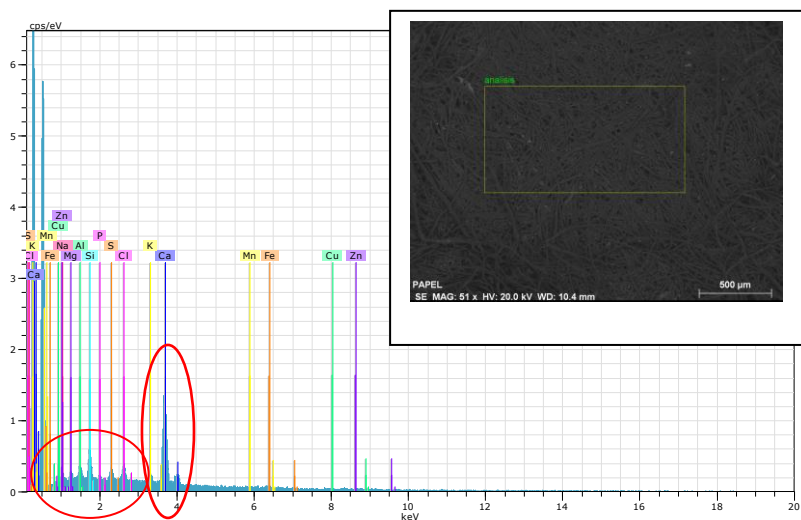


Figura 86: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se han realizado las pruebas de escritura, con el SEM/EDX.

A continuación se presenta una tabla con los resultados semicuantitativos de los análisis de las probetas de tinta sobre papel del siglo XVI (tabla 17).

Tabla 17: Semicuantificación de los valores obtenidos en el análisis SEM/EDX de las probetas de tinta sobre papel del siglo XVI.

Concentración relativa de cada elemento en porcentaje													
Tinta	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
T1	<LD	4.17	2.19	2.90	<LD	19.02	<LD	2.59	18.21	<LD	37.95	3.64	3.74
T2	2.51	4.96	2.01	4.43	<LD	10.11	2.44	3.40	34.02	2.32	21.38	5.66	6.12
T3	3.45	3.94	<LD	2.95	<LD	14.86	3.20	4.96	24.86	2.53	25.86	4.74	6.63
T4	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	15.92	3.36	4.10	30.08	<LD	30.01	2.96	5.09
T5	3.75	2.96	2.16	<LD	<LD	22.83	<LD	5.17	4.16	<LD	28.95	2.16	<b>23.60</b>
T6	3.75	2.96	2.16	<LD	<LD	22.83	<LD	5.17	4.16	<LD	28.95	2.16	23.60
T7	<LD	3.79	7.55	3.34	<LD	16.43	2.40	2.86	20.87	2.28	30.00	3.04	6.10
T2A	6.12	3.95	2.05	2.17	<LD	17.03	2.15	2.74	11.68	<LD	2.02	3.50	<b>44.93</b>
T2B	<LD	2.02	2.20	<LD	<LD	19.70	2.24	3.71	25.33	<LD	25.23	3.12	<b>12.32</b>
T2C	2.16	4.69	4.70	3.45	<LD	14.37	3.12	4.11	21.82	2.80	26.30	5.62	5.71
TA2A	<LD	4.72	4.96	2.57	<LD	15.67	2.57	3.10	14.86	2.79	31.78	<b>6.12</b>	<b>8.22</b>
TA2B	<LD	2.96	4.89	2.24	<LD	18.29	2.00	3.42	21.13	<LD	30.77	<b>4.42</b>	<b>5.91</b>
TA2C	<LD	2.73	2.21	<LD	<LD	21.14	2.19	3.13	12.80	<LD	43.66	2.78	3.84
TA2D	3.27	3.67	4.27	6.43	<LD	2.47	4.13	5.06	46.70	3.04	4.90	<b>7.38</b>	<b>7.97</b>

- Tinta 1 (19 de la tabla) Receta perteneciente a un protocolo notarial de 1415: Andreu Julià, notario. Protocolos 1264, fol, 1r. Archivo del Reino de Valencia (Cárcel 1979)

El espectro que nos ofrece el análisis de la tinta 1 revela claramente su composición. Los elementos con mayor presencia son el azufre y el hierro provenientes del vitriolo; a continuación el calcio y el silicio que, como hemos advertido con anterioridad, están presentes en el vino utilizado en la elaboración (figura 87).

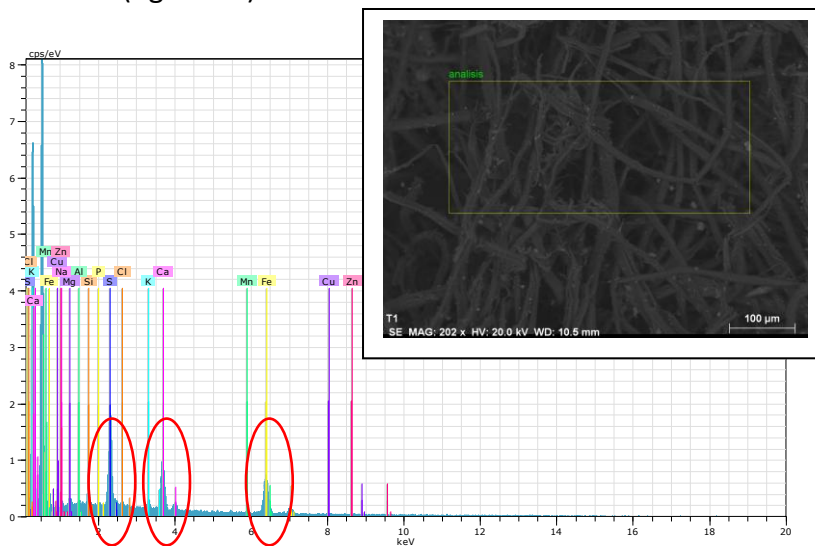


Figura 87: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T1, tomadas con SEM/EDX.

- Tinta 2 (39 de la tabla): Fórmula de tinta del notario Miquel Adell, siglo XVI. Archivo del Reino de Valencia, Real 648, fol. 104r. (Cárcel 1979)

El contenido más significativo en este caso es el calcio; al azufre y el hierro aparecen en menor medida, quizá porque en este análisis se ha tomado una zona más amplia de papel sin entintarse (figura 88).

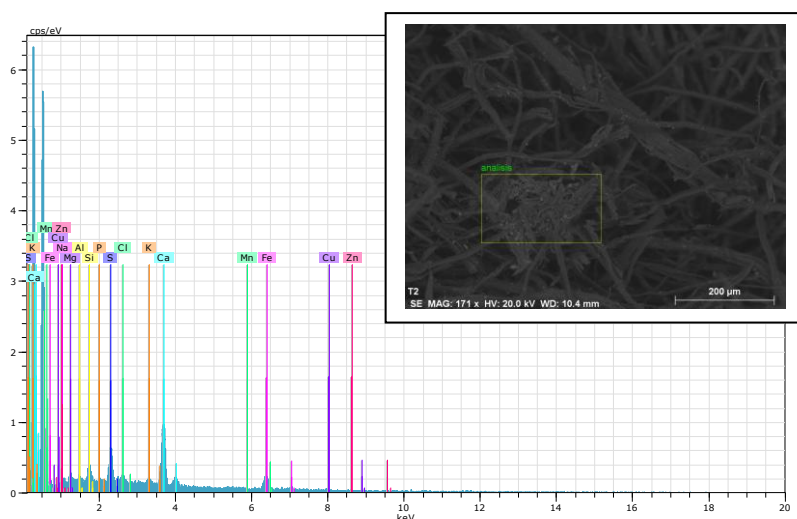


Figura 88: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T2, tomadas con SEM/EDX.

- Tinta 3 (número 40 de la tabla): Fórmula de tinta del notario Miquel Adell, siglo XVI. Archivo del Reino de Valencia, Real 648, fol. 104v. (Cárcel 1979)

La receta número 3 ha sido elaborada utilizando una mezcla de agua y vino como solvente; esta combinación puede darnos la explicación de la reducción en la detección de silicio en esta muestra con respecto a las anteriores. Por lo que se refiere al resto de componentes la respuesta del microscopio ha sido muy similar; pero observamos que la cantidad de sulfato de hierro, en este caso dos onzas de caparrós, es muy similar a la anterior y por lo que se refiere al potasio, que puede provenir de las agallas y de la goma, es ligeramente superior a las anteriores (figura 89). Del mismo modo sucede con el zinc, como ya vimos, aumenta la proporcionalidad ligeramente con la adición de la goma arábica.



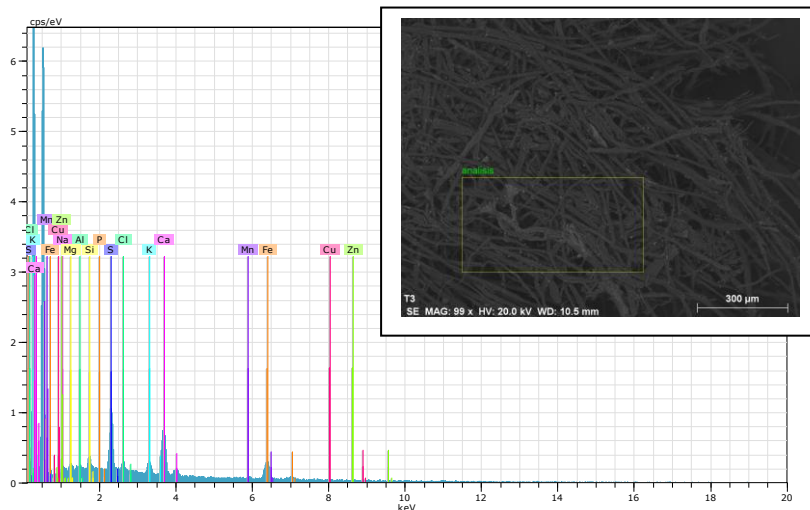


Figura 89: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T3, tomadas con SEM/EDX.

- Tinta 4 (52 de la tabla): Pergamino encontrado en el baúl de Roque Chabás. Archivo de la Catedral de Valencia (s. XVI)

En la tinta número 4 podemos observar en la cuantificación de los elementos encontrados cómo los más abundantes son el calcio, el hierro y el azufre (figura 90). En este caso la proporción de los tres ingredientes principales era exacta, y la maceración se hizo en vino.

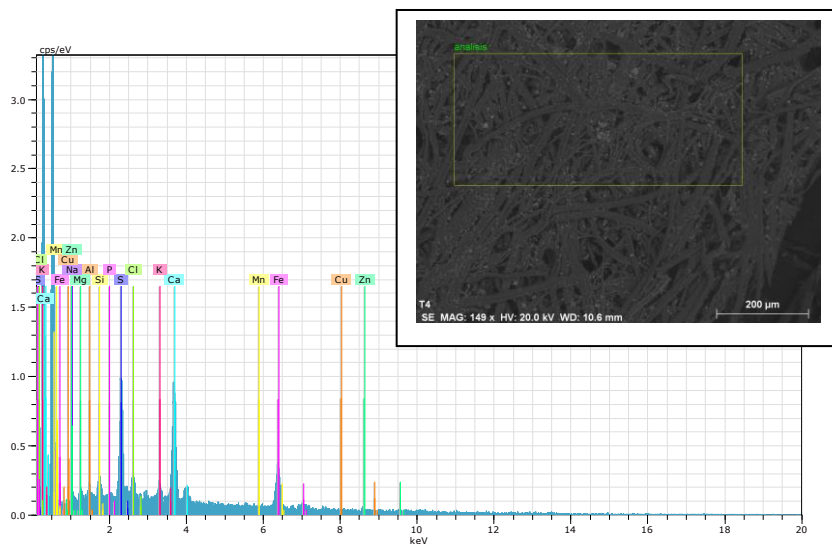


Figura 90: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T4, tomadas con SEM/EDX.

- Tinta 5 (53 de la tabla): Baldufari de Bartolomé Mayques, 1613-48, s.f. Arxiu Municipal d'Ontinyent

La tinta número cinco contenía una cantidad mayor de vitriolo respecto a las agallas de las recetas anteriores -por seis onzas de vitriolo, se añaden cuatro de agallas y 2 de goma-. De igual modo que en la receta número tres el solvente es una mezcla a partes iguales de agua y vino blanco. La particularidad de esta tinta es que se le añade alumbre y dos cucharadas de miel. Sin embargo, al estudiar con detenimiento el espectro obtenido en el análisis podemos determinar que el resultado no es muy diferente excepto en el caso del potasio que se detecta de forma más evidente que en las anteriores comentadas pero no obstante es muy bajo. Se observa un pequeño pico en la zona de detección del zinc que va ligado, como hemos advertido anteriormente, a la adición de goma

arábica (figura 91). Sorprende la poca presencia de aluminio en los resultados pese a haber sido añadido en alumbre en la elaboración de la tinta.

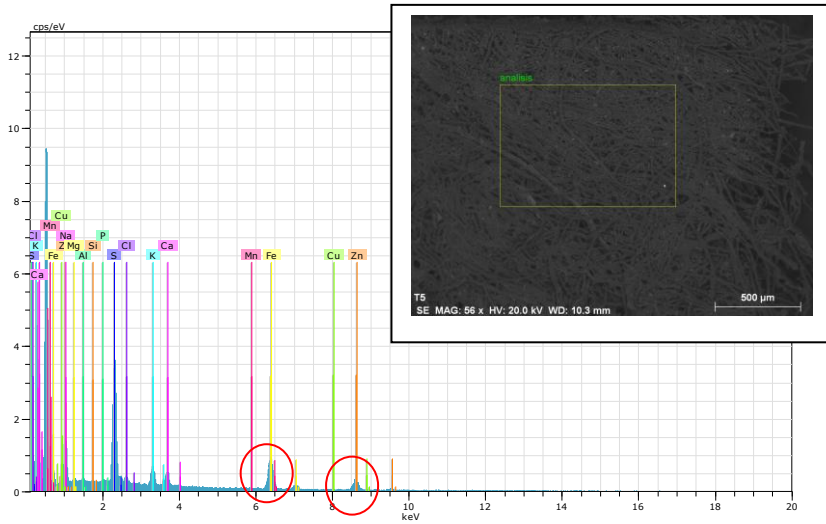


Figura 91: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T5, tomadas con SEM/EDX.

- Tinta 6 (56 de la tabla): Formulari de Juristas, Archivo Mmunicipal de Sueca, fol 43v (Cortes Escrivá 1984)

La particularidad de esta tinta es la adición de cortezas de granada y las agallas como fuente de taninos. Al contrario que en las probetas anteriores, se utilizaron agallas pequeñas y claras en vez de las grandes oscuras y con crestas, y se maceraron en vino blanco y agua. El resultado visible en el espectro (figura 92) es muy similar al anterior por lo que advertimos que el uso de un determinado tipo u otro de agallas no siempre resulta significativo en cuanto a la proporción de potasio aportado; vuelve aparecer un pequeño pico de zinc asociado a la goma.

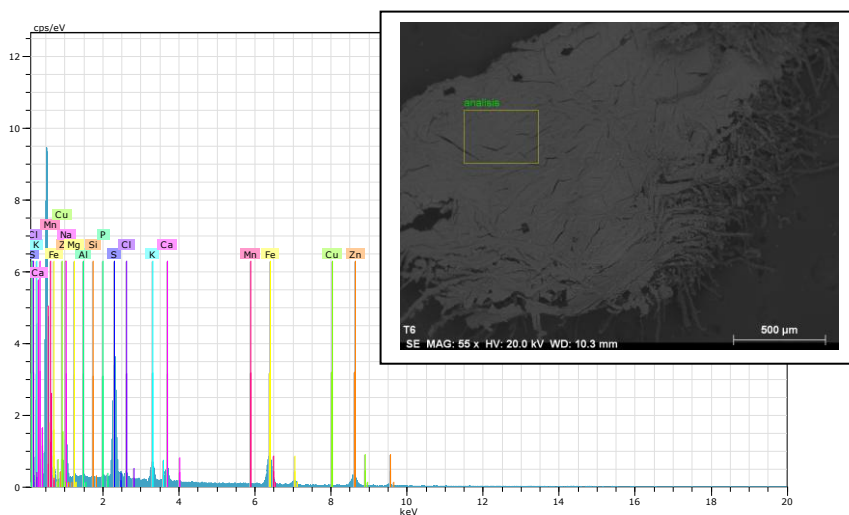


Figura 92: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T6, tomadas con SEM/EDX.

- Tinta 7 (61 de la tabla): Protocolo notarial de José Mazón. 1681 - 1683. Signatura SHPN 322, fol 152 r y v de 1682. Arxiu Històric Municipal d'Elx

La receta suecana fue elaborada con vino blanco y agallas procedentes de la sierra madrileña y el espectro que podemos observar a continuación en la figura 93 es de nuevo muy similar a las anteriores pero ha descendido la presencia de zinc y aumenta la del aluminio.

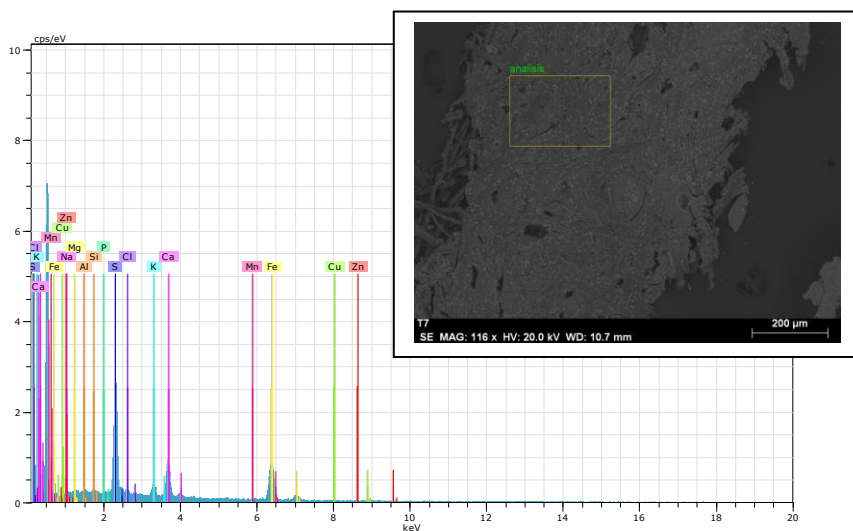


Figura 93: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T7, tomadas con SEM/EDX.

- Variaciones de la tinta 2 con diferentes sulfatos

En las probetas que presentamos a continuación tratamos de determinar si la presencia de goma arábiga resultaba significativa a la hora de escribir con una tinta correctamente y si se advertía una diferencia en el análisis de los componentes inorgánicos. Comparando los picos de detección del potasio, resultan en este caso similares aun cuando la tinta no contenga goma arábiga (figura 94); por lo tanto la presencia de este ingrediente no supone un incremento significativo del potasio a pesar de que parte del detectado pueda provenir de ella en otras ocasiones.

Por otro lado consideramos la necesidad de comprobar la capacidad de sulfato de zinc para elaborar una tinta negra de escritura, y ya hemos explicado que por si solo este elemento no propiciaba una tinta negra. En la variante - T2B- en la que se utilizó únicamente el sulfato de zinc, resulta significativo que a pesar de que la cantidad aportada a la mezcla era igual que la cantidad de sulfato de hierro existente en la primera variante, el pico de zinc que se advierte en el espectro (figura 95) es mucho menor que el del hierro, pero desconocemos la razón de este comportamiento.

Por último cabe señalar que en la receta realizada con una mezcla de sulfatos (30 g de sulfato de hierro y 5,32 g sulfato de zinc), la detección de sulfato de hierro es prácticamente igual que en la tinta T2A y, sin embargo, la proporción de sulfato de zinc es similar tanto a la que presentan los espectros de la tinta T2C como a los de la tinta T2B elaborada con esta sal.

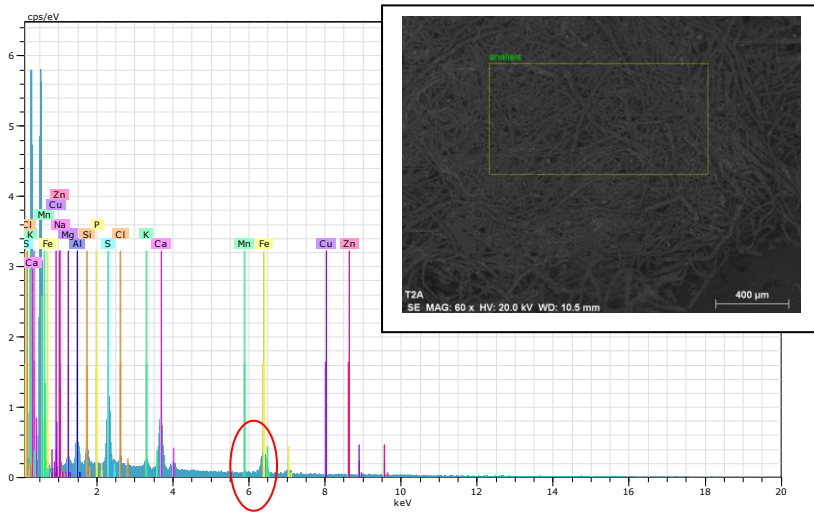


Figura 94: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado prueba de escritura con la T2A, tomadas con SEM/EDX.

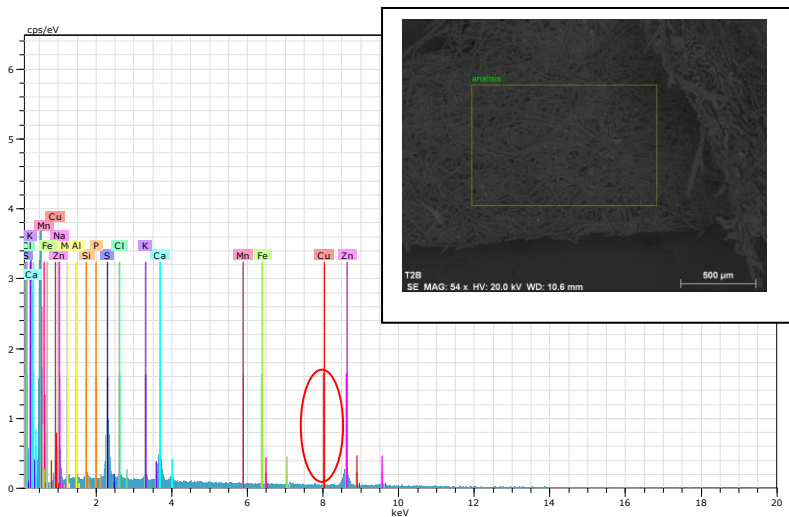


Figura 95: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado una prueba de escritura con la T2B, tomadas con SEM/EDX.

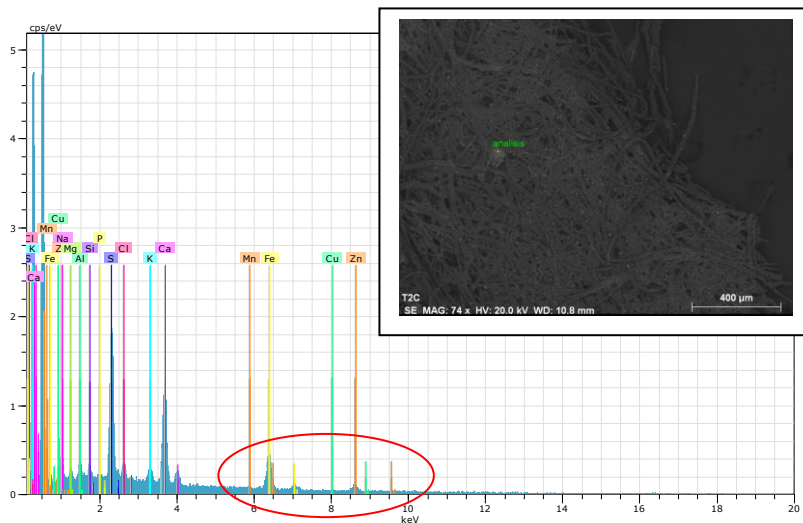


Figura 96: Imagen y espectro de la muestra de papel antiguo sobre el que se ha realizado una prueba de escritura con la T2C, tomadas con SEM/EDX.

Cabe añadir, además, que en esta ocasión utilizamos para las tintas T2A y T2B las agallas proporcionadas por el Centro para la Investigación y la Experimentación Forestal de Quart de Poblet (Valencia); y para la T2C las agallas más claras originarias del interior de la provincia de Valencia. Si observamos los tres espectros (figuras 94, 95 y 96), parece que el empleo de estas últimas aporte una cantidad de potasio mayor que las agallas pequeñas y de color aceitunado.



### c) Análisis de las tintas sometidas a un proceso de envejecimiento artificial

El primer estudio comparativo que realizamos entre una tinta andalusí y una suecana nos ha permitido analizar el resultado de las mismas sobre papel antes y después de haberla sometido a un tratamiento de envejecimiento acelerado (40° y 60% de la relativa). En la tabla 18 mostramos los valores porcentuales que ofrece el SEM/EDX sobre ambas tintas después de haber sido envejecidas (EA), del halo observado en la tinta andalusí (EA-halo), así como del papel después del envejecimiento (figura 47).

Tabla 18: Valores porcentuales obtenidos del SEM/EDX con estas tintas antes y después del envejecimiento, y de los halos formados alrededor de las mismas después del envejecimiento acelerado.

Concentración relativa de cada elemento en porcentaje													
Tinta	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
Sueca	<LD	2.36	<LD	<LD	<LD	<b>23.38</b>	0.79	<b>5.30</b>	2.53	<LD	<b>51.86</b>	3.31	5.81
Andalusí	<LD	<b>3.66</b>	2.38	<LD	<LD	<b>16.39</b>	1.87	<b>8.14</b>	3.22	3.70	<b>44.20</b>	<b>5.81</b>	<b>6.58</b>
Sueca EA	<b>4.05</b>	<b>6.33</b>	<b>2.49</b>	<LD	<LD	14.87	0.76	4.91	10.35	1.12	<b>47.30</b>	2.48	2.66
Andalusí EA	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<b>92.01</b>	<LD	<LD
Andalusí EA- halo	<LD	<b>8.62</b>	<b>7.50</b>	<b>12.38</b>	<b>4.11</b>	4.34	2.79	2.44	<b>16.83</b>	<b>6.17</b>	7.16	<b>12.76</b>	<b>12.97</b>
Papel EA	<LD	2.27	1.08	2.02	<LD	<b>15.45</b>	<LD	5.47	<b>26.09</b>	2.21	<b>30.42</b>	4.47	7.21

Al observar los resultados obtenidos podemos apreciar que la tinta andalusí, elaborada con agua y con zumo de granada, es más rica en variedad y cantidad de elementos

metálicos (figura 98) que la receta de Sueca realizada con vino (figura 97). Si comparamos la receta andalusí con respecto al agua corriente, podemos detectar una presencia más significativa de aluminio, de manganeso, pero sobre todo de potasio y de fósforo. Estos ingredientes, según un estudio realizado de la concentración del contenido en 100gr de zumo de granada, son los más abundantes (García-Viguera and Pérez-Vicente 2004)<sup>77</sup>.

Si establecemos la comparación de la receta suecana con la andalusí, observamos que la variedad y proporcionalidad de elementos es menor -habida cuenta de que realizamos análisis semicuantitativos porque no siempre tenemos la misma cantidad de área de análisis- y solo es aparentemente más significativa la presencia de azufre y de hierro (ya hemos comentado la relación del aporte de azufre en el momento de preparación del vino).

---

<sup>77</sup> La concentración de minerales en 100gr de granada según estos autores sería: sodio 7; potasio 290; calcio 8; magnesio 3; fósforo 17 e hierro 0,5.

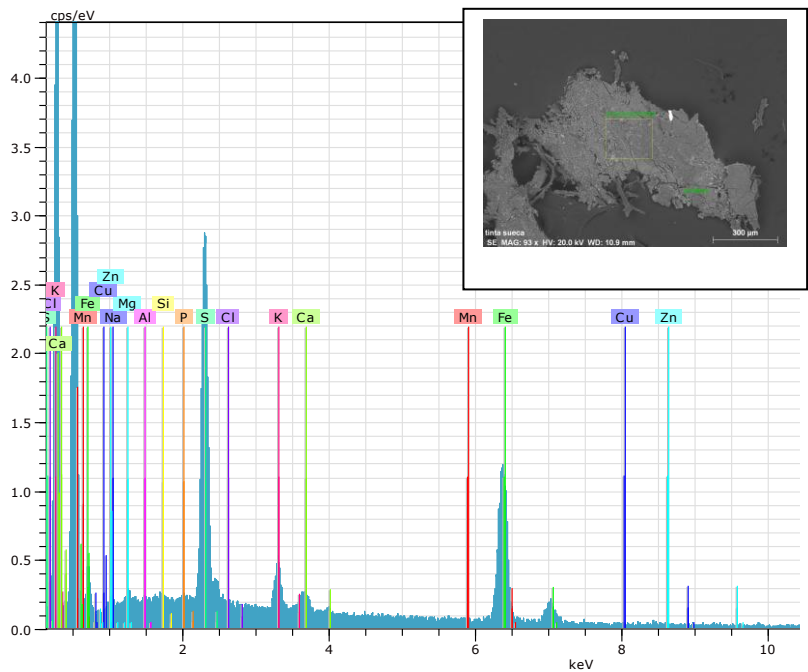


Figura 97: Imagen y espectro de la muestra de Sueca con el SEM/EDX.

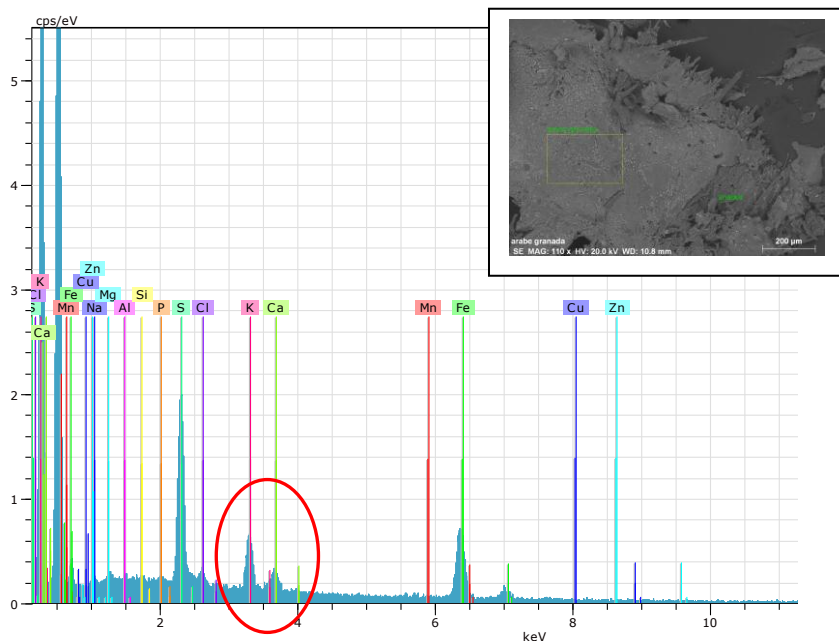


Figura 98: Imagen y espectro de la muestra andalusí con el SEM/EDX.

La muestra de papel envejecido presenta poca cantidad de elementos; entre los más significativos podemos destacar la presencia de azufre, calcio y hierro (figura 99). Son numerosos los estudios que han determinado la presencia de un pequeño porcentaje de hierro -en torno al 4 %- en el papel (Dzinavatonga, Bharuth-Ram, and Medupe 2014) que puede ser producto de pequeñas impurezas añadidas en el proceso de elaboración de la pasta papelera.

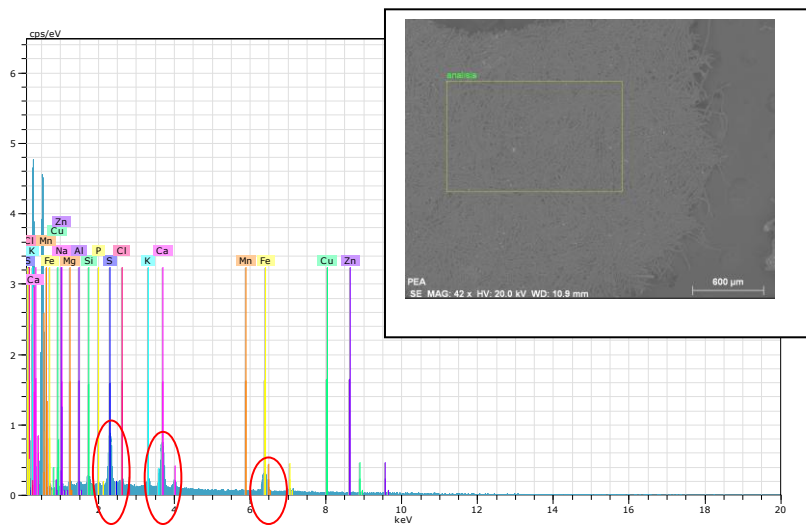


Figura 99: Imagen y espectro de la muestra de papel envejecido artificialmente, obtenido con el SEM/EDX.

Estudiando de forma comparada dos espectros obtenidos en estas muestras antes y después del envejecimiento acelerado (figuras 100 y 101) podemos observar que en ambos la cantidad de azufre de las muestras ha disminuido considerablemente respecto al valor inicial. A pesar de que Ceres, citando a Krekel 1999, advierte que la proporción en la concentración de los metales en los estratos de la tinta se modifican a través de los siglos -y por ende quizá también durante el proceso de envejecimiento acelerado- por las migraciones de los iones metálicos en el papel (Ceres 2006), nos resulta extraña esta reducción de la presencia de azufre porque, como veremos en el próximo capítulo, lo habitual en las tintas antiguas es que se produzca un aumento respecto al hierro. Con respecto a los valores de hierro, que normalmente disminuyen cuando se observan muestras recién hechas o tras unos días, aquí se han mantenido con un nivel similar en la

muestra de Sueca y ha crecido considerablemente en la receta andalusí. Este último dato hay que tomarlo con cautela, ya que muy probablemente se deba a la selección casual de una zona de acumulación de este material.

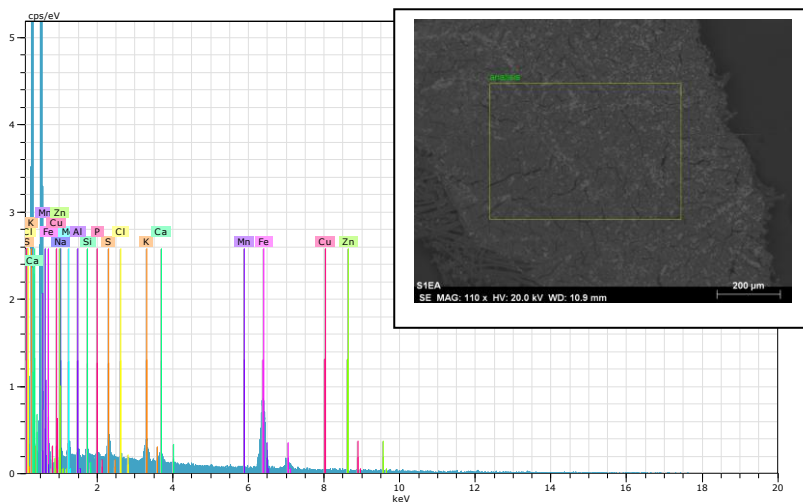


Figura 100: Imagen y espectro de la muestra de tinta de Sueca sobre papel después de un proceso de envejecimiento artificial con el SEM/EDX.

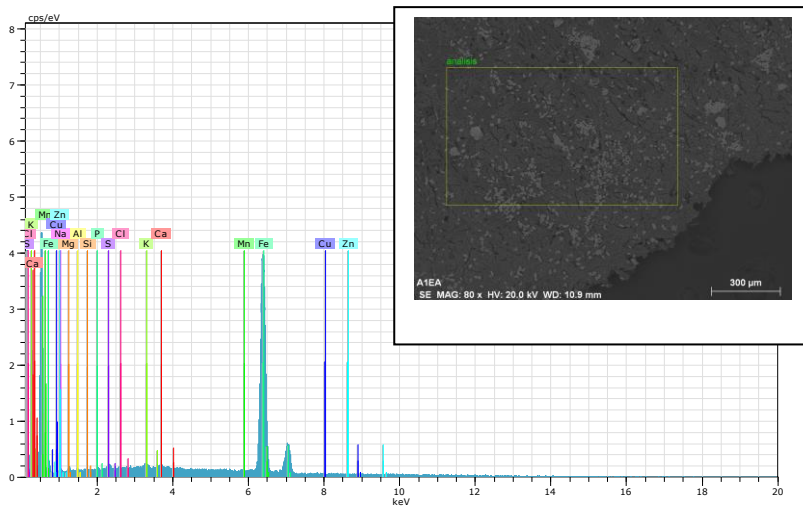


Figura 101: Imagen y espectro de la muestra de tinta de andalusí sobre papel después de un proceso de envejecimiento artificial, con el SEM/EDX.

Nos parecía interesante la detección de los elementos inorgánicos en el halo creado en la receta andalusí por ver qué tipo de sustancia era la que había migrado (figura 102). El análisis revela la presencia de calcio, azufre y hierro. Teniendo en cuenta que esta probeta fue realizada con agua y que la presencia de calcio en el papel está documentada en el análisis anterior (figura 99) resulta evidente que parte del sulfato de hierro que compone la tinta efectúa una migración a los alrededores de la zona de escritura, con el agua y el zumo de granada como vehículo. El nivel de zinc es menos significativo aunque lo detectamos con mayor presencia que en la tinta; puede deberse a la capacidad de migración de este elemento, que ya han documentado Manso y Caldeira (Manso et al. 2014) en los halos de tintas antiguas cuyo contenido de zinc es muy significativo y actúa de inhibidor de la contaminación biológica.

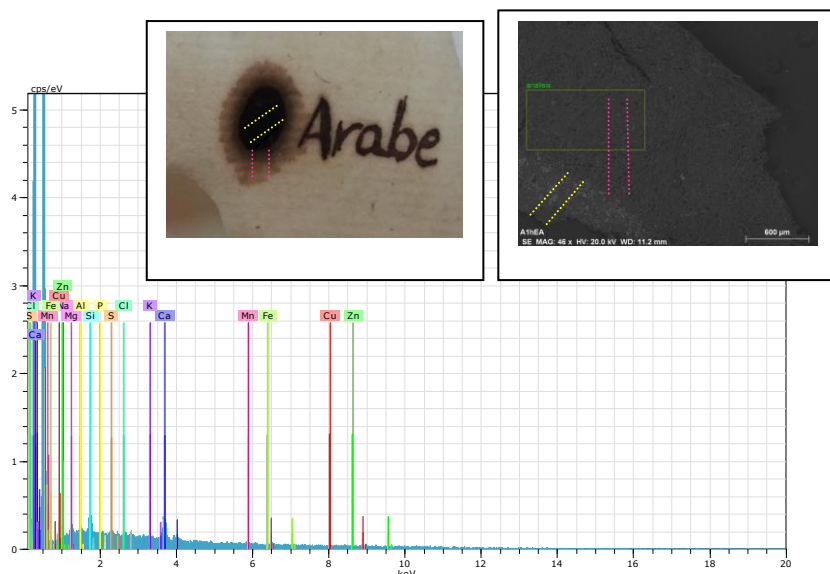


Figura 102: Imagen y espectro de la muestra del halo formado alrededor de la tinta de andalusí sobre papel después de un proceso de envejecimiento artificial, con el SEM/EDX. En color amarillo podemos advertir la zona de escritura y en color rosa la zona del halo en la fotografía con luz visible y en la recogida en el microscopio electrónico.

#### d) Medición del pH

Tomamos la medida del pH de todas las tintas una vez terminadas, y en dos de ellas (T2A y T6) también en los primeros pasos de elaboración. La T2 tiene dos estadios de elaboración -maceración de las agallas y adición del vitriolo y goma conjuntamente- y la T6 tiene tres -maceración de las agallas, aportación del vitriolo e incorporación de goma-. A continuación presentamos la tabla de resultados (tabla 19):



Tabla 19: Valores de pH de las tintas en sus procesos de elaboración.

tinta		pH	
T1		2,29	
T2		2,11	
T2A	1	2,94	maceración de agallas en vino blanco en la T2A
T2A	2	4,95	adición del vitriolo y la goma en la T2A
T3		2,32	
T4		2,37	
T5		2,5	elaboración con todos los ingredientes a la vez
T6	1	3,25	maceración de agallas en vino en la T6
T6	2	2,43	adición sulfato de hierro en la T6
T6	3	4,95	después de añadir la goma y dejarla reposar dos días en la T6
A2A		2,98	
A2B		3,03	
A2C		2,85	
A2D		2,98	

Por lo que respecta al pH resulta evidente que todas las tintas, independientemente de que hayan sido elaboradas con vino o con agua, tienen unos niveles muy bajos que en la mayoría de ocasiones no llegan ni siquiera al 3. Si observamos el desarrollo de la medición del pH en la tinta número 6 en la que se obtuvo durante el proceso de elaboración, podemos observar cómo el pH inicial de las agallas en maceración en vino

blanco es de 3,25 y al añadir el sulfato de hierro y producirse la reacción del ácido gálico con esta sal metálica el pH disminuye hasta 2,48; sin embargo, la adición de goma eleva el pH a 4,95. Si nos fijamos ahora en los dos pasos de la tinta número dos, el pH inicial de la maceración de las agallas es de 2,94 y se eleva a 4,95 al añadir el vitriolo la goma. Por lo tanto, podemos al menos comprobar que efectivamente, como señalan diversos autores (Remaizelles et al. 2005), la suma de la goma a la preparación aumenta el pH de la tinta aunque continúa teniendo unos niveles de acidez que no corresponde al ideal que deberían alcanzar para su conservación ya que la acción catalítica de hierro -iones libres que no han reaccionado con el ácido gálico- se reduce con un pH entre 6,5 y 7,5 (Giorgi 2007).

#### **e) Evaluación del color resultante de todas las tintas realizadas**

Una vez concluidas las tintas se procedió a impregnar una pequeña franja de papel del siglo XVII con cada una de ellas para su posterior análisis. En la figura 103 se advierte claramente que el color es muy diferente en cada una de las recetas reproducidas; destacan las probetas de tintas andalusíes A2A, A2B, A2C Y A2D<sup>78</sup>, en cuya composición se ha añadido zumo de granada en diferentes proporciones y se ha variado también la cantidad de vitriolo vertido para su reacción. Recordemos que en el caso de la tinta A2A se usaron las mismas proporciones de agallas, vitriolo y goma, se cocieron 10 hojas de mirto y se sumaron al compuesto 100 ml de zumo de

---

<sup>78</sup> Variaciones de la tinta andalusí.

granada. En el caso de la tinta A2B, se disminuyó la cantidad de zumo a 50 ml<sup>79</sup>. Para la tinta A2C se utilizaron dos onzas de agallas frente a tres de vitriolo y una de goma, más la adición de 100 ml de zumo de granada. Por último, la tinta A2D era similar al anterior pero la cantidad de jugo fue de 50 ml. Observando el color de las mismas podemos concluir que, en general, el zumo de granada disminuye la intensidad del negro de la tinta final; y a menor cantidad de zumo el color se acerca más al negro pero no llega a ser intenso. Por otro lado influye de manera más activa el teñido que proporcionan las hojas de arrayan cocidas al reaccionar con la maceración de agallas en el agua que la adición de sulfato de hierro.

La siguiente prueba que destaca por su color muy alejado del negro es la tinta T2B elaborada con sulfato de zinc; sin embargo, resulta sorprendente cómo tanto la muestra T2A como T2B, son de un color negro intenso a pesar de que la primera fue elaborada solamente con sulfato de hierro y la segunda con un amplio porcentaje (30 gramos) de sulfato de hierro frente a cinco gramos de sulfato de zinc. Sorprende más si cabe, que la última en la que se mezclan ambos sulfatos revela el color negro más intenso y brillante de todas las probetas realizadas. Puede, por tanto, que no sea casualidad la búsqueda de impurezas de sulfato de cobre y zinc para la elaboración de las tintas. Es verdad, como hemos comentado, que la mina de extracción influye ampliamente en la pureza del mineral final, pero quizá en los siglos que estamos estudiando se sabía que la suma de estos sulfatos metálicos proporcionaba

---

<sup>79</sup> Hemos realizado una estimación en base a la cantidad del resto de ingredientes y por nuestra experiencia en otro tipo de recetas, porque se desconoce la proporción de zumo de granada empleado.

un color negro muy brillante e intenso. Conviene recordar que estas recetas se elaboraron a partir de agallas de ciprés y no de roble, por lo que quizá el contenido de ácidos varíe y esto pueda influir de forma positiva en el color final de la tinta.

La tinta número 1 presenta también un color distinto al resultado final esperado. Si bien las proporciones puede ser similares a las de otras recetas -tres onzas de agallas, cuatro de vitriolo y tres de goma-, el hecho de que se añadan el mismo día las agallas y el sulfato de hierro a macerar en vino podría provocar que la extracción del ácido gálico no se hiciera tan rápidamente, o que un exceso de sulfato de hierro no haya podido reaccionar con los ácidos desprendidos de las agallas. En la receta número 4 en la que todos los ingredientes se añaden a la vez pero la proporción del contenido de cada uno es igual, el resultado ha sido una tinta de color negro y apta para escribir. Cabe destacar en esta línea la prueba de tinta número 6 en la que, por el contrario, la cantidad de agallas era mayor a la del vitriolo -tres onzas de agallas, dos de vitriolo-, y ha resultado ser una de las más negras. Si bien la receta siguiente -T7- fue elaborada con la misma proporción ingredientes, no se le añadieron las cortezas de granada como en la T6, lo que podría ser la clave de la diferencia de color entre estas dos tintas.

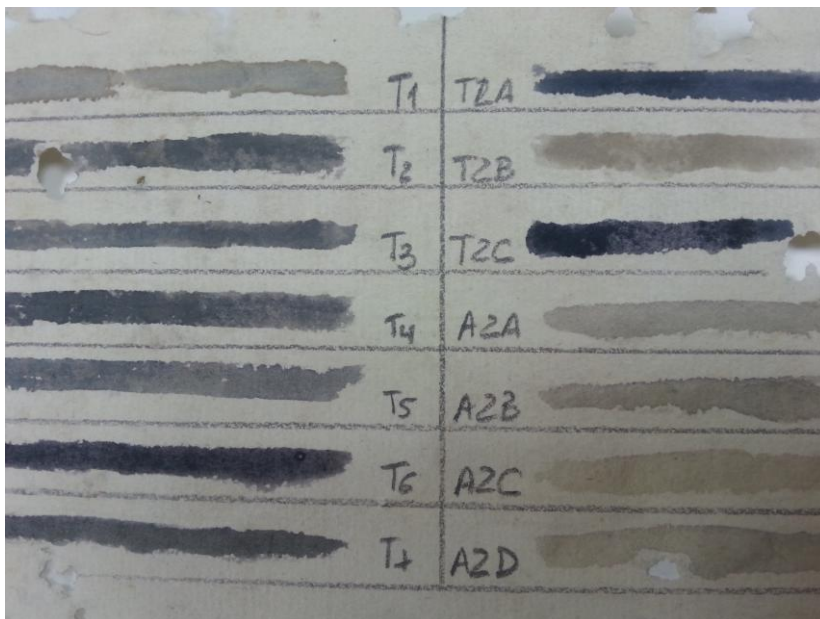


Figura 103: Pruebas de las tintas elaboradas en base a recetas valencianas, impregnando un papel del siglo XVII.

Después de cinco meses elaboradas y conservadas las tintas en frascos de cristal (figura 104) podemos observar su color final y es evidente que el negro permanece mucho más intenso en aquellas elaboradas con vino -aunque sea combinado con la mitad de agua como en la T3- que la realizadas únicamente con agua, cuyo color continúa la tendencia hacia el color violeta. Además ocurre un fenómeno bastante extraño en la tinta A2C -dos onzas de agallas, tres de vitriolo una de goma y zumo de granada- en la que los componentes sólidos se han depositado al cabo de unos meses en el fondo del frasco lo que ha impedido la conservación correcta de la tinta (figura 105). Algo similar ocurrió al intentar reproducir la receta T8 que, como hemos dicho al inicio, descartamos por no estar seguros de las cantidades. En este caso, la tinta se confeccionaba en agua a la que se añadían las

agallas para su maceración y posteriormente el sulfato de hierro. Desconocemos si el hecho de no controlar las proporciones pudo provocar el fenómeno que no observamos ninguna otra y es que el agua se tornó azulada, pero los componentes sólidos se decantaba o flotaban en ella sin llegar a reaccionar y formar la tinta (figura 106). Esta prueba fue la que desarrolló un hongo en superficie que mostramos en el apartado cuatro de esta tesis.

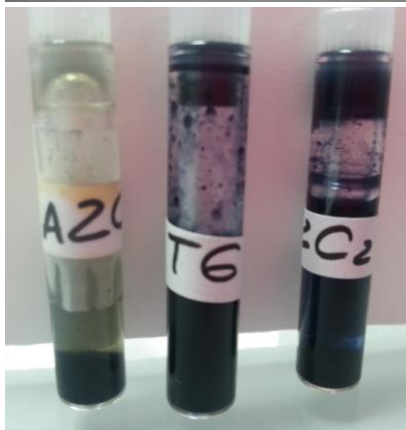
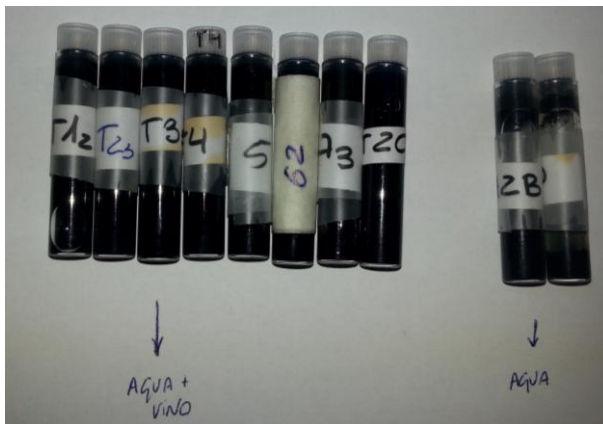


Figura 104:Tintas finales tras cinco meses desde su elaboración.

Figura 105: Peculiaridad de conservación en la tinta A2C.



Figura 106: T8 en proceso de reacción del ácido gálico con el sulfato de hierro que dio como resultado el agua coloreada en un tono azulado y sobre la que flotaban o se decantaba los componentes sólidos sin mezclarse.





## **Capítulo 4**

---

# **Las tintas metalogálicas**



## 4.1. Componentes

Después de consultar numerosas fuentes sobre el modo de fabricación de las tintas metalógicas, se puede afirmar que sus componentes básicos –taninos, sulfato metálico, goma– permanecieron invariables desde el inicio de su uso hasta su abandono; no así el solvente y los aditivos, cuya presencia y naturaleza cambia según culturas y tradiciones. Los taninos eran sustancias vegetales ricas en ácidos que se obtenían, principalmente, de las agallas producidas en las ramas de los robles u otros árboles. Sulfatos hidratados (principalmente de hierro, pero también de cobre o zinc) conferían el color negro a la tinta al hacer reacción con los ácidos tánicos. Para otorgar cohesión y viscosidad a la mezcla se utilizaba la goma arábiga, procedente de la acacia y considerada el aglutinante máspreciado, si bien, tal y como apunta Kroustallis (Kroustallis 2003), se sustituía en ocasiones por otras sustancias extraídas de árboles frutales más asequibles o a partir de hueso, pergamino, pescado o gelatinas. Respecto a los elementos solventes, dependiendo de la cultura y época histórica se optaba por distintos ingredientes: los más habituales eran el agua y el vino (o la cerveza en el norte de Europa), aunque también se utilizó vinagre, orina, bilis, etc. Por último se observa una gran variedad de aditivos que se incorporaban para mejorar las propiedades de las tintas, para asegurar su conservación e incluso para perfumarlas.

#### 4.1.1. Taninos

El término "tanino" fue introducido por Seguin en 1769<sup>80</sup> y originariamente se utilizaba para denominar algunas sustancias orgánicas destinadas al curtido de pieles (ya que forman puentes de hidrógeno con las fibras del colágeno en la piel haciéndola más resistente<sup>81</sup>). Actualmente se mantiene la definición aportada por Bate-Smith y Swain en 1962: "Compuestos fenólicos solubles en agua, con pesos moleculares entre 500 y 3000, que además de dar las reacciones fenólicas usuales, tienen propiedades especiales tales como la habilidad de precipitar alcaloides, gelatina y otras proteínas". A pesar de que el término está ampliamente expandido, científicamente se recomienda la denominación de "polifenoles vegetales" (Isaza 2007).

Son polímeros complejos de metabolitos secundarios de plantas superiores, especialmente de la familia de *Leguminosae*, *Rosaceae*, *Polygonaceae*, *Fagaceae*, *Rhizophoraceae*, *Myrtaceae* y *Melastomaceae*. Entre sus características más peculiares cabe destacar que son solubles en agua y que poseen una estructura y carácter polifenólico.

Precipitan con numerosos reactivos, entre ellos metales pesados como el hierro, el plomo, el cobre y el zinc; y son, además, sustancias reductoras sensibles a la oxidación en un

---

<sup>80</sup>

[https://alojamientos.uva.es/guia\\_docente/uploads/2013/470/45820/1/Documento48.pdf](https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2013/470/45820/1/Documento48.pdf) (30-12-2014)

<sup>81</sup> <http://ocw.upm.es/ingeniería-agroforestal/uso-industrial-de-plantas-aromáticas-y-medicinales/contenidos/material-de-clase/tema6.pdf> (30-12-2014)

medio ácido. Así, en las tintas metalogálicas, los ácidos tánicos ejercen de mordiente al oxidar el papel garantizando su perdurabilidad e interaccionan con los sulfatos metálicos propiciando una coloración negra de gran intensidad.

Se pueden clasificar en varias categorías: taninos condensables -más comunes en las maderas de las plantas leñosas-, taninos hidrolizables -más pequeños y formados por ácidos fenólicos- y un tercer grupo menos numeroso integrado por los florotaninos, procedentes de varias especies de algas (Isaza 2007).

#### a) Tipología e identificación

Si bien los taninos se obtenían, preferentemente, de las agallas producidas en las ramas de los árboles, en ocasiones se utilizaron otros elementos vegetales como cortezas y maderas de distintas variedades, cáscaras de frutos e incluso raíces.

- **Tumores:** Cuando los insectos atacan las ramas de los árboles, se produce en las zonas afectadas una reacción en forma de tumores denominados “agallas” con el fin de aislar la infección. Debido a su alto contenido en taninos, las agallas han sido aprovechadas desde la Antigüedad con fines tintóreos, farmacéuticos y para la escritura. Tal y como describen las fuentes, después de seleccionar “las más pesadas de color plumizo y sin agujeritos” (Torío de la Riva y Herrero 1802) se disuelven en agua o en vino rotas en

pequeños trozos. Las más citadas en la documentación son las agallas de roble (figura 107), pero también fueron utilizadas las agallas de ciprés, encina y carrasca.

Las agallas de roble son tumores producidos por la picadura de avispa (*Cynipidae*). Las más afamadas y apreciadas fueron siempre las de Alepo<sup>82</sup>, de forma esférica regular y con numerosas protuberancias. Se seleccionaban las de color azul o verde y se preferían sin orificios, por lo que en numerosas ocasiones se recurría al fraude tapando con cera los agujeros de salida de las larvas.

Otras variedades muy conocidas fueron las de Esmirna así como las de Mosul y Basora, que suponemos deben ser las que en las recetas figuran como procedentes de Levante, en referencia al Próximo Oriente<sup>83</sup>, que llegaban a nuestros puertos importadas a su vez desde Provenza, Berbería o las islas del Mediterráneo central (Baldaqui Escandell 2013). Entre las europeas, las más famosas procedían de

---

<sup>82</sup> Ver recetas del doctor Cervera -123, 124, 129, 138, 139 y 144 -, las manuscritas localizadas en Segorbe - 147- y las de inicios del siglo XX de Canibell -152 y 157-.

<sup>83</sup> Recetas número 30 y 154.

España<sup>84</sup>, Istria, Francia, Hungría, Bohemia, Flandes<sup>85</sup> e Italia (Guareschi 1920).

Contamos con numerosos testimonios de la importancia del comercio de este producto y la generalización de su uso, como los registros de *coses vedades*, productos cuya extracción de la ciudad y Reino de Valencia se gravaban con un impuesto especial; en tres asientos de 1404<sup>86</sup> se registra la salida de agallas desde el *Grau* hasta Túnez (“*dos costals de gala valent-18 quintars*”), Orán (“1 quintar”) y Berbería (“1 quintar”) (Hinojosa Montalvo 1972). En el puerto de Barcelona tenemos asimismo noticias del pago de un nuevo arancel sobre las agallas procedentes de Alepo y de Rumania (Imperio de Oriente) entre los años 1599-1636 (Capmany 1792).

---

<sup>84</sup> Juan de Iciar, receta 34.

<sup>85</sup> En una receta de Ramón de Planes, en su recopilación de textos jurídicos (Biblioteca de Catalunya), las referencia.

<sup>86</sup> Asientos número 316, 779 y 793.



Figura 107: Agallas del roble procedentes del interior de la provincia de Valencia.



Tanto en recetas valencianas<sup>87</sup> como magrebíes<sup>88</sup> se hace referencia a agallas pequeñas y verdes (de la tabla A.1), cuya presencia también hemos localizado en la recopilación de recetas medievales del norte de África de Monique Zerdoun (Zerdoun Bat-Yahouda 1983). Hemos constatado en el Centro para la Investigación y Experimentación Forestal de la Comunidad Valenciana que existe efectivamente un tipo de agallas más pequeñas recogidas de robles crecidos en las inmediaciones de la ciudad de Valencia (figuras 108, 109 y 110) que pueden corresponder a las referidas en las mencionadas recetas.

---

<sup>87</sup> Recetas 70 y 91.

<sup>88</sup> Receta 2.



Figuras 108, 109 y 110: Agallas del roble valenciano (Centro para la Investigación y Experimentación Forestal, Quart de Poblet, Valencia).

Ya en 1845 Guibourt (Ainsworth Mitchell 1904) realizó un análisis de estas protuberancias y apuntó que había un 65% de taninos en ellas, entre otros componentes como el ácido gálico, el ácido elágico o el ácido luteogálico; incluso una

pequeña proporción de azúcar, potasio y sales de calcio. En análisis realizados por la doctoranda con el microscopio electrónico de barrido (SEM-EDX), puede advertirse una importante presencia de potasio en la composición de la agallas (figuras 111 y 112). El cromatograma, por su parte, ofrece una lectura muy concluyente sobre la presencia de ácido gálico (figura 113) -con un pico mucho más pronunciado que el resto de componentes- y ácido elágico. En ambos casos se advierten claramente las tres transiciones de cada ácido, lo que asegura su presencia.

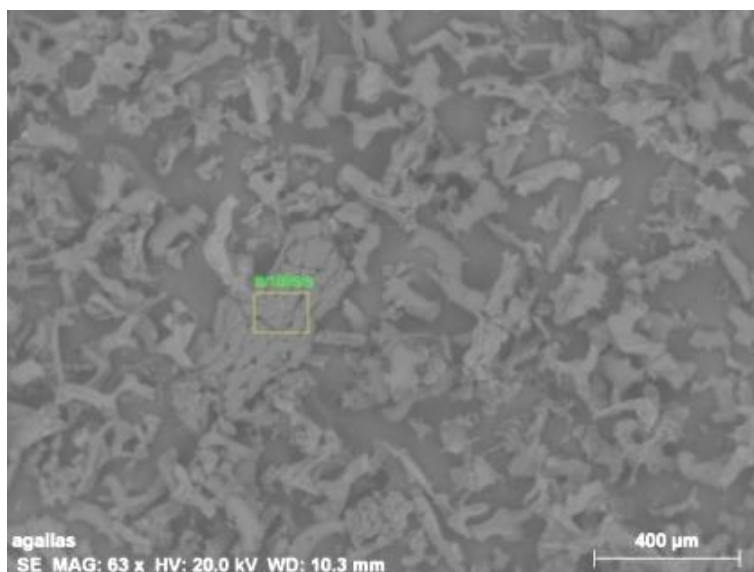


Figura 111: Imagen del SEM-EDX de las agallas del roble.

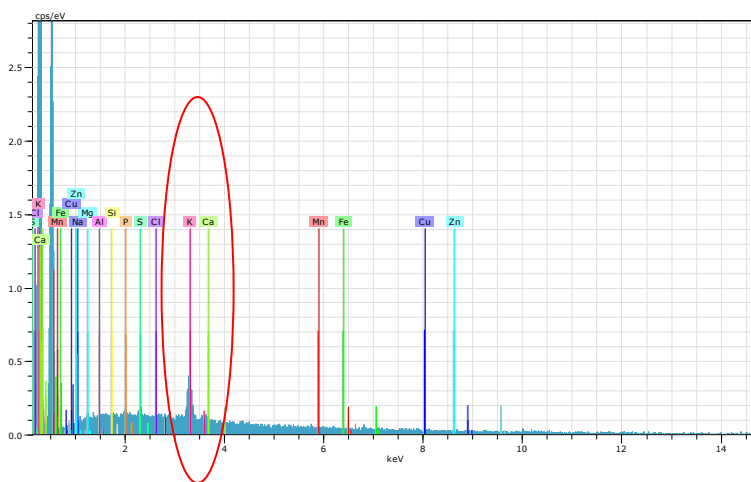


Figura 112: Espectro SEM-EDX del análisis realizado a las agallas de roble con una destacada presencia de potasio.

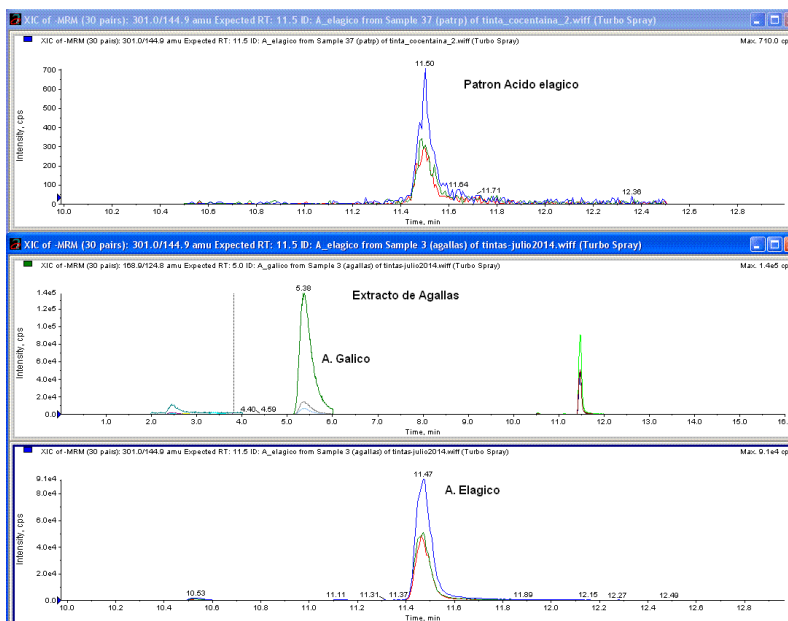


Figura 113: Cromatograma de las agallas de roble donde resultan evidentes las tres transiciones de los ácidos gálico y elágico.

- **Cortezas:** de madroño (Kroustallis 2007), aliso, [*Alnus spp.*] (Roquero 2006), castaño (Ainsworth Mitchell 1904), encina, acacia, pino de Alepo, abeto (figura 114).



Figura 114: Rama de aliso.

- **Madera:** de castaño (Ainsworth Mitchell 1904), encina, quebracho, castaño y catecú; estos tres últimos dan una coloración verdosa al reaccionar con el sulfato de hierro (Guareschi 1920).

- **Cáscaras:** de granada, algarrobilla [*Caesalpinia Brevifolia*] y castaño (Guareschi 1920).

- **Sumidades:** zumaque, gambir y uva ursi (Guareschi 1920).

- **Frutos:** mirobálano [*Terminalia*], fruto seco procedente del este de la India; para la elaboración de tintas se utilizó la especie *T. Chebula* (Ainsworth Mitchell 1904). Valonia [*Quercus valonia Kolschy*] y bellotas de Asia Menor y algunas partes de Grecia que se comercializaron por su alto contenido en taninos.

- **Raíces:** de manglé (figura 115) [*Rhizophora mangle*] (Roquero 2006) y de granado (Guareschi 1920).



Figura 115: Raíz de manglé.

- **Hojas:** de mesté [*Caesalpinia tinctoria*] (Roquero 2006) y zumaque [*Rhus coriaria*] (Ainsworth Mitchell 1904), propio de los países mediterráneos y material tintóreo de primera calidad.
- **Vainas:** del divi-divi [*Caesalpinia coriaria*], utilizado como material tintóreo en Sudamérica (también crece en Senegal) aunque no se comercializó en Europa hasta bien entrado el siglo XVIII.

#### 4.1.2. Sulfatos minerales

##### a) Tipología, identificación y problemas de nomenclatura

Tal y como hemos mencionado, el sulfato de hierro es un componente fundamental en la elaboración de las tintas metalogógicas. Sin embargo, se utilizaron también otros sulfatos naturales o transformados para este menester, como el sulfato de cobre – con un mínimo del 15-20 % de impurezas de hierro para poder alcanzar el color y la reacción de la tinta (Kroustallis 2003)- y el sulfato de zinc. Al realizar análisis traza hemos detectado otros metales pero su presencia parece derivar de los sucesivos procesos de elaboración y uso de las tintas: es el caso del plomo<sup>89</sup>, que podría ser un residuo de las calderas donde se “purificaba” el hierro o de utensilios de escritura como los tinteros. En numerosas ocasiones aparece sodio y potasio; estarían relacionados con los sulfatos metálicos, dependiendo de la mina de origen, que es la que otorga la naturaleza al metal.

Los sulfatos hidratados de hierro, cobre o zinc están asociados a depósitos metasulfurosos de piritas y marcasitas, y se forman como minerales secundarios, por lo que es difícil encontrarlos de forma natural. Mata Perelló (Mata-Perelló 1996) los clasifica en tres grupos: en el primero se encontrarían las “concentraciones ferruginosas relacionadas con tramos carbonatados de naturaleza dolomítica y en presencia de óxidos

---

<sup>89</sup> En el libro de Onophrio Povio, *Thesaurus Puerilis*, publicado en Barcelona en 1600, aconseja guardar la tinta "a vas de vidre, o plom, tapat", fol. 125v.

como hematíes y de carbonatos de hierro que generalmente van acompañados de manganeso”. Un segundo grupo lo conformarían las “concentraciones ferruginosas de skarn<sup>90</sup> donde el mineral de hierro más importante es la magnetita, generalmente acompañada de pirrotina. También son abundantes las mineralizaciones de cobre como la calcopirita”. Y, por último, “concentraciones de óxidos formados a partir de alteración de sulfuros, formados a partir de oxidación de piritas. Se hallan junto a sulfatos como ferroxahidrita, melanterita y sideritil”.

El vitriolo verde, como veremos más adelante, suele referirse al sulfato de hierro y se denomina en mineralogía *melanterita* ( $\text{SO}_4\text{Fe}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ). Se trata de un compuesto de color verde pálido con raya blanca y brillo vítreo. Se presenta sobre pirita y marcasita o en masas cristalinas. Es delicuescente y contiene un 25,86% de óxido de hierro, un 28,79% de óxido de azufre y el resto agua. Si en la estructura entran el cobre y el zinc dan origen a la variedad llamada *pisanita* cuyos yacimientos españoles más importantes se encuentran en Riotinto y Cartagena (Galán 1979). La *marcasita* ( $\text{FeS}_2$ ) o bisulfuro de hierro es un vocablo de origen árabe y persa que corresponde a la antigua denominación de pirita (Casanova Honrubia 2002). De hecho nace asociada a la pirita y se encuentra en la mayoría de afloramientos de lignito. En la Comunidad Valenciana se ha extraído hasta los años 50 del siglo XX en Castell de Cabres (Castellón), así como en otros términos municipales de la misma provincia como la Pobla de Benifaçà, Coves de Vinromà y Alcalà de Xivert. Asociada a lignitos

---

<sup>90</sup> Roca carbonatada con minerales.



terciarios podemos localizarla también en Alcoi (Alicante) y Dos Aguas (Valencia). En yacimientos como Lanjarón (Granada) o Utrillas (Teruel), se encuentra la *metasideronatrita*  $((\text{SO}_4)_4\text{Na}_4\text{Fe}_2(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ , de color y raya amarilla, que nace asociada a otros sulfatos. La *metavoltina*  $(\text{SO}_4)\text{Fe}_3(\text{OH})_2(\text{K},\text{Na}) \cdot \text{Fe}^{2+}_5 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  se presenta en pequeños cristales hexagonales o agregados granulares, con dos modalidades según contenga hierro (alfa) o sodio (beta); es un producto secundario de la alteración de minerales de hierro, de color pardo amarillo o verdoso y parcialmente soluble en agua. El vitriolo azul o *calcanita*  $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$  es un cristal con estructura laminar que se produce en depósitos oxidados de otros minerales de cobre y por lo general se encuentra asociado a la melanterita, malaquita, calcopirita y calcita (Galán 1979).

No resulta fácil identificar la naturaleza exacta de los sulfatos metálicos en las fuentes escritas ya que existe una enorme confusión en su nomenclatura: se utilizaban las denominaciones *vitriolo*, *aceche* y *caparrosa*, indistintamente y sin un criterio evidente respecto a su naturaleza. Ocasionalmente estos términos aparecen acompañados de epítetos referentes a su color que nos ayudan a esclarecer su naturaleza: verde (hierro), azul (cobre) o blanco (zinc), si bien esta tampoco resulta una pauta totalmente fiable (Contreras Zamorano 2014a).

El color verde califica en las recetas tanto a la caparrosa – “alcaparrosa espejada y verde”<sup>91</sup>, “caparrosa ordinaria sin tierra y bien verde”<sup>92</sup> - como al vitriolo<sup>93</sup>. El azul, que

---

<sup>91</sup> Receta 65.

<sup>92</sup> Receta 153.

correspondería a las trazas de cobre, se menciona en las fuentes asociado a la caparrosa, como en el comentario de José Casanova<sup>94</sup> en el que recomienda su uso “buscando en ella unos pedacitos que hay más azules”; o en las anotaciones de Alejo Piamontés<sup>95</sup> advirtiendo de que la caparrosa “debe ser de buen azul dentro”. El sulfato de color blanco solo lo hemos localizado en dos recetas. Podría referirse al sulfato de zinc - que por sí solo no es capaz de reaccionar con los taninos- o al sulfato de hierro<sup>96</sup>. Esto último parece más probable teniendo en cuenta una de las numerosas recetas del doctor Cervera (1856) donde se indica el uso de “sulfato de hierro cristalizado calcinado hasta el color blanco porque da un precipitado mucho más negro”<sup>97</sup>.

Pluche (Pluche 1771) califica como el mejor sulfato de hierro el que procede de Inglaterra e Italia. Otras fuentes destacan el azul de Alemania y el azul celeste de Chipre y Hungría de alto contenido en cobre, aunque Pérez Vargas (Pérez Vargas 1569) apuntaba en *De Re Metalica* que el mejor mineral era el extraído de la isla de Elba, ya que no necesitaba ser tratado ni purificado al fuego para su uso, seguido del de Vizcaya. El preferido por los tintoreros según Mellado (De Paula Mellado 1851) era la caparrosa verde de Inglaterra obtenida por el tratamiento de piritas.

---

<sup>93</sup> Receta 107 perteneciente al *Libro de secretos raros de artes y oficios* que conserva la Biblioteca Nacional.

<sup>94</sup> Receta 58.

<sup>95</sup> Receta 50.

<sup>96</sup> La receta número 107 aconseja el uso de “vitriol” verde o blanco.

<sup>97</sup> Receta 132.

El vocablo más abundante en la documentación es el *vitriolo*, al que Barba (Barba 1770) asocia al sulfato de hierro mientras que otros autores (Caffaro 2003) lo atribuyen a cualquiera de los sulfatos minerales mencionados. Sabemos que el llamado *vitriolo de Marte* se corresponde con el sulfato de hierro (De Paula Mellado 1851), así como el vitriolo de Inglaterra. El *vitriolo* de Chipre sería de cobre mientras que el vitriolo Goslar sería de zinc (Fourcroy 1795). Más información nos brinda Pluche (Pluche 1771) cuando explica que : “las otras especies de vitriolo son verde, y el azul: aquel viene de Inglaterra, ó de Italia, y participa de la naturaleza del hierro: el verde turquesado ó que tira à azul, viene de Alemania, y participa del cobre: al azul celeste, que contiene mucho cobre, le trahen de Chipre<sup>98</sup>, y de Ungría”. En cuanto a su identificación, es muy frecuente el uso indistinto de los términos *vitriol* y *caparrosa*, como hacen en sus recetas Alejo Piamontés –“caparrós o vidriol de Flandes o romano que es todo uno”-, Lorenzo Ortíz o el Doctor Cervera, en espacios de tiempo muy dilatados. También Juan de Iciar es explícito en sus referencias y habla en una misma receta de “caparros o vitriol romano”<sup>99</sup>, de la misma manera que figura en una receta valenciana del siglo XVI<sup>100</sup>. En cambio, otros autores hacen una distinción entre ambos apelativos como si se refiriesen a productos distintos; José Casanova escribe en 1650: “quatro onzas de vidriol romano y si éste no se hallase, quatro onzas de caparrosa...” y Canibell en 1901: “vitriolo romano fino o en su defecto caparrosa ordinaria, sin tierra y bien verde”<sup>101</sup>.

---

<sup>98</sup> Receta 96 y 148.

<sup>99</sup> Recetas 32 y 35.

<sup>100</sup> Receta 40.

<sup>101</sup> Receta 153.

La caparrosa figura por sí sola como ingrediente en las fuentes bajo las denominaciones de *alcaparrosa* o *caparros*. El término es usado en toda la geografía peninsular: podemos localizarlo tanto en las recetas catalanas más tempranas<sup>102</sup>, como en el Libro de Oficios de Guadalupe<sup>103</sup> o en la receta proporcionada por Oscar Lillo conservada en la Biblioteca de la Universidad de Salamanca<sup>104</sup>; también en la Catedral de Valencia, en la receta encontrada por Vicent Pons en el baúl de Roque Chabás<sup>105</sup> y entre los asientos de compra que se detallan en el legajo 2690 de inicios del siglo XVII (Contreras Zamorano 2014b).

La palabra *aceche* proviene del árabe *az-zaj*, y suele relacionarse con el sulfato de hierro -“acitge alias vidriol”<sup>106</sup>- y diferenciarse de la caparrosa, complicando pues cualquier intento de hallar un patrón claro en la nomenclatura. Dos de las recetas procedentes del *Libro de Oficios del Monasterio de Guadalupe*<sup>107</sup> recomiendan para la elaboración de la tinta “quarto onças de azige y dos de caparroso” y del mismo modo Ignacio Pérez en 1599<sup>108</sup>, distingue entre estos dos vocablos y aconseja el uso de “una libra de caparrosa y un quarteron de aceche”. También Andrés Flórez diferencia el *azige* de la caparrosa al preferir el uso de esta última para la elaboración

---

<sup>102</sup> Recetas 23 y 31.

<sup>103</sup> Receta 27.

<sup>104</sup> Receta 69.

<sup>105</sup> Receta 52.

<sup>106</sup> Receta 19.

<sup>107</sup> Recetas 24 y 25.

<sup>108</sup> Recetas 37 y 38.

de tinta<sup>109</sup>. No era, por otro lado, una expresión propia de una región concreta, ya que aparece tanto en recetas magrebíes<sup>110</sup>, como valencianas<sup>111</sup>, cordobesas<sup>112</sup> y otras de localización hispana más incierta, como la que recoge el manuscrito de Montpellier<sup>113</sup>. Lo que sí podemos constatar es que, después de la publicación en 1599 de la obra de Ignacio Pérez sobre el arte de escribir, esta voz parece caer en desuso o por lo menos desaparece en las recetas que hemos podido localizar.

Ya hemos constatado la dificultad de distinguir en las fuentes entre los distintos tipos de sulfato, sobre todo de hierro y de cobre. Sin embargo, conviene destacar que en algunos casos puntuales se recomendó el uso de ambos sulfatos en una misma receta distinguiéndolos claramente, como hace Diego Bueno en 1690<sup>114</sup> incluyendo entre los ingredientes “1 libra de vidriol y onza y media de cardenillo”. Este sulfato, en tierras de habla catalana se denomina *verdet*<sup>115</sup>. A mediados del siglo XIX se empieza a utilizar el término *sulfato de cobre*<sup>116</sup>, al que el Dr. Cervera en 1856<sup>117</sup> denomina también *piedra lipiz*, apostillando que, según M. Hurtado de Mendoza en el *Diccionario de*

---

<sup>109</sup> Receta 33.

<sup>110</sup> Receta 5.

<sup>111</sup> Receta 19.

<sup>112</sup> Receta 21.

<sup>113</sup> Receta 22.

<sup>114</sup> Receta 63.

<sup>115</sup> La receta número 98 procedente del Monasterio de Poblet recomienda “una onza y media de vitriol y 1/8 onza de verdet”; el dietario de Tarragona (receta número 105) suma a los componentes “6 onzas de vedriol y medio de verdet”.

<sup>116</sup> Receta 149 procedente de Segorbe y recetas de Canibell.

<sup>117</sup> Receta 144.

*Medicina y Cirugía*<sup>118</sup>, dicho término correspondería al sulfato de cobre.

## **b) Obtención**

Tal y como describen las fuentes históricas, había varias formas de procesar estos sulfatos: “de manera natural, haciendo evaporar el líquido, acidificando con azufre a altas temperaturas, o con ácido sulfúrico directamente sobre hierros antiguos” (Barba 1770); una centuria después, Mellado (De Paula Mellado 1851) explica la obtención del sulfato de cobre “sea por evaporación de las aguas minerales que contienen, o acidificando el sulfuro de cobre nativo, por exposición a la acción del aire húmedo, o quemando azufre a una temperatura elevada”. El mismo autor detalla: “...la caparrosa verde o vitriolo de hierro o de Marte... se obtiene comúnmente por la oxidación espontánea de sulfuros de hierro naturales, y subsiguientemente por la lixiviación y cristalización; en este caso nunca es perfectamente puro, y contiene con frecuencia cobre o zinc o sulfato de albúmina. El cobre puede separarse poniendo en solución algo de hierro metálico; pero no tenemos ningún medio de separar el zinc”. Siguiendo con las explicaciones de Mellado: “para obtenerlo más puro conviene separarlo por la disolución directa del hierro en el ácido extendido de agua... Hay también algunas localidades apartadas de los sitios abundantes en sulfuro de hierro donde se fabrica directamente la caparrosa verde, haciendo obrar

---

<sup>118</sup> Hurtado de Mendoza, M.: *Vocabulario médico-quirúrgico o Diccionario de medicina y cirugía: que comprende la etimología y definición de todos los términos usados en estas dos ciencias por los autores antiguos y modernos*. Madrid : Boix, 1840.

directamente el ácido sulfúrico extendido sobre hierros viejos... cuando se ha hecho varias veces presenta un color verde esmeralda ligero que tira a azul...".

De Hamel (De Hamel 1999) apunta que estos sulfatos minerales se originaban de modo natural en España al evaporarse el agua de tierras de ferrosas, tal como sucedería a orillas del Río Tinto: "tras la visita que el clérigo Diego Delgado efectúa en 1556 a la zona de Zalamea como comisionado real para la prospección de nuevos yacimientos, envía un informe a la corte diciendo: 'asimismo andando por dicho descubrimiento fuimos a ver otra cueva, la cual estaba llena de agua y salía debajo della un río, el cual río se dice Riotinto es porque naçe por veneros de caparrosa, que por todas partes diçe aceche, lo que sirve para tinta y, ausi todas las orillas de este río o cercanas son obligadas cada conçejo de enviar sus cuadrillas de mugeres, moças y moços en todo el mes de agosto a coger este aceche y con este aceche pagan al arzobispo de Sevilla ciertos tributos'..."(Sánchez Gómez 1989).

Cavanilles explica cómo descompone estos sulfatos "de cobre y hierro por medio del fuego hasta convertirlos en óxido negro, y puestos después á frio en ácido nítrico debilitado, separé 11 quintales y un quarto de óxido de hierro encarnado obscuro, en el cual, segun el cálculo mas prudente, se contienen ocho quintales y medio de hierro puro. Como esta cantidad de hierro pasando á la combinación con el ácido sulfúrico forma 25 quintales y  $375/2500$  de sulfato, restan  $76\frac{5}{25}$  de vitriolo azul, en cuya composición entran 20 quintales y  $1425/2500$  de cobre..." "Queriendo averiguar si en el residuo de las retortas que daba el azufre del cinábrio y del cobre gris

en estado de combinacion; y deseando saber si despues de extraido el azogue podia beneficiarse convirtiéndolo en vitriolo azul, expuse parte del residuo á las intemperies de la atmosfera por mas de dos meses, rociándolo de quando en quando con agua; mas nunca ví se formase eflorescencia azul de sulfate de cobre, ni de otra substancia salina, y solo noté que su color obscuro moreno aclaró algun tanto” (T.II, p. 112, nota 12 y p. 113, nota 4).

### **c) Sulfatos y minas de hierro en el área valenciana. Algunas notas sobre su comercio y extracción**

El hierro era un mineral muy apreciado y protegido desde la Edad Media en los reinos hispanos; de hecho en Aragón este metal estaba gravado con un impuesto del 10%, mientras que la mayoría de las mercaderías soportaban un 5% (Falcón Pérez 1996). Las minas más famosas de la Península Ibérica eran las de Riotinto en Huelva<sup>119</sup>, pero la documentación histórica habla de otras regiones ricas en

---

<sup>119</sup> Productora, además, de jeve o alumbre (Vallvé bermejo, Joaquim. 1996. "La minería en Al-Andalus." Pp. 56-64 in *Í Jornadas sobre minería y tecnología en la Edad media peninsular*, edited by D. L. Fundación Hullera Vasco-Leonesa. León. En el capítulo sexto de la obra de Barba (1770) referente a la caparrosa, explica que "la caparrosa es una sustancia mineral muy semejante al alumbre; nacen muchas veces juntas, y el modo de apartarnos es, que después de haber sacado de las piedras, o tierras en que se crían suspensivos se les mezcle estando cociendo cantidad de orines, y con ello se dividirá la caparrosa abaxo, quedándose la lumbre encima... hay también caparrosa blanquísima, o amarilla, que es con la que se hace la tinta".



yacimientos ferrosos como *Ferraria* (Cabo de la Nao)<sup>120</sup>, Cabo de Gata, la Sierra de Javalambre<sup>121</sup> y Vizcaya<sup>122</sup>.

Con el fin de dilucidar de dónde podría provenir el sulfato de hierro utilizado en las escribanías de la actual Comunidad Valenciana, nos hemos remitido a las fuentes

---

<sup>120</sup> Alonso Carrillo en su tratado de las antiguas minas de España (1624) ya escribía: "...los montes se ensancharán por las laderas de Castilla, que se encumbran por el reino de Valencia, y se quiebran también altos, por los Contestanos, oy Cocentayna, parten al Ferrario promontorio, y allí pelean con las olas. Ferrario suena quizá su propiedad, por la grandísima abundancia, que tuvo siempre España..."

<sup>121</sup> Está documentada una mina de hierro en Bejís desde 1276. (Gual Camarena, Miguel. 1970. "El hierro en el medioevo hispano." Pp. 275-292 in *VI Congreso Internacional de minería: la minería hispana e iberoamericana, contribución a su investigación histórica*, vol. I, edited by C. d. S. Isidoro. León. "En las montañas que dividen Castilla de Aragón, entre Albarracín y Molina de Aragón, hay dos minas de hierro, la una en la parte caliza de la montaña; y la otra está a una legua de la primera, da un hierro muy agrio. Cerca de estas dos minas de hierro hay dos de cobre". (Alvarado de la Peña, S. 1832. *El reino mineral ó sea la mineralogía en general y en particular de España*. Madrid: Imprenta de Villaamil, calle de Jacometrero, nº 15.

<sup>122</sup> "Entre Mondragón y Legazpia, junto al río Oñate ay una ferrería en la cual se mezclan dos minas, la una de Somosotro en Vizcaya, célebre por lo blando y flexible de su hierro y la otra del país más dura y abundante..." "a todo el mundo es lícito cavar en esta mina, sacar la cantidad de mineral o vena (como allí la llaman) que le parece, venderla o llevarla por tierra por mar, adonde quisieren, sin pagar derechos ni usar formalidades. No hay en Europa mina tan fácil de fundir, ni de que hierro tan suave... y siempre ha sido así desde tiempos de los romanos, que ya sabemos la beneficiaban..." "En los alrededores de Bilbao haya algunos parajes donde se descubre el hierro encima de la tierra; y a costa de un cuarto de legua de la villa lleno de una mina muy diferente a la de Somorrostro, porque está llena de vitriolo de que aquélla carece. La que tratamos es una vasta colina otro fue enorme de mina de hierro que acarrea o trae un ácido vitriólico, el cual penetrándose por entre la peña ferruginosa, disuelve el metal y manifiesta la superficie unas plantitas de vitriolo verdes, azuladas y blancas". —. 1832. *El reino mineral ó sea la mineralogía en general y en particular de España*. Madrid: Imprenta de Villaamil, calle de Jacometrero, nº 15.

históricas que describen la actividad económica y minera en diferentes etapas. Canellas López (Canelas López 1935) transcribe algunos interesantes documentos relativos a la minería en el Reino de Valencia, como el de 16 agosto de 1420 en el que se regulan las condiciones de la explotación minera entre el rey Alfonso V y el alemán Enrique de Foris; o la concesión por parte de la reina María de Aragón como lugarteniente del rey, a favor de Jaime Vidrier, vecino de Paterna, para que explotase las minas en cualesquiera de sus reinos (1423), o la carta del 19 agosto de 1483 del rey Fernando II el Católico a su Baile General, Honorato Mercader, donde hace referencia a ciertas capitulaciones a favor del caballero francés Barnard Turmeaun para explotar las minas del Monasterio de Portacoeli.

El primer mapa del Reino de Valencia (García Edo 2007), datado entre 1568 y 1584, nos da noticia de algunas minas en la Marina Baja: "al cabo Finestrat tienen mineros de hierro, y también cerca del lugar llamado labea". Sobre este mismo lugar escribe Escolano (Escolano 1610): "en Finestrat descubren hierro muy bueno, como también Benifaça. En tiempos de romanos escribe Estrabon, se sacaban de Xabia, en el cabo Martín: que en razón desto le llamaron Ferraria, y nosotros corrompido vocablo Segarra..."; en páginas anteriores advertía que "en el año 1504 se descubrió una mina de hierro en Alcoy y, comenzaron a labrarle, pero luego se dejaron". Pocos años después, Diago publica los *Anales del Reyno de Valencia* (1613) y vuelve a referirse a la zona del cabo de la Nao como rica y abundante en hierro: "... de hierro la hay cerca de Finestrat, y túvulos también en las vertientes orientales en los montes de Bernia y de Montgó, cerca del promontorio, que por eso se

llamó Ferraria..."; más adelante especifica el origen de esta nomenclatura: "... su verdadero nombre es el de Ferraria que le da Pomponio Mula..."<sup>123</sup>.

En su *Introducción a la historia natural, y a la geografía física de España*, editada en Madrid en la imprenta de don Francisco Manuel de Mena en 1775, Bowles describe, entre un sinfín de aspectos, los yacimientos mineros que encontró en su recorrido por nuestra geografía. Dice así que "el hierro penetra la arena hermosa de Cabo de Gata, que sirve para polvos de salvadera"<sup>124</sup>. Hacia el interior de la costa levantina señala, en las peñas de Villena, la frecuente presencia de hierro.

Cavanilles (Cavanilles 1797) es más explícito en sus comentarios, ya que su obra es más extensa y detallada y ofrece información de todos los territorios que recorre. Describe las características de la tierra en la Tinença de Benifassà: "el hierro se presenta a cada paso ya en forma de piedrecitas negras y brillantes; ya penetrando pequeñas areniscas; ya en varios ocre que se observan manchadas las piedras y la tierra. Se ven indicios ciertos de caparrosa, junto al

---

<sup>123</sup> A propósito de esta mina, Strabon (III, 4, 6) ya señala una colonia griega rica en minas de hierro llamada Hemeroskopeion; de ahí que Pomponio Mela en su "De Corographia" (II, 91), se refiera a ella como Ferraria (Domenge, Claude. 1987. "Mines antiques d'Espagne." in *Cataloghe des mines et des fonderies antiques de Péninsule Ibérique*, vol. 1, *Série Archéologie*, edited by C. Velázquez. Madrid: Casa Velázquez, Vallvé bermejo, Joaquim. 1996. "La minería en Al-Andalus." Pp. 56-64 in *Í Jornadas sobre minería y tecnología en la Edad media peninsular*, edited by D. L. Fundación Hullera Vasco-Leonesa. León.

<sup>124</sup> La salvadera era un recipiente habitual entre los utensilios de los escribanos, donde se introducían materiales en polvo que se esparcían sobre la tinta para favorecer su secado. Dado que la arena de Gata, como señala el autor, contiene parte de hierro, al espolvorearla sobre la tinta en estado líquido se propiciaría una nueva interacción entre hierro y taninos.

Ballestar, y los manantiales van aquí mezclados con vitriolo. En 1624 se benefició el alumbre y la caparrosa, que abunda en este sitio. Y por 200 años se beneficiaron antes las minas de hierro en Fredes y en la Pobra. Se abandonaron en el siglo XV por causa de una peste". También habla de una mina de hierro de casi 12 pies de superficie, descubierta al poniente del monte de Castelfort. Sobre la Valldigna apunta: "...hay en el valle minas de arena, otras de greda y una de hierro, despreciable por su pobreza...". Sigue su camino hacia el término de Quesa, cerca de Navarrés, donde "hay una mina de hierro negro compacta con algunas concavidades llenas de cristales de hierro especular en parte irisados". Al subir al monte de la Muela situado en las cercanías del oriente de Chulilla describe un tipo de hierro que él denomina *ferrum acraceum argillaceum pisiforme et reniforme de Werner* y que también lo localiza al norte de Rótova.

Por lo que respecta al cobre, Bowles señala que a cuatro horas de Sagunto (para él Murviedro), cerca del monasterio de Portacoeli, "hai dos minas de cobre; la una se halla en hojas de pizarra llena de mica blanca y roxa". Según *Roselló*<sup>125</sup>, actualmente hay pequeñas concentraciones en la Sierra Calderona, en Serra, Marines, Tuéjar, Vilamarxant, Benicàssim, Cofrentes y Ayora, y una explotación a cielo abierto en Villena.

El hierro comercializado en Aragón en el siglo XV llegaba desde Bielsa, Navarra y Xarez (Falcón Pérez 1996); desde Vizcaya se llevaba a Valencia "*Ferre de Viscaya acostuma a venir a quintarades, e tres quintars de allà son quatre de*

---

<sup>125</sup> Roselló Verger, V. M. 1995. *Geografía del País Valencià*, Edited by E. A. e. Magnànim. Valencia: Diputación de Valencia.

València”<sup>126</sup> (Gual Camarena 1970) e incluso a Brujas, Inglaterra y al otro lado del Atlántico<sup>127</sup>.

“A pesar de estar incluido entre las mercaderías de comercio prohibido con los países musulmanes, sabemos que con frecuencia se toleraba este comercio” (Gual Camarena 1970); de hecho, en los registros de *coses vedades* del puerto de Valencia -ya mencionados a propósito de las agallas- figuran dos asientos<sup>128</sup> informando del envío de 2 *roves* de *vidriol* a Berbería y a Orán respectivamente (Hinojosa Montalvo 1972). En el mismo legajo aparece reflejada la salida de hierro y cobre, en cantidades mayores que el vitriolo, pero su destino se limita a puertos cercanos como Alicante, Ibiza, Barcelona, Dénia, Gandia, Mallorca u Orihuela<sup>129</sup>. En los asientos documentados de 1393 (Ferrer Navarro 1975) la mayoría de transacciones terrestres de hierro y cobre desde Valencia tienen a Castilla como principal destino, seguida de Aragón.

---

<sup>126</sup> Archivo del Reino de Valencia: Real, número. 644, fol. 139v

<sup>127</sup> Rabina Martín, M: Catálogo de las reales órdenes a la aduana de Cádiz en el siglo XVIII. Junta Andalucía, 2008.: en el asiento 1495 fechado a uno de septiembre de 1786 se hace referencia a la compra de caparrosa, entre otros géneros bastos, en Vizcaya.

<sup>128</sup> Archivo del Reino de Valencia: Bailía, legajo 243, asientos 779 y 773.

<sup>129</sup> Ferro: 2 garbes -Alacant; 1 rova-Iviça; 50 quintars-Barcelona; 6 roves-Dénia; 9 quintars-Gandia (en dos ocasiones); 6 quintars 1 rova-Oriola; 17 quintars-Mallorqua; 1 quintar-Iviça; 2 quintars-Mallorqua. Coure: 22 quintars per a la esglesia de Dénia; 15 quintars (3 carratelles)-Barcelona; 20 quintars-Mallorqua.

### 4.1.3. Gomas

Aunque en los textos aparecen indistintamente los términos *goma* y *goma arábica*<sup>130</sup> para referirse a todo tipo de resinas procedentes de los más variados árboles (ciruelos, perales, cerezos, almendros), se sabe que la goma arábica auténtica, extraída de la acacia, era la de mayor calidad. En la receta 25, perteneciente al *Libro de los Oficios del Monasterio de Guadalupe* se explica cómo se preparaba esta *goma blanca*: “toma una escudilla linpia e echa en ella un azumbre de agua, e echa en ella veinte onças de goma linpia e de la mas blanca que pudieres, e ponla al sol, fasta que se deshaga bien, e después cuélala e échala en su redoma, e así puedes acresçentar o amenguar” (AAVV 2007).

Este aglutinante se usaba para dar lustre, elevar el grado y viscosidad de la mixtura y homogeneizar la tinta. Aunque su uso era generalizado, no siempre se cita o se recomienda en las recetas<sup>131</sup>: algunos estudiosos del arte de escribir consideran innecesario su uso, especialmente en tintas destinadas a la escritura de los niños<sup>132</sup> y fuera de los meses de verano. Ortiz<sup>133</sup>

---

<sup>130</sup> Kroustallis 2002 y 2003. Ya lo explicaba Andrés Laguna en 1556 y Alpini en 1592.

<sup>131</sup> Sobre la presencia de la goma arábica en la tinta y sus efectos en la conservación de la misma ver: Remazeilles et al. 2004 y Remaizelles et al. 2005. Para determinar la presencia de goma arábica en una tinta debemos utilizar un sistema de análisis de cromatografía de gases-espectrometría de masas.

<sup>132</sup> Fernández Patiño y Prado, G. (1753): “para escribir los niños no hay necesidad de refinarla tanto, escusando el gasto de goma, que ésta se echa la tinta para qué asegure su permanencia y de algún lustre a la letra, y con ello no se desmorona la letra ni mancha el papel”.

<sup>133</sup> Ortiz, 1696.

aconseja que si "con la experiencia se reconociere y que necesita la tinta de algún poco más de tiesto, se le podrá echar a dicha cantidad tanta goma fina como dos avellanas, pero no se eche en grano, sino muy molida y poco a poco". Con parecida cautela, la receta 79 de la Biblioteca de la Universidad de Salamanca señala: "no se nezesita de goma, si no es de puro delgada la tinta pase el pape". En el legajo 2690 del Archivo Biblioteca de la Catedral de Valencia llama la atención el hecho de que ninguna partida de gastos corresponda a la adquisición de goma -ni arábica, ni de ningún otro tipo-, teniendo en cuenta que se aprecia un gran celo y minuciosidad en la confección de estos registros.

#### 4.1.4. Solventes

Para conseguir que la tinta fluya necesita de un elemento en estado líquido. El agua es el solvente universal y en la elaboración de tinta es el más utilizado. Sin embargo, por lo que nos cuentan las recetas, el vino blanco ganó popularidad hasta situarse en el siglo XVI como sustituto habitual, principalmente en la zona de la Corona de Aragón.

##### a) Tipología e identificación

Suele recomendarse en las recetas el **agua** de lluvia, cisterna o pozo; es decir, un tipo de agua bien sedimentaria y poco calcárea<sup>134</sup> que favorezca la escasez de partículas en suspensión en la tinta y mejore su pureza y calidad. En otras ocasiones se indica el uso de agua de fuente o río; y solo entre las recetas islámicas<sup>135</sup> (receta 4) y en una de Mallorca, del notario Albinat de Canal, se ha encontrado una referencia al agua salada o de mar: "*mig quart de aigua de mar*".

El **vino** no está presente en recetas musulmanas al ser una bebida prohibida y por lo tanto de difícil acceso en Dar-el-Islam. Hipócrates en el siglo IV a.C. lo utilizaba ya en combinación con las agallas para escribir una receta médica<sup>136</sup> y en el siglo VIII tenemos constancia del empleo de los posos en la preparación de tinta (Carvalho 1904), pero es a partir del siglo XII cuando aparece ampliamente documentado su uso específico como solvente para tinta, en el ya mencionado

---

<sup>134</sup> Sistach, 2011.

<sup>135</sup> Al-Abbady, 2005.

<sup>136</sup> Kroustallis, 2003.



tratado de Teófilo o en destacados manuscritos, como el 598 de la Biblioteca Vaticana (siglo XIII).

### **b) La particularidad del uso del vino**

El vino ofrece numerosas ventajas como solvente ya que también facilita la extracción de los taninos, disminuye el tiempo de secado y protege a la tinta de las infecciones de microorganismos y hongos; sin embargo, con el tiempo se transforma en ácido acético y vuelve la tinta más ácida propiciando su deterioro (Zerdoun Bat-Yahouda 1983).

En la práctica totalidad de las recetas que contienen este ingrediente se utiliza el vino blanco y solo en contadas ocasiones se hace referencia al tinto. Los tratadistas del arte de escribir como Iciar (1548), Casanova (1650) y Bueno (1690) recomiendan su uso sobre pergamino porque facilita la permanencia y la adherencia de la tinta; además, evita su congelación (Pérez 1599). A propósito de su efecto en el soporte, Ortiz (1696) advierte de que el papel ha de ser “muy de ley” porque no todos pueden sufrir su fortaleza y los traspasa. Paredes<sup>137</sup> observa:”...algunos, aunque no aprueben que la tinta se confeccione o disponga con vino, persuadidos de que abrasa el papel causando deformidad en el escrito, parecen equivocación pues tal perjuicio resulta únicamente de no guardar la proporción, dosis o cantidad correspondiente...”.

---

<sup>137</sup> Paredes, 1792.

En las recetas valencianas documentadas la pauta más común es la presencia del vino blanco como sustancia solvente; en dos ocasiones se sugiere -en su ausencia- el empleo de agua de lluvia (más pura y refinada) y solo en la receta conservada en el Colegio del Corpus Christi <sup>138</sup> se ofrece la posibilidad de utilizar cualquier tipo de vino: “Recepta para hazer tinta fina: tomar dos libras de vino de qualquier que sea y ponerlo en una redoma y dentro della tres onzas de gallas de Romaní que estén rompidas cada una dellas en tres o quatro partes y tener la redoma nueve días al sol y al sereno meneándola cada dia dos o tres veces y al cabo de los nueve dias colar el vino que está en ella y ponerlo dentro de la dicha redoma y porná onza y media de goma arábiga y tres quartos de caparros y déxela tres o quatro dias al sol y sera boníssima y bulirse un poco”<sup>139</sup>.

El reciente hallazgo de un legajo del siglo XVIII<sup>140</sup> en el Archivo Biblioteca de la Catedral de Valencia (Contreras Zamorano 2014b), nos ofrece una interesante información sobre el papel del vino como ingrediente de la tinta. Este documento refleja a lo largo de siete cuadernos el gasto efectuado por el archivo en papel, plumas, tinta y otros útiles como tinteros, cuerdas, reglas, etc. Se constata que lo habitual era que los archiveros prepararan ellos mismos sus propias recetas, ya que solo en una ocasión figura la compra de tinta elaborada. En las compras de los ingredientes utilizados siempre se detalla cada uno por separado y nunca falta el vino: *“en 28 de Juny de 1703 paguí 6 Lliures 4 sous 9 diners per lo recapte de la tinta, que se ha fet per al servici del Archiu, ço és:*

---

<sup>138</sup> Chiralt 2001.

<sup>139</sup> Registro de Libranças del Collegio, tomo I (1612-1629).

<sup>140</sup> Archivo de la Catedral de Valencia: Legajo 2690. 1701 a 1707.

*per 15 Lliures de Caparros a 8 diners-10 sous=per 15 Lliures de Gala a 3 sous 9 diners=2 Lliures 16 sous, per 3 cant. De vi a 13 sous, 1 Lliuas 19 sous, per altres 2 cant. [canters] de vi per a añadir a 9 sous=18 sous y per ½ quarta de vi per a refrescar los tinters 1 sous 9 diners y tot...” (C3, f. 5r). La minuciosidad en el detalle de los registros nos permite descubrir que se distinguía entre tres categorías o calidades de vino dependiendo de la finalidad que tuviera: el que se adquiría para la elaboración en sí del producto junto con las agallas y el *caparros* era el más costoso; de inferior calidad era el que se añadía a los posos de tinta para hacerla crecer cuando se iba acabando (práctica de aprovechamiento habitual entre los escribanos) y el que se utilizaba para refrescar los tinteros [P. “vi per a refrescar los tinters del archiu, 1 sous 11 diners (C1,f.5r). He pagat per micha quarta de vi per a refrescar los tinters del Archiu, 1 sous 9 diners (C1, f. 6r). En 25 de dits pagui per micha quarta de vi per a refrescar els tinters del Archiu, y port 1 sous 9 diners (C1, f. 6r). Que per una ampolla encordada per a portar vi per a refrescar dits tinters del Archiu, 2 sous 6 diners (C4, f.5v)].*

De manera puntual se refieren las recetas consultadas a otros solventes como la cerveza<sup>141</sup> (más propia del norte de Europa), el aguardiente, el vinagre, e incluso las claras de huevo que conferían un aspecto brillante a la tinta y mejoraban su adhesividad; hemos encontrado citas referentes a este último ingrediente en fuentes tan dispares como la recetas de Tuhaf

---

<sup>141</sup> Receta número 125 y 129 del doctor Cervera.

al-jawāss de al-Qalalūsi<sup>142</sup> o el *Libro de Oficios del Monasterio de Guadalupe*<sup>143</sup>.

#### **4.1.5. Aditivos**

Tal y como hemos señalado anteriormente, la presencia de aditivos en las recetas es muy secundaria respecto a sus elementos básicos, pero mucho más variada en su naturaleza, atendiendo a circunstancias históricas, culturales y geográficas. Dentro del panorama europeo, como apuntan (Córdoba de la Llave 2011), son las fórmulas hispanas las que presentan el repertorio más amplio de estos ingredientes.

Estas sustancias se utilizaban con distintos fines, desde los más prácticos, como evitar la degradación de la tinta o mejorar su fluidez para mayor comodidad del escribano, a los más accesorios, como perfumarla o hacer virar su color. Son en su mayoría de origen vegetal, como cortezas de frutos, raíces, flores, savias; pero también los hay de origen animal, como hiel de carnero, clara de huevo, junto con diversos minerales y productos más elaborados como destilados alcohólicos y cerveza.

##### **a) Para hacer perdurar la tinta**

Al reproducir algunas recetas a partir de las fuentes hemos podido comprobar cómo las antiguas tintas metalogálicas eran fácilmente proclives al desarrollo de hongos

---

<sup>142</sup> Receta 15.

<sup>143</sup> Receta 27.

y microorganismos; esto justifica la variedad de productos que tanto en recetas europeas como peninsulares se incluían para conseguir una mayor integridad y conservación.

A pesar de ser poco frecuente en la recetas europeas estudiadas por Monique Zerdoun (Zerdoun Bat-Yahouda 1983), la piedra de alumbre (sulfato doble de aluminio y potasio) fue uno de los más antiguos recursos utilizados. En principio procedía de Siria, Egipto, Grecia y sobre todo Anatolia. En el siglo XIII se explotaba también en Italia, Castilla, Mallorca y Marruecos. Tras otra breve etapa en que se prefería el alumbre oriental<sup>144</sup>, a finales del siglo XV se descubrieron minas en Mazarrón (Cartagena) y Tolfa (Estados Pontificios), que abastecieron, seguramente, a los reinos hispanos.

De las recetas estudiadas, la más antigua que cita este compuesto para hacer perdurar la tinta "*si es podía*", es la número 19, perteneciente al protocolo notarial de Andreu Julià 1415 (Cárcel 1979). Hasta finales del siglo XVI, con dos alusiones de Alejo Piamontés<sup>145</sup>, no hemos encontrado otra referencia. En 1613, de nuevo una receta de origen valenciano<sup>146</sup> recomienda su uso y nos da una aproximación a la cantidad y el modo de introducirla: "*com una nou picat*". En los siglos XVII Y XVIII solo detectamos dos menciones en

---

<sup>144</sup> Los escritores árabes explican su preparación fermentándolo con orina y concentrando la solución hasta obtener un alumbre cristalizado. Caffaro, Adriano. 2003. *Scrivere in oro. Ricettari medievali d'arte e artigianato (secoli IX-XI). Codici di Lucca e Ivrea*, vol. 66. Napoli: Liguori Editore.

<sup>145</sup> Recetas 46 y 47.

<sup>146</sup> Número 53, *baldufari* de Bartolomé Mayques, de Ontinyent.

preparaciones procedentes de la antigua Corona de Aragón<sup>147</sup>. Sin embargo, continúa su uso hasta el siglo XIX, lo que queda patente en el libro conservado en la Biblioteca Nacional de España de *Secretos raros de artes y oficios* de 1829, y en algunas de las recetas que incluye el doctor Cervera en su libro de 1859 *Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir*.

El vinagre ha sido un recurso muy utilizado como conservante e incluso se ha llegado a utilizar en sustitución del vino blanco como solvente y para aclarar la tinta espesa en lugar de la orina. Entre las recetas consultadas, no aparece documentado como componente hasta 1785, en una anotación al final de un libro que conserva la Biblioteca Nacional, procedente de México<sup>148</sup>. Más tarde el doctor Cervera recomienda el uso del vinagre de vino blanco e incluso el vinagre de cerveza en varias de sus recetas; pero es en la número 146, procedente de una biblioteca particular de Orihuela, en la que se explica la finalidad de su aplicación: "una buena chorrada para que no florezca". No obstante, siglos antes algunos escribanos del siglo XIII desaconsejaban su uso por su posible acción corrosiva, según estudios de Zerdoun<sup>149</sup>. Del mismo modo, Icíar (1555) opina que resulta perjudicial para la tinta y propone en su lugar añadir vino blanco o lejía blanca si se ha elaborado con agua.

Solo una receta que cita Sistach (Sistach 2011a) hace mención al arsenito como antiséptico en la preparación de la

---

<sup>147</sup> Recetas 72 de Menorca y 95 de Poblet.

<sup>148</sup> Receta número 88.

<sup>149</sup> Zerdoun Bat-Yahouda, M. 1983. *Le encres noires au Moyen Âge (jusqu'à 1600)*. París: CNRS Editions.

tinta y dice así: “6 diners de arsenit, que te la virtud perche la tinta no fonga floresca”. El modelo de elaboración propuesto en esta receta de la segunda mitad del siglo XVII, de introducir todos los componentes en una olla vidriada y dejarlos por 10 o 12 días con el único gesto de remover, nos hace entender que este tiempo dilatado necesita de un potente fungicida.

Algo posterior es el uso del sulfato de albúmina que sugiere el doctor Cervera en su libro, o del ácido fénico -"unas gotas... para evitar el moho"-, que introduce Canibell en varias de sus fórmulas.

Algunos destilados y licores de alta graduación aparecen entre los aditivos estudiados, probablemente por la acción antiséptica de su alto contenido en alcohol. El ajenjo o absenta forma parte de dos recetas de origen mallorquín<sup>150</sup>, así como de una receta del *De Coloribus Facendi* (Zerdoun Bat-Yahouda 1983) y, en compañía de vino, de una receta del *Manuscrito Harley* 3915 de la British Library. El aguardiente figura en dos recetas procedentes de Palma de Mallorca<sup>151</sup> como alternativa al agua o al vino; Diego Bueno, en su libro editado en Zaragoza en 1690 proponía la adición de goma, azúcar y aguardiente a la mezcla de los componentes fundamentales<sup>152</sup> y casi con doscientos años de diferencia el doctor Cervera recomienda para recetas elaboradas con agua el uso de este licor.

---

<sup>150</sup> Número 20 y 59.

<sup>151</sup> Recetas 104 y 145.

<sup>152</sup> Receta 62.

## **b) Para perfumar la tinta**

Las hojas de arrayán son un componente muy particular que bien podría tener varias finalidades. Tenemos noticia de su uso en recetas del norte de África hacia el año 1025 (Zerdoun Bat-Yahouda 1983) y en las andalusíes de Tuhaf al jawāss de al-Qalalūsī (Al-Abbadi 2005). El mirto o arrayán tiene poder colorante cuando se vierten las hojas hervidas en la mezcla de agua y agallas, pero se trata a su vez de una planta aromática que aportaría buen olor al preparado. Más curioso resulta el uso de “*aigua de mirto de Mallorca*” entre los ingredientes que compra el Archivo Biblioteca de la Catedral de Valencia para elaborar la tinta, anotados en el legajo 2690 (Contreras Zamorano 2014b). Este destilado era utilizado como desodorante y antiséptico, y quizá con este mismo propósito se empleó en la seo valentina.

Si bien algunos autores (Rodríguez Díaz 2002; Zerdoun Bat-Yahouda 1983) conceden al agua de rosas un destacado papel aromatizante, solo en una receta menorquina hemos constatado la presencia de este producto entre los ingredientes<sup>153</sup>.

## **c) Para intensificar o virar el color**

Entre los aditivos más abundantes y variados se hallan aquellos que intentan conferir un negro más intenso a la tinta o añadirle un matiz azulado o cobrizo. Algunos son tan singulares

---

<sup>153</sup> Receta 72.



como el agua de carbón de pino picado, empleado en una receta de Mallorca de 1625<sup>154</sup>; o el marfil quemado, que se utilizaba en medicina como remedio para curar la peste y en la Antigüedad para elaborar tinta (Baldaqui Escandell 2013); de este material únicamente contamos con una referencia tardía en Palma de Mallorca<sup>155</sup>. Los polvos de imprenta –restos de carbón- son incluidos por el doctor Cervera en sus recetas para avivar el negro<sup>156</sup>.

Respecto a la flor de amapola seca, tradicionalmente conocida por sus propiedades tintóreas, hemos podido localizar tres menciones muy dispares cronológicamente : Lorenzo Ortiz recomienda en 1696 su adición a la tinta y "un puño también en el tintero", el manuscrito 9028 de la Biblioteca Nacional de España (Criado Vega 2012) también menciona este ingrediente en su fórmula en el siglo XVIII, y Antonio Alverá en su libro de 1847 confía en el poder de coloración de estas flores para la elaboración de su mezcla para la escritura.

Además de ser rica en taninos, la raíz de tormentilla confiere un tinte rojizo a la tinta. También el palo morado<sup>157</sup> y el palo de la India<sup>158</sup> logran virar el negro de este fluido hacia un tono más cobrizo.

Para obtener una tinta más azulada se usaron pigmentos de origen mineral y orgánico. Entre los primeros,

---

<sup>154</sup> Número 54.

<sup>155</sup> Receta 113.

<sup>156</sup> Recetas 122 y 134.

<sup>157</sup> Receta 86.

<sup>158</sup> Receta 127.

solo en una ocasión<sup>159</sup>, se menciona el lapislázuli, que, probablemente por su escasez y valor de mercado, se sustituyó a finales del siglo XIX por azul de Prusia<sup>160</sup>. El índigo o añil es el colorante más utilizado, en este caso de origen orgánico. A finales del siglo XVI Alejo Piamontés lo incluye en cinco de sus fórmulas (Criado Vega 2012) y dice que se debe emplear "como una avellana deshecha en un poco de vino". Sin embargo, serán las recetas de finales de siglo XVIII<sup>161</sup> y siglo XIX las que más recurran a este ingrediente. Entre estas últimas cabe destacar la mención de Francisco de Paula Martí en 1808<sup>162</sup> (receta 102): "el añil pulverizado, desleído en aguardiente", o la del doctor Cervera que lo denomina "índigo porfirizado"<sup>163</sup>.

#### **d) Para aumentar el brillo**

El azúcar cande o en piedra ha sido empleado con asiduidad en la Península Ibérica como activador del brillo en la tinta, tanto en la cultura musulmana como nos muestra Tuhaf al-jawāss de al-Qalalūsī (Al-Abbadi 2005), como en la cristiana hasta bien entrado el siglo XX. A finales del siglo XVI y durante el siglo XVII son varios los autores que recomiendan el uso de este ingrediente, como Alejo Piamontés o Diego Bueno; sin embargo, Lorenzo Ortiz asegura que estropea la tinta. En la mayoría de ocasiones se refieren a ella como azúcar piedra o azúcar candi o cande.

---

<sup>159</sup> Receta 91 procedente del *Llibre de Genealogies* de la Colegiata de Xàtiva.

<sup>160</sup> Recetas 147 y 152.

<sup>161</sup> Pedro Paredes 1792, receta número 89; recetas mallorquinas y de Poblet.

<sup>162</sup> Receta 94.

<sup>163</sup> Reducido a polvo.

### **e) Para mejorar la fluidez**

En el manuscrito 9028 conservado en la Biblioteca Nacional de España (Criado Vega 2012) se enumera como componente la hiel de carnero, conocida como humectante y potenciador de la fluidez en materia pictórica.

### **f) Fuentes complementarias de taninos**

En las recetas de la tabla adjunta estos componentes figuran siempre complementos de las agallas, pero en otras ocasiones podrían constituir la fuente única de taninos al encontrarse con mayor facilidad en su entorno natural, como hemos podido comprobar en algunas recetas iberoamericanas para fines tintóreos.

La granada es un ingrediente de tradición islámica, pero ya utilizado con fines tintóreos desde el siglo VIII a. C. en Mesopotamia (Cordoba 2014); aparece documentada en las recetas norteafricanas del siglo XI de Ibn Badis y posteriormente en otras de origen judío, italiano (Zerdoun Bat-Yahouda 1983) y peninsular. Una de las recetas del *Tuhaf al jawāss* de al-Qalalūsī (Al-Abbadi 2005) recomienda el uso de zumo de coco o de granada en la elaboración de tintas de escritura con agallas, vitriolo y goma. Hemos elaborado esta tinta con los ingredientes mencionados y pudimos comprobar que la adición de zumo de granada retarda el secado de la tinta; por lo tanto, o bien la cantidad que se añadía a la mezcla era mínima o realmente el zumo no resulta adecuado para la fabricación de este producto. Sin embargo, la corteza de granada como fuente importante de taninos y "para que tenga

lustre (aunque no es de menester)" -Alejo Piamontés en la receta 44- , es un recurso bastante utilizado en toda la geografía peninsular. Se prefieren las procedentes de granadas agrias<sup>164</sup> y aparecen tanto en recetas manuscritas cordobesas, valencianas, mallorquinas y salmantinas, como en los libros impresos de Juan de Iciar (1548), Andrés Flórez (1552), Ignacio Pérez (1599), Lorenzo Ortiz (1696), Torquato Torío de la Riva (1800), Antonio Alverá (1847) o Eduardo Canibell (1901).

Torío de la Riva propone las cáscaras de nueces verdes en ausencia de cortezas de granada. Su empleo ya está documentado en los libros de Ignacio Pérez y Diego Bueno, quien recomienda "un puñado de cascós, cascados primero". Lorenzo Ortiz también es partidario de su empleo para la elaboración de tinta de escritura y puntualiza que si no se hallaran, se puede utilizar "caña, de pino no ni de madera de resinosa". En 1856 el doctor Cervera continúa confiando en las propiedades de este elemento.

Con la conquista de América se tuvo acceso a un mayor número de plantas y árboles hasta el momento conocidos. El palo de Brasil, también llamado palo Campeche o palo Fernambuco supuso una importante fuente de taninos desde finales del siglo XVIII<sup>165</sup> hasta inicios del siglo XX<sup>166</sup>.

---

<sup>164</sup> Recetas 21,38, 65, 87, 99, 105 y 115.

<sup>165</sup> Receta número 91.

<sup>166</sup> Recetas número 102, 114, 122, 131, 133, 134, 135, 137, 144, 149, 152, 154, y algunas de Canibell.

## h) Otros aditivos

Algunos ingredientes nos han resultado difíciles de clasificar porque desconocemos su finalidad con exactitud. Es el caso del lavadre o baladre - *Nerium oleander*-, cuyo empleo está recomendado en varios escritos del siglo XIX, como el *Libro de Secretos Raros de Artes y Oficios* conservado en la Biblioteca Nacional de España<sup>167</sup>, y en una de las fórmulas del doctor Cervera<sup>168</sup>.

En alguna ocasión se usó la miel de romero, suponemos que como espesante o incluso desinfectante. Ya era conocido su empleo en elaboración de tintas en el Medio Oriente, para preparar pigmentos destinados a la iluminación, e incluso como imprimación en algunas técnicas pictóricas. En las fórmulas que hemos podido recopilar, solo en dos ocasiones se emplea este ingrediente; una de ellas en la receta del doctor Segura del siglo XVI (Criado Vega 2012), y otra en la receta transcrita por Antonio Castelló de 1613, del *Baldufari* de Bartholomé Mayques.

La piedra aromática de la mirra solo la hemos hallado en una de las formulaciones de Alejo Piamontés. Sin duda, el amplio elenco de recetas para otros menesteres que recopiló le hizo conocedor de muchos componentes que quizá consideró apropiados para las tintas. Probablemente la mirra confiriera un buen olor al producto final y ayudara a su conservación.

---

<sup>167</sup> Receta 109.

<sup>168</sup> Receta 139.

Por último, se cita con bastante asiduidad en las recetas el palo de higuera como herramienta importante para conseguir una sustancia apta para la escritura, duradera y eficaz. Con una doble función de utensilio e ingrediente, el palo de higuera se usa para remover la mezcla, al tiempo que va desprendiendo su alto contenido en látex y azúcares que proporcionan a la tinta mayor poder de adhesión, aumentan su brillo y consiguen que la tinta no se agüe: "...para que no merase..."<sup>169</sup>. Se indica en numerosas ocasiones incluso detallando si la higuera debe ser verde<sup>170</sup>, negra<sup>171</sup>, "borda" o silvestre<sup>172</sup>.

---

<sup>169</sup> Protocolo notarial de José Manzón. 1682, fol. 132 r. y v. Receta de tinta. Archivo Municipal de Elche.

<sup>170</sup> Recetas 83 y 104.

<sup>171</sup> Receta 54.

<sup>172</sup> Recetas 83-95.

## **4.2. Estudio de recetas documentadas y análisis estadístico**

El núcleo de nuestra labor investigadora ha consistido, como hemos visto en el capítulo anterior, en la toma y posterior análisis físico-químico de muestras de tintas valencianas, complementados con una reproducción experimental de formulaciones antiguas sometidas al mismo tipo de análisis. En línea con el enfoque integrador que dirige nuestra tesis, consideramos oportuno un acercamiento a la información que, más allá del laboratorio, nos ofrecen de primera mano los escribanos que nos legaron sus recetas o los estudiosos que las recopilaron en manuscritos o publicaciones.

Si bien existen numerosas disertaciones y estudios que analizan las formulaciones metalógicas de las fuentes desde un punto de vista cualitativo, nuestra intención ha sido ordenar y sistematizar cuantitativamente la información contenida en las recetas a las que hemos tenido acceso -160 en total- abarcando desde el siglo XI al XIX en los reinos hispanos (Tabla A.1).

Con esta herramienta hacemos una primera lectura general sobre la nomenclatura y las características de los ingredientes, los aditivos más usuales, los procesos de fabricación y los métodos de conservación.

En segundo lugar, este desglose de datos realizado nos ha permitido realizar una serie de estadísticas sumamente útiles para analizar, comparar y relacionar entre sí los

principales ingredientes, información que se puede vincular con una secuencia cronológica o marco geográfico determinado. Hacemos hincapié en la cuestión del solvente, por tratarse del único componente, de entre los imprescindibles, que admite dos variantes tan distintas como el vino y el agua. Se han seleccionado únicamente las recetas estadísticamente comparables -64- siguiendo los mismos criterios que expusimos en la metodología (existencia de unidades de medida inequívocas y de equivalencia conocida), por lo que hay que contar con una desigual distribución geográfica y cronológica. De igual modo ocurre al detenernos en los casos valencianos en el último apartado, pues se reduce más el número de muestras.



#### 4.2.1. Las tintas de escritura entre los siglos XI – XVIII en los reinos hispanos

Las recetas del siglo XI que hemos incluido en nuestro estudio son de tradición islámica, extraídas del recetario anónimo ‘Umdat al kuttāb (al-‘Abbādī 2005). Ya se advierte en ellas la clara presencia de la formulación elemental de las tintas metalogálicas: las agallas de roble, preferentemente molidas, verdes y pequeñas; el sulfato de hierro, con la denominación de “vitriolo” que se perpetuará durante siglos en las recetas hispanas, y la goma. Como solvente, agua sin más, salvo en el caso de la receta 4 donde se indica que sea salada (no hemos vuelto a encontrar esta rareza más que en una receta mallorquina del siglo XIV)<sup>173</sup>.

Cabe destacar que las distintas posibilidades de manipulación de los ingredientes durante la elaboración – maceración, decocción, filtración, preparación en frío, etc.-, así como una gran disparidad en los tiempos de cada fase, son características que se perpetuarán en nuestras recetas hasta su caída en desuso.

Ramon Llull, en su libro *Contemplació en Déu* (siglo XIII) escrito primero en árabe y traducido después al catalán, en el capítulo 291, 21<sup>174</sup> dice lo siguiente: “...car en aixi com de galles e de guma e de vidriol e d'aigua se forma tinta...” repitiendo exactamente los ingredientes de las recetas islámicas. El profesor al-‘Abbādī también estudió otro manuscrito, en este

---

<sup>173</sup> Receta 18.

<sup>174</sup> Citado por Mut (1986), en relación a la transcripción de Ms. Salvador Galmes de 1913.

caso procedente de los reinos musulmanes de Al-Andalus en el siglo XIII, atribuido a Muhammad al-Qalalūsī, titulado *Tuhaf al-jawāss*<sup>175</sup>. Como el mencionado anteriormente, este manuscrito recoge todo tipo de saberes relacionados con la elaboración de libros en esta cultura; entre ellos, muchas fórmulas de tinta recogidas de diversas latitudes dominadas por la cultura islámica; once de estas recetas (ver tabla ...números 6-16) se elaboran con los mismos tradicionales ingredientes. Las agallas se pulverizan o trituran, y en alguna ocasión, como señala la receta número 11, se prefieren las negras sin agujeros y poco pesadas. Se continúa denominando al sulfato de hierro como vitriol o vitriolo pero ya aparece, en una ocasión (receta número 7), el vocablo “caparroza” (verde). Por lo que respecta a la goma, se utiliza en todas las recetas excepto en la número 11 (hemos visto a lo largo de este estudio cómo es posible la elaboración de recetas sin goma, incluso algunos autores lo recomiendan). La mayoría de veces se menciona como goma arábica, que se libra de polvo y paja para adjuntarla a la mezcla.

Estas recetas van siendo más ricas en componentes adicionales: en la receta número 12 se añade a la mezcla hojas cocidas de mirto o arrayán (en los experimentos realizados se observa un importante poder de tinción de este vegetal), así como zumo de coco y de granada. Veremos más adelante cómo la granada va ser un componente que aparece en numerosas ocasiones en la recetas de los posteriores reinos hispánicos, pero sustituyendo el zumo por las cortezas (en la reproducción de estas recetas comprobamos que este líquido retarda extremadamente el secado de la tinta). La receta número 15

---

<sup>175</sup> Ver capítulo de fuentes.

utiliza claras de huevo que tienen como finalidad convertir el polvillo resultante de la conjunción de agallas, goma y el vitriolo en una pasta compacta que se pueda transportar con facilidad. Siglos después, en una de las recetas halladas en el *Libro los oficios de Guadalupe* (ver receta número 28), se añaden hasta ocho claras de huevo a la receta tradicional de tinta; pero desconocemos si el fin era el mismo. Por último, se menciona el azúcar en una cantidad igual a la goma en la receta número 16. Este ingrediente, como la granada, continuará usándose hasta incluso el siglo XIX (ver recetas números 116-121).

El modo de preparación de estas recetas islámicas es absolutamente heterogéneo: macerar y hervir siguen siendo las acciones más importantes; figuran pequeños trucos o consejos, como en la receta número 9, donde se especifica que si falta negro se debe añadir vitriolo y si lo que buscamos es dar más brillo a la tinta se puede conseguir con un poco más de goma.

Por lo que se refiere al siglo XIV, sólo hemos podido localizar una receta, publicada por Mut a inicios de los 90 (Calafell 1994).

En las recetas peninsulares del siglo XV ya podemos encontrar tres apelativos para denominar el sulfato de hierro: acije<sup>176</sup>, caparrosa o vitriolo -romano y de Ávila-. Se alude a la procedencia de las agallas -Flandes- y sólo en dos ocasiones se determina que la goma sea arábica. En referencia al vino siempre se especifica el uso del vino blanco. Como ingredientes

---

<sup>176</sup> Real Academia Española: del árabe hispánico azzāġ, y este del árabe clásico zāġ.

adicionales destaca el uso de las cortezas de granada agrias<sup>177</sup>, las claras de huevo<sup>178</sup> y el ajeno<sup>179</sup>.

El número de recetas documentadas crece notablemente a partir del siglo XVI, por lo que el nivel de información lógicamente es más alto. Las agallas se distinguen según su aspecto y se cita como procedencia deseable Levante, Valencia, *Romania* y Morea. Generalmente se maceran rotas previamente en pedazos, y en alguna ocasión molidas e incluso fritas con aceite<sup>180</sup>. También se puede derramar sobre ellas agua muy caliente o hervirlas. El sulfato de hierro continúa denominándose con los mismos vocablos y proviene de Flandes o *Romania*. La mayoría de la recetas especifican el uso de la goma arábica "bien molida, clara y resplandeciente; clara, gentil, polvorida"; "picada"; "resplandeciente y hecha polvos"; "molida o deshecha en agua o en vino antes"; "bien limpia"; "clara, frágil y que picándola haga polvos y no se pegue". Se apunta en todas que el agua sea de lluvia y el vino preferentemente blanco "del mejor"; "lo mejor que se pudiera"; "que sea donsel"; "flaco y no fuerte, bueno"-y solo en dos ocasiones "del mejor se hubiera tinto"<sup>181</sup>. Todo el conjunto debe colarse antes de su uso.

Los ingredientes ocasionales aumentan en número: a la corteza de granada se suma el alumbre, miel, mirra, cáscara de nuez, azúcar piedra y añil.

---

<sup>177</sup> Receta 21.

<sup>178</sup> Receta 27.

<sup>179</sup> Receta 20.

<sup>180</sup> Receta 51.

<sup>181</sup> Recetas 30 y 31.

Con respecto a los ingredientes básicos no existen diferencias significativas en las recetas del siglo XVII. Cabe destacar en la procedencia del sulfato de hierro la aparición del sevillano o montalbano. El agua, además de la de lluvia, puede ser de pozo, de río o cisterna, “si puede ser delgada” y sometida previamente a un hervor. Por lo que se refiere al vino, el blanco es el más utilizado excepto en una ocasión en que se da a elegir entre blanco o tinto<sup>182</sup>, como en el siglo XVIII<sup>183</sup>. De nuevo aumentan en variedad los aditivos: agua de rosas, aguardiente, flor de amapolas secas o agua de carbón picado.

En el siglo XVIII continúa la tradición de la recetas de los siglos anteriores; tan sólo se desprenden nuevos datos sobre la procedencia del sulfato de hierro -Inglaterra y Chipre-, y se introducen nuevos aditivos como hiel de carnero, vinagre, lapislázuli, índigo, palo morado, palo Campeche y hematites. La variación más importante de la recetas de este siglo es el proceso y tiempo de preparación de la tinta. Lo más común es macerar las agallas para después añadir el vitriolo y luego la goma, pero en algunas ocasiones se invierte el orden de estos ingredientes e incluso en se preparan todos a la vez. Es más recomendada la maceración al sol que el hervor, pero también éste último es indicado en numerosas recetas. La duración de todo el proceso oscila entre el tiempo que se necesita para mezclar los ingredientes (si se prepara una receta con todos a la vez) hasta un mes; aunque la media estaría entre cinco y dieciséis días. El uso del palo de higuera para remover la mezcla

---

<sup>182</sup> Receta 62.

<sup>183</sup> Receta 89.

es una constante en la recetas desde su inicio hasta el siglo XVIII.

Una parte muy curiosa y que ofrece una información de gran utilidad para el estudio de las tintas son los consejos y técnicas que se ofrecen para determinados fines. Veamos algunos de ellos:

- Para un mejor acabado final de la tinta se aconseja:
  - si está blanquecina, añadir más agallas<sup>184</sup>
  - si no luce, poner más goma<sup>185</sup>, añadir corteza de granada<sup>186</sup> o añadir azúcar cande<sup>187</sup>
  - si se quiere más negra o no está negra, colocarla al sol<sup>188</sup>
  - si no corre muy bien, añadir alumbre<sup>189</sup>
  - si está muy líquida: añadir goma arábica<sup>190</sup>
- Para una buena conservación:
  - colar la mezcla antes de guardarla
  - guardar fresca<sup>191</sup> y en lugar seco<sup>192</sup>;
  - en verano mantenerla en sitio fresco porque si no espesa mucho<sup>193</sup>
  - guardar en lugar oscuro y con poca ventilación<sup>194</sup>

---

<sup>184</sup> Receta 19 y receta 95: añadir una agalla ponerla en el tintero arrimada a un lado.

<sup>185</sup> Receta 19 y 89.

<sup>186</sup> Receta 40.

<sup>187</sup> Receta 103.

<sup>188</sup> Receta 103 y 145.

<sup>189</sup> Receta 110.

<sup>190</sup> Receta 110.

<sup>191</sup> Receta 40.

<sup>192</sup> Receta 46.

<sup>193</sup> Receta 85.

- no ponerla al viento de Levante “porque todo lo descompone”<sup>195</sup>
- si se pudre añadir alumbre<sup>196</sup>; después de hecha añadir el vinagre para que no se florezca<sup>197</sup>
- cuando se seca la tinta añadir la misma cantidad de agua<sup>198</sup>
- si el tintero se seca añadir agua caliente<sup>199</sup>
- Recipientes recomendados para su almacenamiento:
  - vasija de plomo<sup>200</sup>
  - recipientes de vidrio de varias formas<sup>201</sup>
  - olla no vidriada<sup>202</sup>: “en una olla nueva zamorana o de otra que no sea vidriada”<sup>203</sup>
  - bota<sup>204</sup>: “guardar la tinta en una bota de cuero bien empegada y cerrada”<sup>205</sup>
  - salsera<sup>206</sup>
  - vasija de barro tapada con papel<sup>207</sup>

---

<sup>194</sup> Receta 115.

<sup>195</sup> Receta 65.

<sup>196</sup> Receta 19.

<sup>197</sup> Receta 96.

<sup>198</sup> Receta 88.

<sup>199</sup> Receta 95.

<sup>200</sup> Receta 40: coladas se guardan vasijas de plomo con una bota bien cubierta.

<sup>201</sup> Receta 43 y receta 45: en una botella de vino empezada y al fresco; receta 46: en vaso limpio; receta 49: embasar en redoma de vidrio que es lo mejor; receta 88: guardar en frasco de vidrio bien tapado; receta 96: botellas de vidrio bien tapadas; receta 99: en botellas tapadas; y receta 115: embotellar lacrando las botellas.

<sup>202</sup> Receta 47.

<sup>203</sup> Receta 48

<sup>204</sup> Receta 55.

<sup>205</sup> Receta 65.

<sup>206</sup> Receta 76.

- indicaciones según el soporte de escritura
  - si es para pergamino echar vino blanco en vez de agua<sup>208</sup>
  
- para hacer nueva tinta a partir de restos:
  - añadir la misma cantidad de ingredientes a las agallas<sup>209</sup> ; “con los restos, añadiendo los mismos ingredientes sin las agallas y se hace buena tinta<sup>210</sup>”; “y se añaden estos ingredientes de nuevo, se obtiene mejor tinta que la primera<sup>211</sup>”; “a las eses que quedaren en el paño se les puede volver a echar agua para sacar un segundo pie de tinta que, sin embargo de que no será como la del primero, tampoco será despreciable para servirse de ella<sup>212</sup>”
  - añadir a las agallas la mitad de los ingredientes<sup>213</sup>
  - añadir a las agallas más solvente: “a los posos se puede echar otro quartillo de vino o de agua y meneándolo 8 ó 9 días, colar; se podrá usar la tinta<sup>214</sup>”; “echar otro tanto de vino en el poso para aprovecharlo<sup>215</sup>”; “con los posos se añade la misma cantidad de agua y se hace nueva

---

<sup>207</sup> Receta 132.

<sup>208</sup> Receta 87.

<sup>209</sup> Receta 46.

<sup>210</sup> Receta 49.

<sup>211</sup> Receta 50.

<sup>212</sup> Receta 86.

<sup>213</sup> Receta 58, 87 y 139.

<sup>214</sup> Receta 55.

<sup>215</sup> Receta 63.



tinta<sup>216</sup>”; “a los residuos se puede añadir 3 quartillos de vino y se hace buena tinta<sup>217</sup>”; “para tener más tinta añadir dos quartillos de vino a la operación<sup>218</sup>”; “se puede hacer más añadiendo a los posos dos quartillos de agua, y dejar 24 horas<sup>219</sup>”

- añadir vitriol y otros a las agallas: “con las heces hacer de nuevo tinta añadiendo vitriol y agua teñida por las amapolas<sup>220</sup>”
- conforme se gaste se puede añadir agua y goma<sup>221</sup>”
- a medida que se saca la tinta se le puede añadir agua, hasta que los ingredientes estén desustanciados<sup>222</sup>

#### 4.2.2. Estudio estadístico de recetas comparables

En la tabla 20 se recogen los porcentajes en masa de agallas, sulfato de hierro y goma de 64 recetas del siglo XIII al XVIII; se trata de una selección de entre todas las disponibles atendiendo a la fiabilidad de la equivalencia de sus unidades de medida a gramos. Solo una receta andalusí ha podido cumplir este requisito al expresar las cantidades de los tres principales ingredientes en onzas.

---

<sup>216</sup> Receta 95.

<sup>217</sup> Receta 89.

<sup>218</sup> Receta 115.

<sup>219</sup> Receta 145.

<sup>220</sup> Receta 67.

<sup>221</sup> Receta 70.

<sup>222</sup> Receta 148.

Tabla 20: Porcentajes en masa de las agallas, el hierro y la goma arábiga.

NUM. DE RECETA	DATACIÓN	FUENTE	AGALLAS (%)	Fe (%)	GOMA (%)
14	S.XIII	Tuhaf al-jawāss de al-Qalalūsi (al- <sup>o</sup> Abbādi 2005)	46	18	36
19	1415	Andreu Julià, notario. Protocolos ARV (Cárcel & Trenchs, 1979)	30	40	30
20	dp. 1471	Llibre de ordenacions del Regne ... ARM cod. 161. (Mut 1992)	40	40	20
21	1474	Archivo Histórico Provincial de Córdoba, Sección de Protocolos Notariales de Córdoba, Legajo 13665P, Cuaderno 5, fol. 58v. (Criado 2012)	40	40	20
23	s. XV	Ramón de Planes, recopilación textos jurídicos. Biblio. Catalunya (Mut 1992)	50	33	17
24	1499	Libro de los oficios Guadalupe. Pergaminería. Fray Diego de Écija (Criado 2012)	50	33	17
26	1499	Libro de los oficios Guadalupe. Pergaminería. Fray Diego de Écija (Kroustallis 2007)	43	43	14
27	1499	Libro de los oficios Guadalupe. Pergaminería. Fray Diego de Écija (Kroustallis 2007)	50	33	17
28	s. XV-XVI	Recetas sacadas de don Alejo Piamontés y otros autores. BNE, Ms. 9226. Epígrafe 3, fols. 12-162. (Criado 2012)	43	36	21
29	s. XV-XVI	Recetas sacadas de don Alejo Piamontés y otros autores. BNE, Ms. 9226. Epígrafe 3, fols. 12-162. (Criado 2012)	43	36	21
30	s. XVI	Recetario BPR, Ms II/657, fol. 35r (Criado 2012)	50	33	17
31	1533	Jaume Coll, notario de Pineda, Barcelona (Mut 1992)	34	33	33
32	1548	Juan de Iciar: "Recopilación subtilissima, intitulada Orthographia practica. Zaragoza. 1,	50	33	17
33	1552	Andrés Florez "Doctrina cristiana del ermitaño y el niño", Madrid (BNE)	45	44	11
34	1548	Juan de Iciar: "Recopilación subtilissima, intitulada Orthographia practica. Zaragoza.	37	36	27

		2 (UCM)			
35	1555	Juan de Iciar: "Arte subtilissima, por la qual se enseña a escreuir perfectamente". Impreso a costa de Miguel d'çcapilla mercader de libros vezino de çaraçgoça. BNE R/40714 (1)pag. 101. Receta de tinta para papel	50	33	17
36	1555	Juan de Iciar: "Arte subtilissima, por la qual se enseña a escreuir perfectamente". Impreso a costa de Miguel d'çcapilla mercader de libros vezino de çaraçgoça. BNE R/40714 (1)pag. 101-102. Receta de tinta para pergamino	37	36	27
39	s. XVI	Miquel Adell, notario de Valencia, ARV. (Cárcel & Trenchs, 1979)	48	48	4
40	s. XVI	Miquel Adell, notario de Valencia, ARV. (Cárcel & Trench, 1979)	50	33	17
41	s. XVI	Recetas en nombre del Doctor Segura...BPR, Ms. li/1393, fol 1r (Criado 2012)	33	45	22
42	finales del s. XVI	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 35 (Criado 2012)	43	36	21
43	finales del s. XVI	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 41 (Criado 2012)	50	33	17
44	finales del s. XVI	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 71 (Criado 2012)	43	36	21
45	finales del s. XVI	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 71, de Fray Alonso de Palencia, fol. 71 (Criado 2012)	34	33	33
46	finales del s. XVI	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 71, de Fray Alonso de Palencia, fol. 71 (Criado 2012)	34	33	33
47	finales del s. XVI	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 71, de Fray Alonso de Palencia, fol. 72 (Criado 2012)	34	33	33
48	1594	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 94 - Martín de Palencia (Criado 2012)	15	46	39
49	finales del s. XVI	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 106 (Criado 2012)	28	43	29
50	finales del s. XVI	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 112 (Criado 2012)	38	38	24

52	¿s. XVI?	Receta sobre fragmento de pergamino aparecida en el baúl de Chabás. Catedral de Valencia (Vicent Pons)	34	33	33
53	1613-1648	Baldufari de Bartholomé Mayques, s.f.Arxiu Municipal d'Ontinyent (Antonio Castelló)	33	50	17
54	1625	Miquel Thomás, Llibre de memòries ARM (Mut 1992)	43	43	14
55	1631	Pedro Díaz Morante: Cuarta parte del arte nueva de escribir. Dezimo punto. Y es de cómo se hara buena tinta (BV)	27	37	36
56	1637	Formulari de Juristes, Sueca (Cortés, 1984)	50	33	17
57	segunda mitad del s. XVII	Inventario Meca Cassador (ACA)- (Sistach 2011)	40	40	20
58	1650	José de Casanova: el arte de escribir, Madrid (Mut 1992)	40	40	20
59	mediados s. XVII	Misceláneas Llabrés, Ayto. Palma de Mallorca (Mut 1992)	60	20	20
60	1675	Diego A. Cupillar, Tarifa de los negocios de España, ARM	50	33	17
61	1682	Protocolo notarial de José Mazón. Fol 152r y v (Carmina Verdú)	47	35	18
64	1690	Diego Bueno: Arte nuevo de enseñar a leer, escribir....Zaragoza (BNE)- para tinta en polvo	34	33	33
65	1696	Lorenzo Ortiz: El maestro de escribir, Venezia (Mut 1992)	50	50	0
66	1696	Lorenzo Ortiz: El maestro de escribir, Venezia (Mut 1992)	86	14	0
67	1696	Lorenzo Ortiz: El maestro de escribir, Venezia (Mut 1992)	47	47	6
68	1696	Lorenzo Ortiz: El maestro de escribir, Venezia (Mut 1992)- navegación	50	50	0
69	1698	Ms. 672 USAL (Óscar Lilao)	50	33	17
70	s. XVII	Guillem Manuel, notario de Valencia, ARV Real (Cárcel & Trenchs 1979)	40	30	30
72	¿s. XVII?	Llibre de franqueses y ordinations de Menorca. ARM. (Mut 1992)	50	37	13
73	¿s. XVII-XVIII?	Recetario. Archivo de Ca'n Vivot (Mut 1992)	40	40	20

75	¿s. XVII- XVIII?	Cuaderno de recetas del Archivo de Pablo Feliu Quadreny. Puigpunyent, Mallorca (Mut 1992)	46	36	18
77	¿s. XVII- XVIII?	Cuaderno de recetas del Archivo de Pablo Feliu Quadreny. Puigpunyent, Mallorca (Mut 1992)	50	36	14
78	s. XVIII	BNE, ms. 9028, Epígrafe 13, fol. 1r (Criado 2012)	40	40	20
79	s. XVIII	BUS, ms. 354, fol. 255v	50	50	0
81	s. XVIII	BRAH, Fondo Salazar Castro, ms. K-50, fol. 164v	50	25	25
82	1742-1756	Nicolau Roca i Mora, notario de Mallorca. Biblio. Balear, Monasterio de la Real, Palma. (Mut 1992)	27	37	36
83	1750	B. Bennàssar de Gabellí. ARM. Anual del Sr. Jaume Desmàs. (Mut 1992)	55	36	9
84	1751-1759	Joan Armengol, notario, síndico y archivero perpetuo de la ciudad de Mallorca. ARM (Mut 1992)	40	40	20
87	1766	Fray Luis de Olod Bibliotecario Real: Tratado del origen y el arte de escribir bien. Gerona, imp. Narciso Oliva (RAE)	50	36	14
89	1792	Pedro Paredes: Instrucciones prácticas del arte de escribir. Murcia (Mut 1992)	45	44	11
90	s. XVIII	Francesc de Paula Alonso (Colegiata de Xàtiva- Llibre de genealogíes)- (Mut 1992)	61	31	8
91	s. XVIII	Francesc de Paula Alonso (Colegiata de Xàtiva- Llibre de genealogíes)- (Mut 1992)	80	10	10
93	s. XVIII	Cuaderno de recetas del Archivo de Pablo Feliu Quadreny. Puigpunyent, Mallorca (Mut 1992)	60	20	20
94	¿s. XVIII?	Colecciones facticias ARM (Mut 1992)	57	36	7
95	¿s. XVIII- XIX?	Joan Pujetó, Archivo del Monasterio de Poblet- (Alisent 1969)	57	29	14
96	~ 1783- 1900	Nota en el libro de François Bertrand de Barrême: Compe-faits ou Tarif général ....Rouen 1783. Biblioteca de la Catedral de Valencia (Vicent Pons)	37	53	10

### a) Estudio porcentual comparativo de las agallas, el hierro y la goma en el total de recetas

En la siguiente gráfica (figura 116) hay una representación de los porcentajes de los componentes de hierro, agallas y goma de las 64 recetas. Se puede observar que la gran mayoría se concentran en una zona y que hay puntos anómalos.

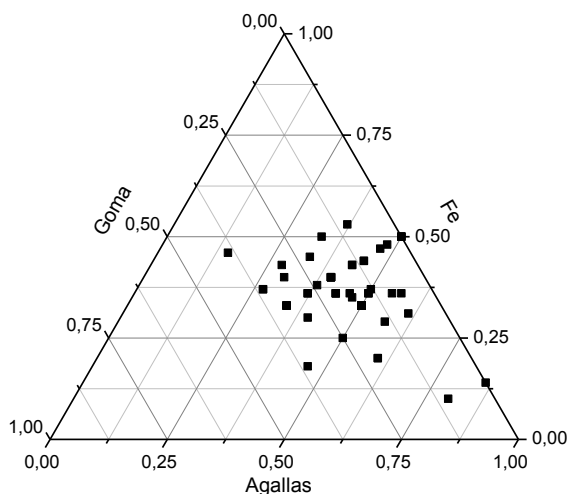


Figura 116: Representación de los porcentajes de los principales componentes: agallas, sulfato de hierro y goma.

Otra forma de representación puede ser a través un gráfico radial (figura 117).

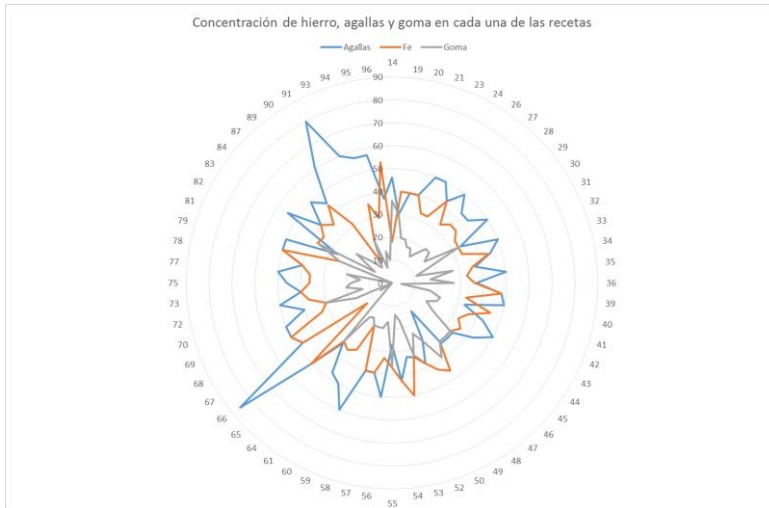


Figura 117: Representación de los porcentajes de los principales componentes: agallas, sulfato de hierro y goma.

En la representación multivariada (figura 118 y tabla 21) también se observa la misma tendencia, aunque se intuye una relación directa entre las agallas y la goma que se verificará después:

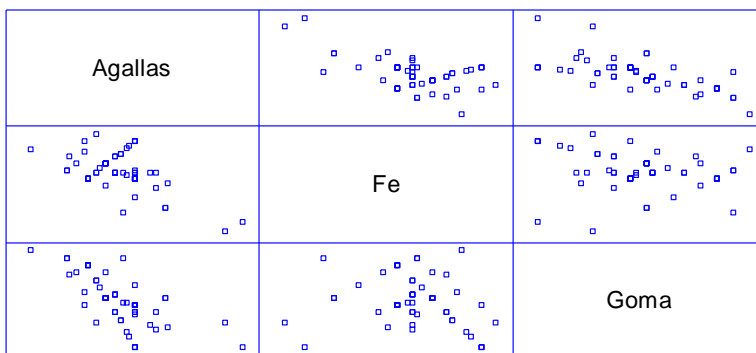


Figura 118: Representación multivariada de los porcentajes de los principales componentes: agallas, sulfato de hierro y goma.

Tabla 21: Resumen estadístico de la representación multivariada de los porcentajes de los principales componentes: agallas, sulfato de hierro y goma.

Resumen Estadístico

	<i>Agallas</i>	<i>Fe</i>	<i>Goma</i>
Recuento	64	64	64
Promedio	44,7 (%)	36,2 (%)	19,1 (%)
Desviación Estándar	11,3	8,3	9,5
Coefficiente de Variación	25,1909%	22,8721%	49,8668%
Mínimo	15,0	10,0	0,0
Máximo	86,0	53,0	39,0
Rango	71,0	43,0	39,0
Sesgo Estandarizado	2,76717	-2,22266	0,136612
Curtosis Estandarizada	5,32866	2,5903	-0,418993

En el gráfico de cajas y bigotes (figura 119) se observa la presencia de datos aberrantes en la cantidad de hierro que se ha empleado en las recetas analizadas.



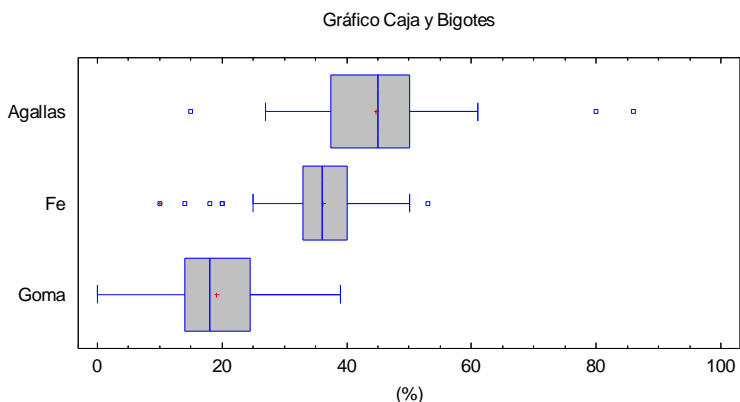


Figura 119: Gráfico de tablas y bigotes con la proporción de utilización de los tres ingredientes principales.

## b) El caso del solvente

Comentamos en el apartado 4.2.1 la peculiaridad del uso generalizado del vino blanco en la recetas de tinta de escritura de los reinos peninsulares, excepto los referidas a Al-Andalus. Como podemos observar en la figura 120, existe un punto de inflexión en el uso de los solventes durante el siglo XVI. Si bien la recetas andalusíes y las más antiguas procedentes de Mallorca<sup>223</sup> sólo mencionan el agua -salada en dos ocasiones<sup>224</sup>- el uso del vino blanco como principal ingrediente va adquiriendo una progresiva importancia: en el siglo XV observamos su inclusión en un 18% de las recetas documentadas, y la posibilidad de elegir entre agua y/o vino blanco en un 27% (figura 121). Una centuria después el uso del vino blanco está ampliamente extendido y un 62% de la recetas aconsejan su empleo como solvente frente al 17% que indican

<sup>223</sup> Recetas 17 y 18.

<sup>224</sup> Recetas 4 y 18.

el agua o el 21% que dan a elegir entre agua y/o vino (figura 122).

Desde el inicio algunos escribanos fueron reticentes al uso del vino ante la sospecha de que acelerara el deterioro de la tinta con la consiguiente perforación del papel; de hecho se observa una notoria disparidad de criterios en las recetas de entre los siglos XVI-XVIII a este propósito. En el apartado de metodología, donde se han analizado las tintas probetas elaboradas a partir de recetas originales, hemos podido comprobar que el pH inicial de las mismas es muy similar independientemente de la utilización de uno u otro solvente. En el siglo XVII, quizá por la desconfianza heredada hacia el empleo del vino o por la constatación de que escritos del siglo XVI presentaban mayor deterioro que documentos anteriores, se observa cómo el agua es de nuevo empleada en mayor medida -40% de agua frente a 30% de vino, más otro 30% en el que se combinan o se da a elegir entre uno u otro solvente- (figura 123). Esta tendencia se intensifica en el siglo XVIII y la preferencia por el agua duplica a la del vino (figura 124).

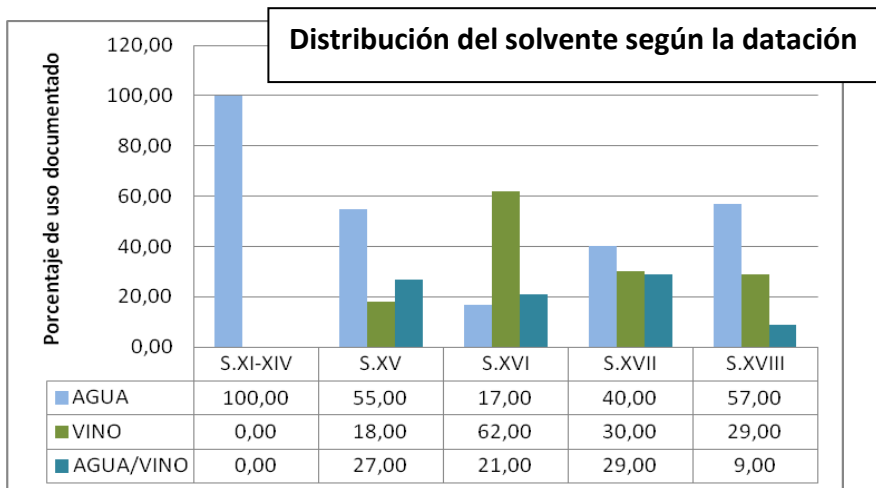


Figura 120: Distribución del solvente según la datación.

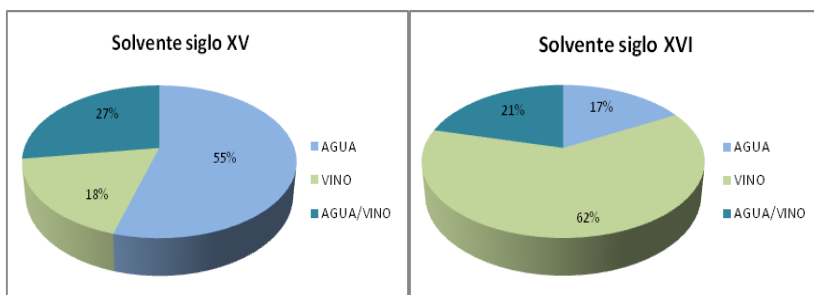


Figura 121: Preferencia de uso del solvente S.XV.

Figura 122: Preferencia de uso del solvente S.XVI.

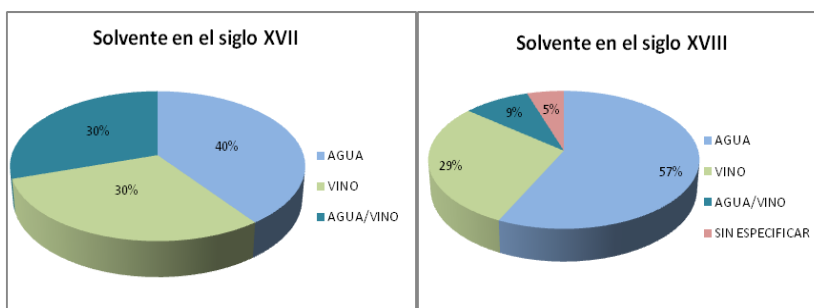


Figura 123: Preferencia de uso del solvente S.XVII.

Figura 124: Preferencia de uso del solvente S.XVIII.

Si establecemos una relación entre el solvente y los ingredientes principales -agallas, sulfato de hierro y goma-, observamos (figuras 125, 126, 127 y 128) cómo la proporción de las agallas maceradas en agua permanece similar desde el siglo XV al siglo XVIII, oscilando entre el 47% y el 50%. Sin embargo, si el solvente es vino, las agallas bajan a proporciones entre el 35% y el 37% durante los siglos XV y XVI, quizá porque los escribanos eran conscientes de que el vino potenciaba la extracción de los taninos y no necesitaban tanta cantidad de agallas como cuando se utilizaba el agua.

Durante el siglo XVII la media de empleo de agallas para su maceración en vino supera a la proporción media cuando se emplea agua, y casi duplica a la de los siglos anteriores. Sin embargo, en el siglo XVIII la media disminuye en torno al 49% de empleo de agallas para la maceración en vino; desconocemos el motivo de esta alteración ya que no existe una relación directa con el aumento en la proporción de los otros materiales empleados; más bien al contrario, ya que el uso de la goma en el siglo XVII -como media- es menor que en el resto.

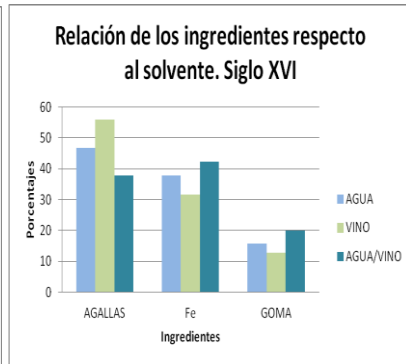
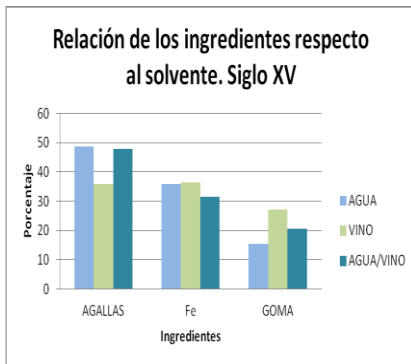


Figura 125: Ingredientes respecto al solvente S.XV.

Figura 126: Ingredientes respecto al solvente s. XVI.

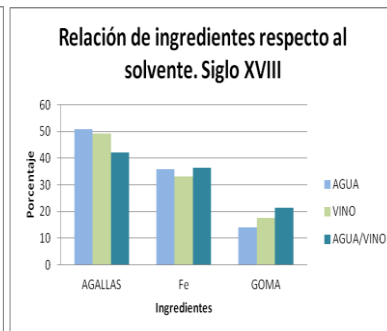
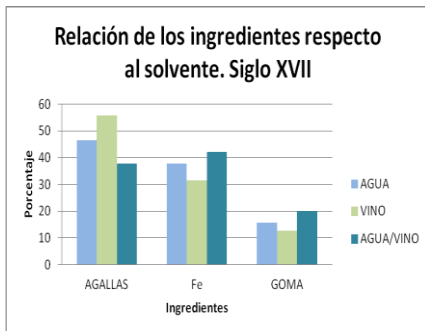


Figura 127: Ingredientes respecto al solvente S.XVII.

Figura 128: Ingredientes respecto al solvente s. XVIII.

Por lo que se refiere al empleo proporcional medio de sulfato de hierro en las recetas respecto al solvente utilizado, podemos observar una ligera inversión respecto a las agallas, ya que en el siglo XVII disminuye ligeramente la proporción media de sulfato de hierro empleado en las recetas elaboradas con vino con respecto a las elaboradas con agua, en las que se mantiene, por regla general, una proporción similar.

Como en los ingredientes principales, la goma -a excepción del siglo XVII<sup>225</sup>- también parece incrementar su presencia en las fórmulas cuando el solvente es vino.

### c) El hierro

El análisis de valores aberrantes muestra que la concentración del 10% es significativamente aberrante (tabla 22).

Tabla 22: Tabla de valores aberrantes de hierro.

Receta	Agallas (%)	Fe (%)	Goma (%)
91	80	10	10

Este caso se da en la receta número 91, del siglo XVIII y extraída del el *Llibre de cronologies* de la colegiata de Xàtiva. Desconocemos el porqué de estas proporciones ya que no tienen relación con ninguna otra del mismo período o ámbito geográfico. Pero al hacer las probetas de las recetas hemos podido verificar que una mínima cantidad de sulfato de hierro es capaz de generar el color negro en reacción con el ácido gálico de las agallas.

Una vez quitados estos valores del análisis se obtiene una distribución de puntos de valores de hierro que se observa en la siguiente figura, con una media de la muestra de  $36,6 \pm 7,6$  % de concentración de hierro.

---

<sup>225</sup> Podríamos pensar que la media baja a causa de las recetas que desaconsejan su uso, recetas 68 y 79; sin embargo, la primera pertenece al siglo XVII y la siguiente al XVIII.

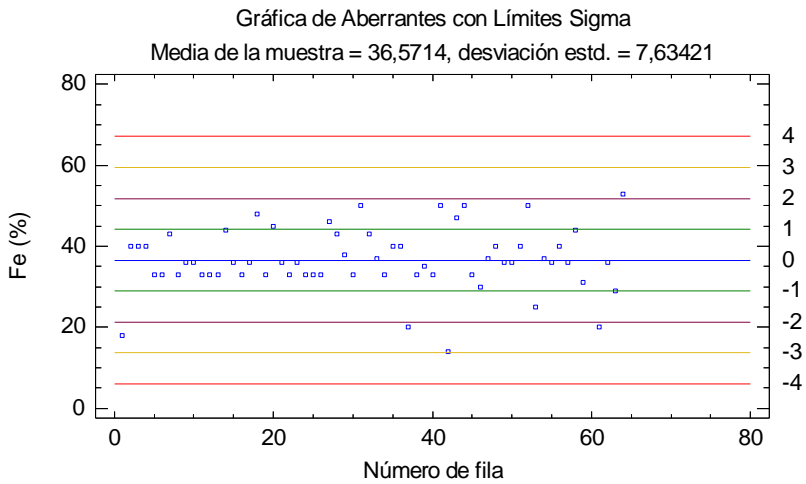


Figura 129: Gráfica de aberrantes con límites Sigma.

Las distribuciones ajustadas (tabla 23) para el Fe se representan en el siguiente histograma (figura 130):

Hisotgrama para la concentración de Fe

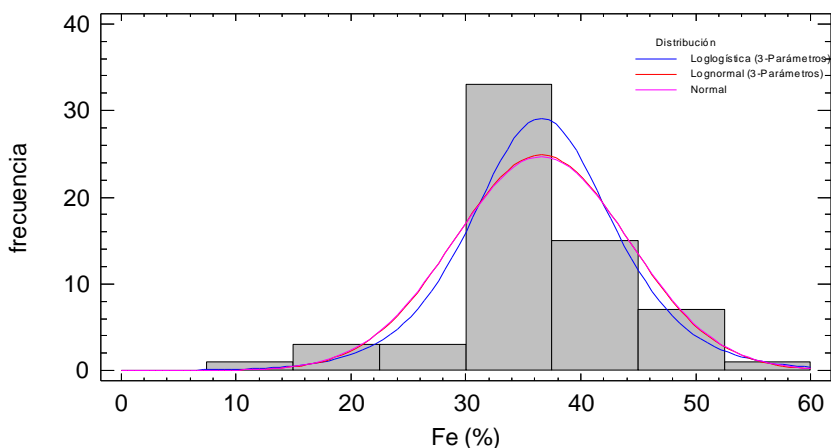


Figura 130: Hisotgrama para la concentración de hierro

Tabla 23: Distribuciones ajustadas del sulfato de hierro.

Distribuciones Ajustadas

<i>Loglogística (3-Parámetros)</i>	<i>Lognormal (3-Parámetros)</i>	<i>Normal</i>
mediana = 764,244	media = 36,5582	media = 36,5714
forma = 0,00530762	desviación estándar = 7,57955	desviación estándar = 7,63421
umbral inferior = -727,649	umbral inferior = -138199,	

Las pruebas de bondad<sup>226</sup> del ajuste indican que la concentración de hierro puede ser modelada adecuadamente por la distribución loglogística con un 95% de confianza (tabla 24).

<sup>226</sup> La bondad de ajuste de un [modelo estadístico](#) describe lo bien que se ajusta un conjunto de observaciones. Las medidas de bondad en general resumen la discrepancia entre los valores observados y los k valores esperados en el modelo de estudio. Tales medidas se pueden emplear en el [contraste de hipótesis](#), e.g. el [test de normalidad](#) de los [residuos](#), comprobar si dos muestras se obtienen a partir de dos distribuciones idénticas, o si las frecuencias siguen una distribución específica. [http://es.wikipedia.org/wiki/Bondad\\_de\\_ajuste](http://es.wikipedia.org/wiki/Bondad_de_ajuste) (25 de abril de 2015).



Tabla 24: Prueba de Kolmogorov-Smirnov sobre la distribución de los valores del sulfato de hierro. Prueba de Kolmogorov-Smirnov<sup>227</sup>

	<i>Loglogística (3-Parámetros)</i>	<i>Lognormal (3-Parámetros)</i>	<i>Normal</i>
DMAS	0,123926	0,11665	0,117138
DMENOS	0,16446	0,192395	0,192971
DN	0,16446	0,192395	0,192971
Valor-P	0,0662211	0,0188578	0,0183372

De esta tabla podemos deducir que el Valor-P,  $>0,005$ , es el que mejor se ajusta, lo que indica que la concentración de sulfato de hierro puede ser modelada con este.

En el siguiente grafico radial se muestran los valores de concentración de hierro para cada una de las recetas, junto con la media y los umbrales para una distribución gaussiana (figura 131)

---

<sup>227</sup> En [estadística](#), la prueba de Kolmogórov-Smirnov (también prueba K-S) es una [prueba no paramétrica](#) que se utiliza para determinar la bondad de ajuste de dos [distribuciones de probabilidad](#) entre sí. [http://es.wikipedia.org/wiki/Prueba\\_de\\_Kolmog%C3%B3rov-Smirnov](http://es.wikipedia.org/wiki/Prueba_de_Kolmog%C3%B3rov-Smirnov) (25 de abril de 2015).

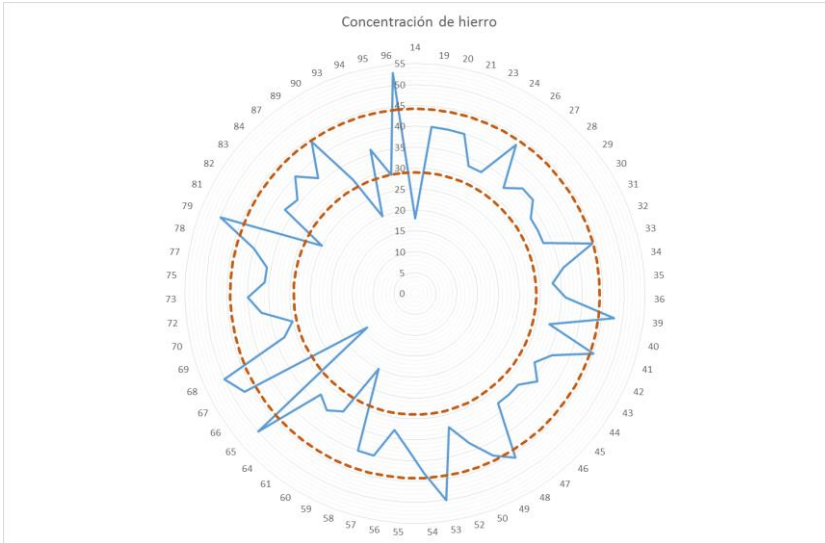


Figura 131: Gráfico radial de concentración de hierro junto con la media y los umbrales para la distribución gaussiana.

#### d) Las agallas

Aunque en este caso el análisis estadístico (figura 132) muestra que los valores extremos de la concentración de agallas en las recetas no son significativamente aberrantes (tabla 25), los consideramos como casos particulares y los excluimos del análisis.

Gráfico de Caja y Bigotes

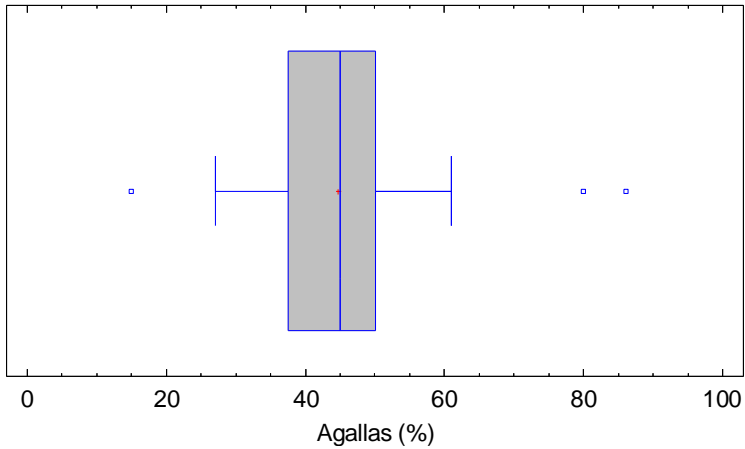


Figura 132: Gráfico de caja y bigotes con los porcentajes de agallas utilizadas en las recetas.

Tabla 25: Valores aberrantes de las agallas.

Receta	Agallas (%)	Fe (%)	Goma (%)
66	86	14	0

Esta receta pertenece a una de las mencionadas por Lorenzo Ortíz en su texto sobre el arte de escribir de 1696 y podría ofrecer confusión en su valoración cuantitativa, ya que presupone añadir una onza de alcaparrosa por quartillo -no sabemos en referencia a qué-, con lo que las proporciones quedarían alteradas de un modo que nos resulta difícil de cuantificar.

Una vez quitados estos valores del análisis se obtiene una distribución de puntos de valores de agallas que se observa

en la siguiente figura 133, con una media de la muestra de 44,1  $\pm$  10,1 % de concentración de agallas.

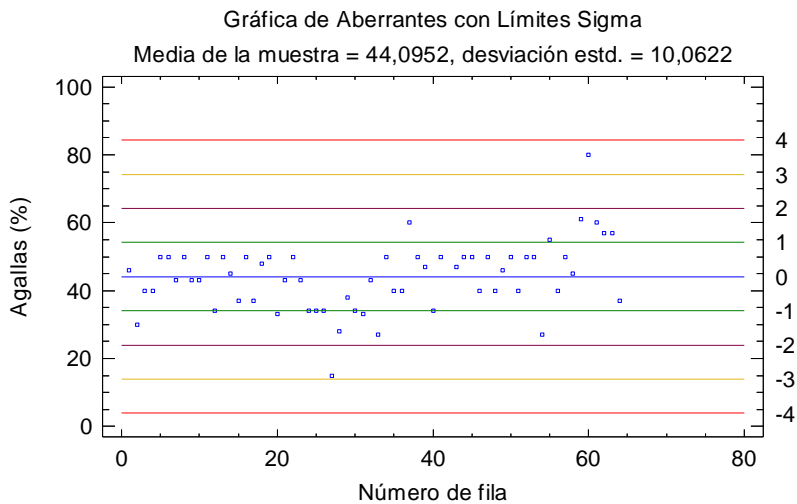


Figura 133: Gráfica de aberrantes sobre los porcentajes de agallas.

Las distribuciones ajustadas para la concentración de agallas son las que se observan en la figura 134 del histograma, y en la tabla de distribuciones ajustadas (tabla 26).

Histograma para la concentración de agallas

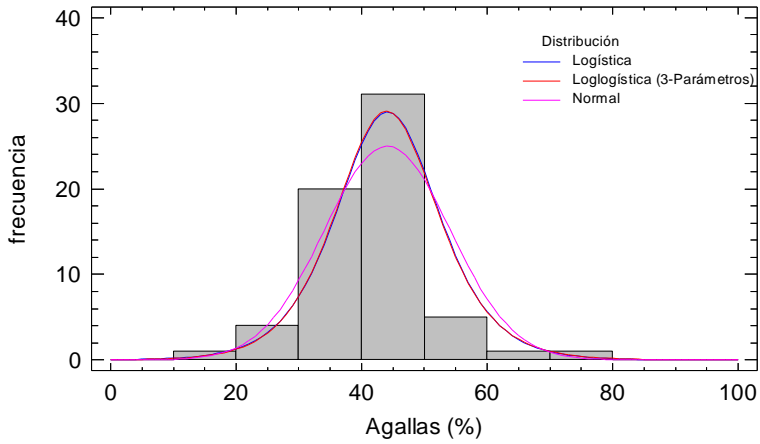


Figura 134: Histograma para la concentración de agallas.

Tabla 26: Distribuciones ajustadas de las agallas.

<i>Logística</i>	<i>Loglogística (3-Parámetros)</i>	<i>Normal</i>
media = 44,1498	mediana = 487,15	media = 44,0952
desviación estándar = 9,84476	forma = 0,0111152	desviación estándar = 10,0622
	umbral inferior = -443,055	

Las pruebas de bondad del ajuste indican que concentración de agallas puede ser modelada adecuadamente por varias distribuciones con 95% de confianza (tabla 27).

Tabla 27: Prueba de Kolmogorov-Smirnov respecto a la distribución de las agallas.

	<i>Logística</i>	<i>Loglogística (3-Parámetros)</i>	<i>Normal</i>
DMAS	0,142804	0,14163	0,167549
DMENOS	0,14291	0,144084	0,118166
DN	0,14291	0,144084	0,167549
Valor-P	0,152595	0,146247	0,0581934

Podemos determinar al observar los valores obtenidos en la tabla 27, que el Valor -P,  $>0,15$  es el que mejor se ajusta, lo que indica que la concentración de agallas puede ser modelada con este.

En el siguiente grafico radial (figura 135) se muestran los valores concentración de agallas para cada una de las recetas, junto con la media y los umbrales para una distribución gaussiana.

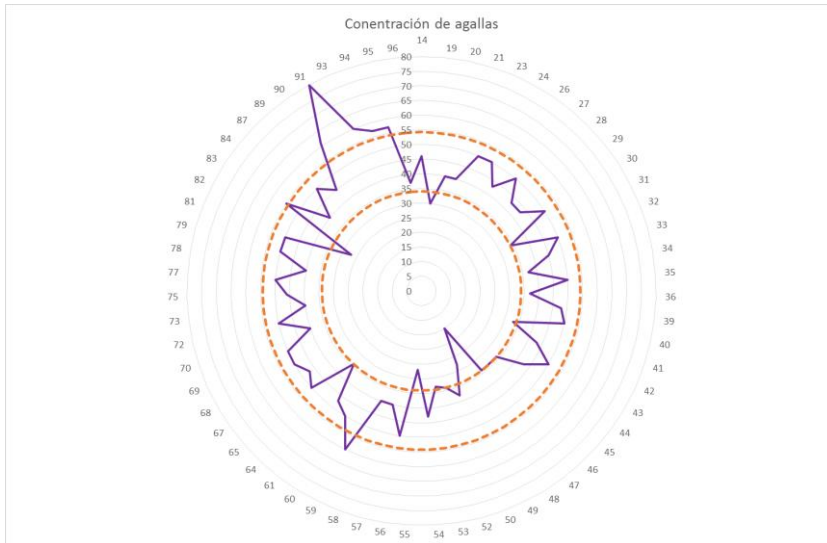


Figura 135: Gráfico radial de la concentración de agallas junto con la media y los umbrales para una distribución gaussiana.

### e) La goma

El análisis estadístico de la concentración de goma no muestra ningún dato significativamente aberrante (figura 136) a pesar de que había diferencias sustanciales en la distribución de los conglomerados 1-3 (tabla 28).

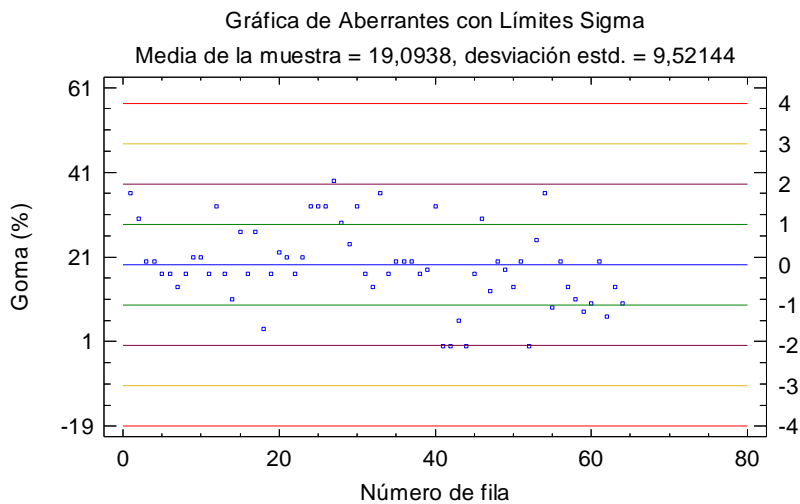


Figura 136: Gráfica de aberrantes sobre los porcentajes de utilización de goma.

La concentración de goma es de  $19,1 \pm 9,5$  %, como vemos en la figura 137:

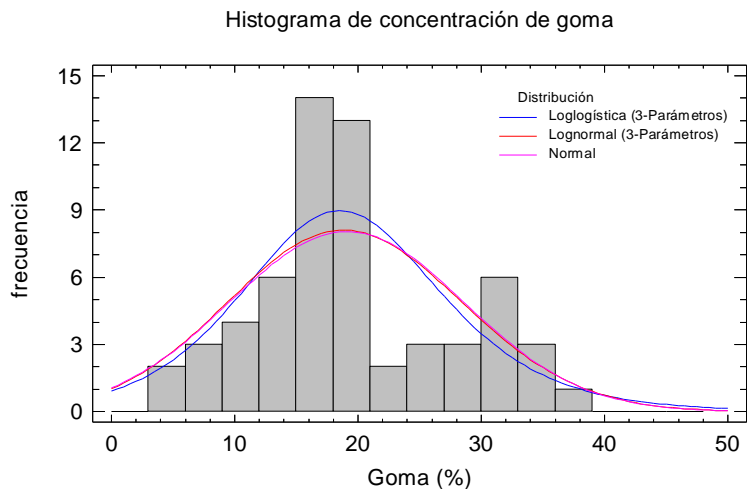


Figura 137: Histograma de concentración de goma.



Las distribuciones ajustadas (tabla 28) para la concentración de goma son las siguientes:

Tabla 28: Distribuciones ajustadas de la goma.

<i>Loglogística (3-Parámetros)</i>	<i>Lognormal (3-Parámetros)</i>	<i>Normal</i>
mediana = 176,163	media = 19,0955	media = 19,0938
forma = 0,0304172	desviación estándar = 9,45608	desviación estándar = 9,52144
umbral inferior = -157,321	umbral inferior = -490,693	

Las pruebas de bondad del ajuste (tabla 29) indican que la concentración de goma puede ser modelada adecuadamente por varias distribuciones con un 95% de confianza.

Tabla 29: Prueba de Kolmogorov-Smirnov de la distribución de goma.

	<i>Loglogística (3-Parámetros)</i>	<i>Lognormal (3-Parámetros)</i>	<i>Normal</i>
DMAS	0,119988	0,135456	0,139407
DMENOS	0,117589	0,118863	0,116098
DN	0,119988	0,135456	0,139407
Valor-P	0,317369	0,191092	0,166265

Podemos determinar al observar los valores obtenidos en la tabla 29, que el Valor -P, >0,30, es el que mejor se ajusta, lo que indica que la concentración de goma que puede ser modelada con ésta.

En el siguiente grafico radial (figura 138) se muestran los valores concentración de goma para cada una de las recetas, junto con la media y los umbrales para una distribución gaussiana.

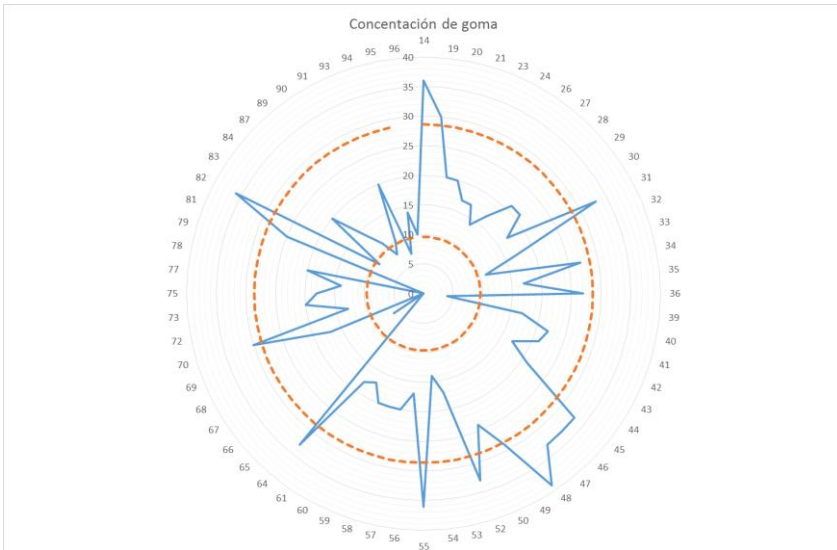


Figura 138: Gráfico radial con la representación de los porcentajes de goma junto con la media y los umbrales para una distribución gaussiana.

La distribución de puntos de los tres elementos fundamentales -agallas, sulfato de hierro y goma (figuras 139 y 140)- quedaría de la siguiente manera después de eliminar los puntos aberrantes.

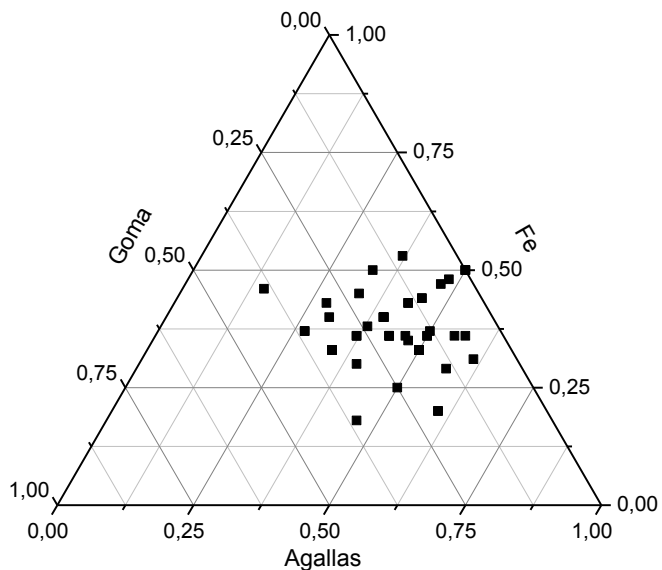


Figura 139: Distribución de puntos de porcentajes de los principales ingredientes después de eliminar los aberrantes.

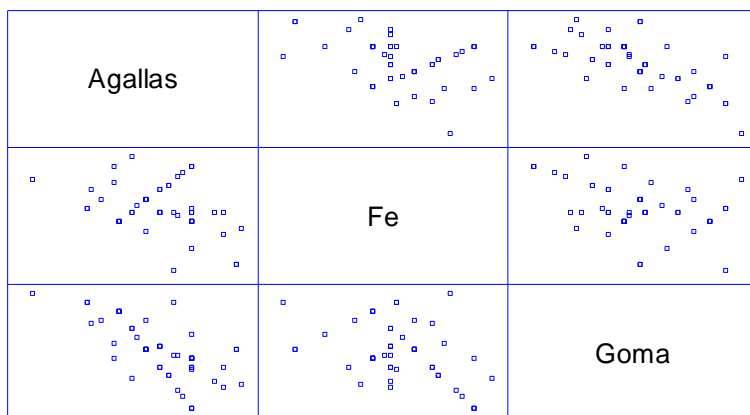


Figura 140: Distribución de puntos de porcentajes de los principales ingredientes después de eliminar los aberrantes.

### f) Dependencia goma-agallas

El estudio de la concentración de goma frente a la de agallas muestra que hay una relación entre ellas como se observa en la figura 141:

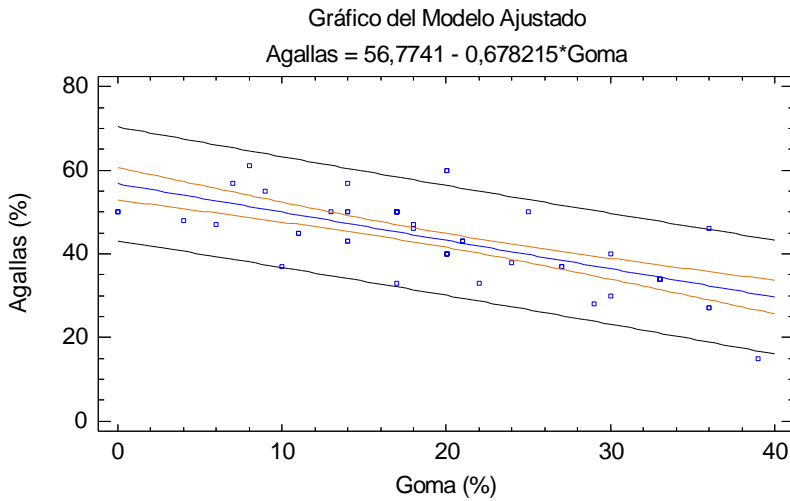


Figura 141: Gráfico de modelo ajustado de agallas y goma.

Tabla 30: Coeficientes de la concentración de goma y agallas.

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	56,7741	1,94452	29,1971	0,0000
Pendiente	-0,678215	0,089997	-7,53598	0,0000

Tabla 31: Coeficientes de la concentración de goma y agallas. Análisis de Varianza.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2415,5	1	2415,5	56,79	0,0000
Residuo	2551,99	60	42,5331		
Total (Corr.)	4967,48	61			

Coficiente de Correlación = -0,697325

R-cuadrada = 48,6261 por ciento

Estadístico Durbin-Watson = 1,78312 (P=0,1859)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0389072

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA<sup>228</sup> es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre la proporción de agallas y de goma empleada en las recetas estudiadas con un nivel de confianza del 95,0% (tabla 30).

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica el 48,6261% de la variabilidad en agallas. El coeficiente de correlación es igual a -0,697325, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables (tabla 31).

---

<sup>228</sup> En [estadística](#), el análisis de la varianza (ANOVA, ANalysis Of VAriance, según terminología inglesa) es una colección de [modelos estadísticos](#) y sus procedimientos asociados, en el cual la [varianza](#) está particionada en ciertos componentes debidos a diferentes variables explicativas. [http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis\\_de\\_la\\_varianza](http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_de_la_varianza) (25 de abril de 2015)

### g) Dependencia hierro-agallas

En la figura 142 podemos observar la relación entre el porcentaje de hierro y de las agallas en las recetas estudiadas.

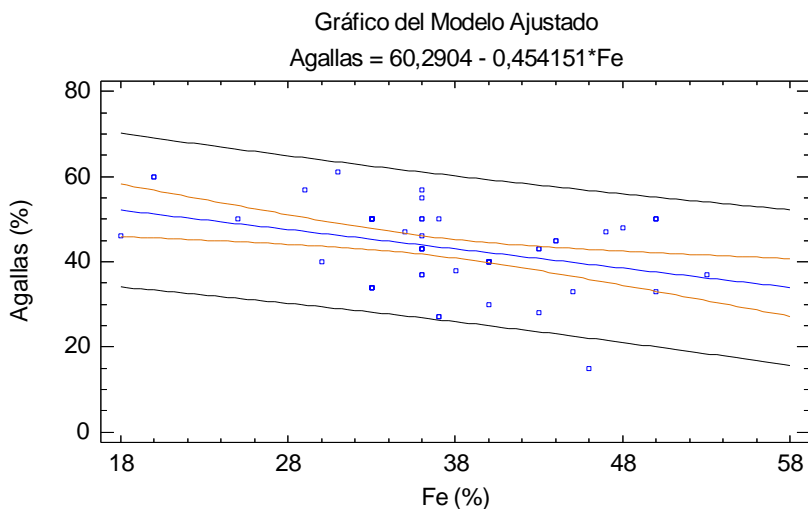


Figura 142: Gráfico de modelo ajustado de hierro y agallas.

El estudio de la concentración de hierro frente a la de agallas muestra que hay una relación entre ellas, aunque mucho menos acusada que el caso anterior, como observamos en las tablas de coeficientes (tabla 32) y de análisis de varianza (tabla 33).

Tabla 32: Coeficientes de la relación entre las agallas y el sulfato de hierro.

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	60,6673	5,63489	10,7664	0,0000
Pendiente	-0,450295	0,151886	-2,9647	0,0042

Tabla 33: Análisis de varianza de la relación entre las agallas y el sulfato de hierro.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	683,92	1	683,92	8,79	0,0042
Residuo	5213,38	67	77,8117		
Total (Corr.)	5897,3	68			

Coefficiente de Correlación = -0,340546

R-cuadrada = 11,5972 por ciento

Estadístico Durbin-Watson = 1,71956 (P=0,1177)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,130992

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre agallas y el sulfato de hierro empleado en estas recetas con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica el 11,5972% de la variabilidad en agallas. Por otro lado, el coeficiente de correlación es igual a -0,340546, lo que indica una relación relativamente débil entre las variables.

Tabla 34: Coeficientes de la relación entre las agallas y el sulfato de hierro.

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	60,2904	5,74095	10,5018	0,0000
Pendiente	-0,454151	0,152663	-2,97486	0,0042

Tabla 35: Análisis de varianza de la relación entre las agallas y el sulfato de hierro.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	638,508	1	638,508	8,85	0,0042
Residuo	4328,98	60	72,1496		
Total (Corr.)	4967,48	61			

Coefficiente de Correlación = -0,358521

R-cuadrada = 12,8537 %

Estadístico Durbin-Watson = 1,50703 (P=0,0234)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,242096

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre Agallas y Fe con un nivel de confianza del 95,0% (tabla 34).

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica el 12,8537% de la variabilidad en agallas. El coeficiente de correlación es igual a -0,358521, lo que indica una relación relativamente débil entre las variables (tabla 35).

Se ha realizado un análisis de conglomerados para intentar definir subgrupos dentro de este grupo de tintas. Se han quitado del estudio los valores aberrantes de las agallas y hierro.

El dendograma de las recetas muestra la proximidad y el parecido de cada una de ellas entre sí (figura 143).



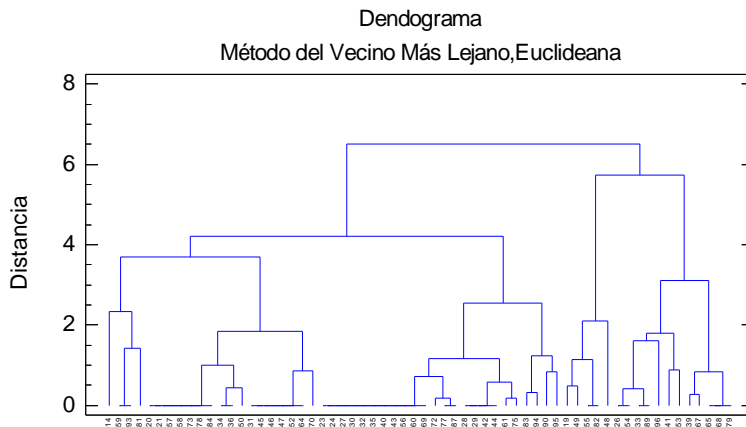


Figura 143: Dendrograma. Método del vecino más lejano, Euclideaana de las 65 recetas estudiadas.

El análisis de conglomerados indica que las recetas se pueden agrupar en tres subgrupos (tabla 36). El primero sería el más numeroso, con un 72,58% de las recetas, lo que atestigua la similitud de todas ellas.

Tabla 36: Resumen de conglomeración.

<i>Conglomerado</i>	<i>Miembros</i>	<i>Porcentaje</i>
1	45	72,58
2	5	8,06
3	12	19,35

Con los siguientes centroides en valores porcentuales (tabla 37), como podemos observar, la similitud entre el primer grupo y el tercero reside en la cantidad de agallas utilizadas;

difieren en el porcentaje de sulfato de hierro, más elevado en el tercer grupo, en contraposición a la goma, que es más abundante en el grupo 1. El segundo se distingue por una proporción muy elevada de goma frente a un uso más moderado que los otros dos, de la cantidad de agallas; pero es el grupo menos numeroso.

Tabla 37: Centroides.

Conglomerado	Agallas (%)	Fe (%)	Goma (%)
1	45,5	33,8	20,7
2	25,4	40,6	34,0
3	43,7	47,2	9,1

Estos resultados podemos trasladarlos a un diagrama de dispersión de conglomerados donde visualizar la localización de estos tres grupo (figura 144), así como los centroides.

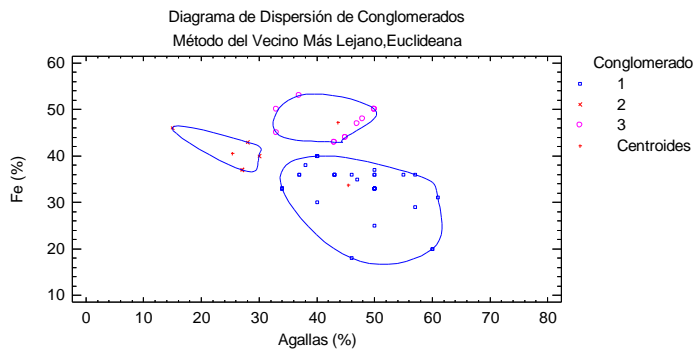


Figura 144: Diagrama de dispersión de conglomerados

La clasificación de las recetas en estos tres grupos se recoge en la siguiente tabla 38 en la que se han distinguido por

colores cada uno de los grupos. Así el conglomerado 1 es naranja, el conglomerado 2 es azul y el 3 verde.

Tabla 38: Clasificación de las recetas según los conglomerados 1, 2 y 3.

NUM DE RECETA	Agallas (%)	Fe (%)	Goma (%)	Conglomerado
14	46	18	36	1
19	30	40	30	2
20	40	40	20	1
21	40	40	20	1
23	50	33	17	1
24	50	33	17	1
26	43	43	14	3
27	50	33	17	1
28	43	36	21	1
29	43	36	21	1
30	50	33	17	1
31	34	33	33	1
32	50	33	17	1
33	45	44	11	3
34	37	36	27	1
35	50	33	17	1
36	37	36	27	1
39	48	48	4	3
40	50	33	17	1
41	33	45	22	3

42	43	36	21	1
43	50	33	17	1
44	43	36	21	1
45	34	33	33	1
46	34	33	33	1
47	34	33	33	1
48	15	46	39	2
49	28	43	29	2
50	38	38	24	1
52	34	33	33	1
53	33	50	17	3
54	43	43	14	3
55	27	37	36	2
56	50	33	17	1
57	40	40	20	1
58	40	40	20	1
59	60	20	20	1
60	50	33	17	1
61	47	35	18	1
64	34	33	33	1
65	50	50	0	3
66	86	14	0	
67	47	47	6	3
68	50	50	0	3

69	50	33	17	1
70	40	30	30	1
72	50	37	13	1
73	40	40	20	1
75	46	36	18	1
77	50	36	14	1
78	40	40	20	1
79	50	50	0	3
81	50	25	25	1
82	27	37	36	2
83	55	36	9	1
84	40	40	20	1
87	50	36	14	1
89	45	44	11	3
90	61	31	8	1
91	80	10	10	
93	60	20	20	1
94	57	36	7	1
95	57	29	14	1
96	37	53	10	3

Las recetas 66 y 91 quedan excluidas de la tabla porque en su composición no se advierte el uso de goma arábica.

Por lo que se refiere a los conglomerados no se puede establecer ninguna relación territorial o temporal en las recetas que los conforman; sin embargo, observamos que en las cinco recetas que se insertan en el conglomerado 2 se elaboran en un 60 % de los casos con vino blanco y en el otro 40% con agua y/o vino como solvente, por lo que la única característica común es la no recomendación exclusiva del agua como solvente de la mezcla.

En el primer conglomerado, que cuenta con un número mayor de recetas, no se observa una diferencia significativa en el uso de uno u otro solvente -44,44% agua; 42,22% vino y 13,33% agua y/o vino-. Por lo que respecta al tercer conglomerado, hay una tendencia hacia el uso del agua -46%- o del agua y/o vino -33,33%- frente a la preferencia por el vino -25%-.

### 4.2.3. Las tintas de escritura valencianas entre los siglos XII - XVIII

Vamos a poner ahora en relación las tintas valencianas - 9 hasta el siglo XVIII- con los resultados obtenidos del análisis anterior. Tomaremos los resultados con cautela porque de las 160 recetas documentadas en toda nuestra investigación, solo 15 son valencianas y de ellas solo 9 son anteriores al siglo XVIII.

En primer lugar, podemos observar en la figura 145 que el uso del vino como solvente es más generalizado que en el resto de los reinos peninsulares.

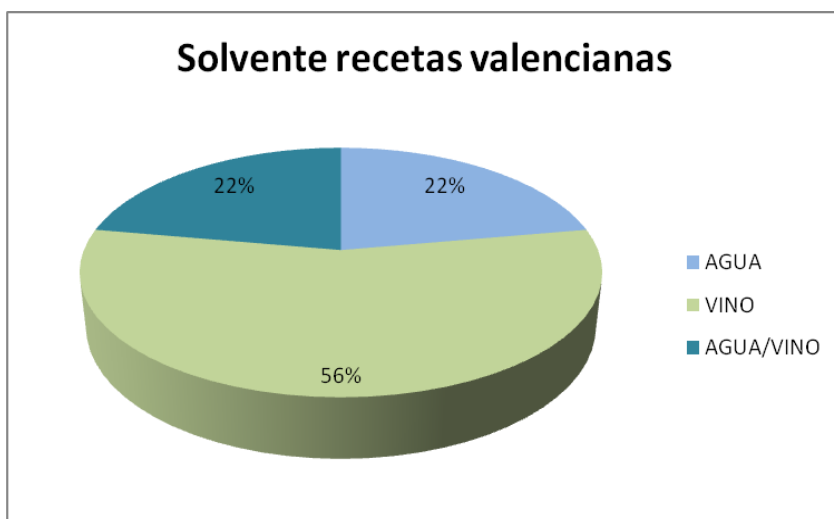


Figura 145: uso del solvente en las recetas valencianas entre los siglos XV y XVIII.

Para evaluar la evolución cronológica del uso de los solventes en tierras valencianas debemos tener en cuenta que

para los siglos XV y XVIII solo contamos con una muestra respectivamente, por lo que la fiabilidad en este caso es menor que para estudiar la evolución general. Lo que sí parece evidente es que en el siglo XVI, al igual que en el resto de territorios, la preferencia por el uso del vino es notoria, aunque en los siglos posteriores esta tendencia se invierte en favor del agua (figura 136). Pese a que no las hemos incluido en la estadística porque exceden nuestro ámbito cronológico, si podemos advertir que esta tendencia se prolonga en las recetas del siglo XIX ya que tanto la receta 146<sup>229</sup> como las cinco recetas inéditas del Archivo Municipal de Segorbe<sup>230</sup> recomiendan el uso de agua en la elaboración de las tintas. Cabe destacar el caso particular del archivo de la Catedral de Valencia, descrito en el capítulo 2 sobre las fuentes escritas, en el que se detallaba la compra de vino, incluso de varias categorías. Desconocemos si estos datos podrían hallarse en otros legajos anteriores para poder determinar el uso en del vino a lo largo de los siglos en la Catedral de Valencia.

---

<sup>229</sup> Receta manuscrita aparecida en el libro: *Año del Christiano del padre Croiset*. Madrid, 1791. Agradecemos a Javier Sánchez Portas la noticia de cuya biblioteca particular pertenece el libro.

<sup>230</sup> Recetas 147-151: Donación de la documentación de José Perpiñán Artíguez al Archivo Municipal de Segorbe, por cortesía de Rafa Simó.



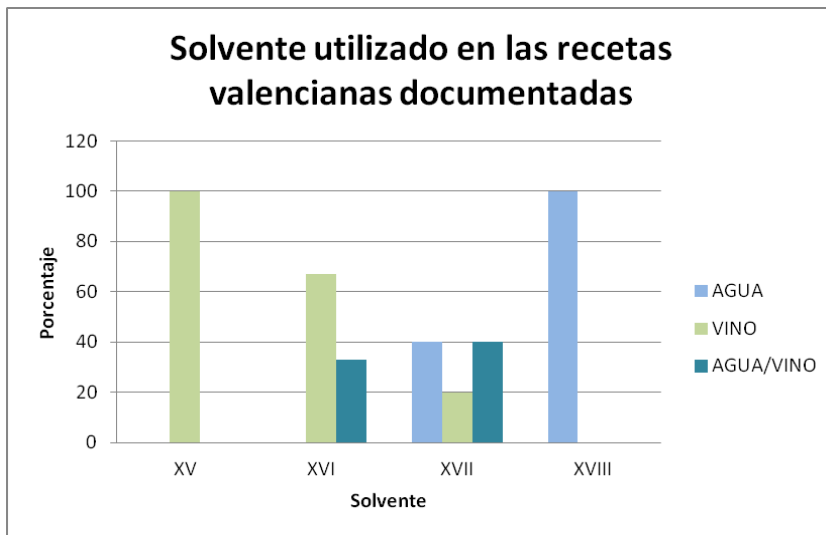


Figura 146: Utilización del solvente en las recetas valencianas documentadas de los siglos XV-XVIII.

Al poner ahora en relación el solvente con la proporción de los principales ingredientes utilizados, podemos comprobar que el resultado con referencia a las agallas (figura 147) es muy similar independientemente del solvente utilizado. Sin embargo, en el sulfato de hierro, al contrario que en la tendencia general anteriormente comentada, parece que la proporción sea menor si el solvente es agua; relación inversamente proporcional a la goma, que es más abundante en aquellas recetas realizadas con agua, también en oposición a la tendencia general. Al ser el número de recetas limitado, debemos de tomar con cautela estos resultados.

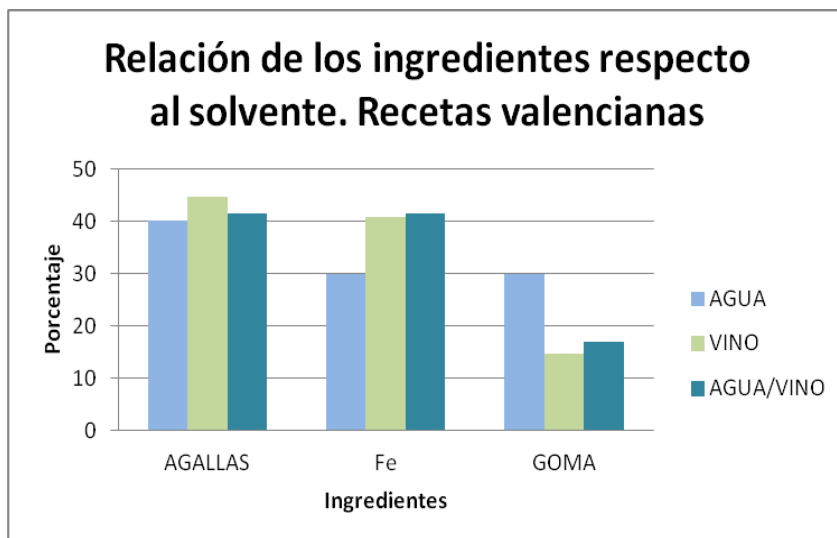


Figura 147: Relación del solvente con los principales ingredientes en las recetas valencianas documentadas de los siglos XV-XVIII.

Por lo que se refiere a la nomenclatura y características de los ingredientes, para las agallas se cita en cuanto a la procedencia *Romania*. Por su aspecto se prefieren pequeñas, arrugadas, pesadas, *crepadas*, finas, duras por dentro. Atendiendo a esta descripción, constatamos que el empleo de diversos tipos de agallas estaba muy difundido ya que las *crepadas* corresponderían a las más grandes, las arrugadas y pesadas a las procedentes del otro lado del Mediterráneo y las pequeñas y finas a las que podían encontrarse en los robles cercanos a Valencia. Siempre se manipulan previamente a la maceración en el solvente: molidas, picadas, partidas o pasadas por el cedazo a trozos.

El sulfato de hierro atiende a varios vocablos como *atzige*, *alias vidriol d'Avila*<sup>231</sup>; *vidriol romà*; *caparros o vidriol romà*<sup>232</sup>; *caparros*<sup>233</sup>; *vidriol romani*<sup>234</sup>; *vidriol*<sup>235</sup>; o *alcaparros*<sup>236</sup>. De nueve recetas, seis se refieren al sulfato de hierro como vidriol, y de ellas tres hacen referencia al romano o *romani*; y sólo en una ocasión a su procedencia alavesa. En la receta de 1415 se iguala el azitge al vidriolo, y en otra al caparrós<sup>237</sup>. A pesar de que sabemos que el vitriolo o sulfato de hierro es de color verde, en la receta número 40 lo prefiere *ben groch e ben picat*. La referencia al color amarillo puede ser porque este sulfato se oxida con facilidad en presencia de aire húmedo y forma sulfato férrico básico de color amarillo pardusco<sup>238</sup>.

El 75% de las recetas incluye la goma arábica y en una ocasión se detalla que debe ser "*clara, lluenta e ben picada*"<sup>239</sup>; y debe estar bien molida y limpia para su uso<sup>240</sup>.

---

<sup>231</sup> Receta 19.

<sup>232</sup> Receta 39.

<sup>233</sup> Receta 40.

<sup>234</sup> Receta 53.

<sup>235</sup> Receta 56.

<sup>236</sup> Receta 61.

<sup>237</sup> Receta 39.

<sup>238</sup> Gennaro, A. (2003): *Remington Farmacia*, tomo II.

<https://books.google.es/books?id=5SGJ4ezraG4C&pg=PA1495&lpg=PA1495&dq=sulfato+de+hierro+amarillo&source=bl&ots=0L4dk0pDP5&sig=3V3VB68duVoQ-qkmoPa25bsYMYA&hl=es&sa=X&ei=oqjVdKPBqYqrUb77gMgL&ved=0CFAQ6AEwCQ#v=onepage&q=sulfato%20de%20hierro%20amarillo&f=false> (7 de abril de 2015)

<sup>239</sup> Receta 40.

<sup>240</sup> Receta 61.

El solvente puede ser, como hemos comentado, agua -en todas apunta que sea de lluvia, o de río-, o vino: en todas se cita el vino blanco y se insiste en que sea bueno<sup>241</sup>.

A diferencia de la variedad de otras recetas peninsulares o mallorquinas, en las valencianas documentadas sólo se añaden como ingredientes adicionales el alumbre, señalado en dos recetas, una elaborada con vino<sup>242</sup> y otra en que se da la opción de agua o vino<sup>243</sup>. Resulta extraño porque este compuesto se utiliza como fungicida y las recetas elaboradas con vino son en principio son menos propensas a la proliferación de microorganismos. También se incorpora la granada<sup>244</sup> y dos cucharadas de miel de romero en la receta de Ontinyent<sup>245</sup>.

El orden más común de preparación es macerar las agallas para después añadir el vitriolo y luego la goma en distintos días, con hervor -2- o sin hervor -5-<sup>246</sup>. Sólo en dos ocasiones se incorporan todos los ingredientes a la vez<sup>247</sup>. El proceso dura entre tres y dieciséis días. Por último cabe destacar que en cuatro de las ocho recetas se hace referencia al palito de higuera para remover<sup>248</sup>.

---

<sup>241</sup> Receta 19.

<sup>242</sup> Receta 19.

<sup>243</sup> Receta 54.

<sup>244</sup> Recetas 41 y 56.

<sup>245</sup> Receta 53.

<sup>246</sup> Recetas 19, 39, 40, 56, 63 y 70.

<sup>247</sup> Recetas 52 y 53.

<sup>248</sup> Recetas 40, 53, 56 y 62.

Los consejos que se extraen de las recetas valencianas son muy similares a los descritos en el apartado 4.2.1:

- si es muy blanca poner más agallas, si no luce poner más goma. Si se pudre añadir alumbre
- solar enseguida con un trapo de lino bien grueso
- añadir cortezas de granada para dar lustre, guardar en una botella de vidrio
- si se quiere más tinta echar otro azumbre de vino y mover
- conforme se gaste se puede añadir goma y agua

Podemos concluir que las recetas valencianas parecen tener dos características que podrían diferenciarlas de las demás: una mayor utilización del vino blanco como solvente y una presencia menor de ingredientes adicionales, si bien habrá que considerar estas conclusiones con precaución.



## 4.3. La química de las tintas

### 4.3.1. Elaboración

La tinta es un complejo formado por distintos ingredientes orgánicos e inorgánicos que reaccionan entre sí para generar un producto líquido a la par que consistente y apto para escribir. Dada la variedad de los materiales que pueden ser añadidos para conservar, dar olor, espesar... las posibles combinaciones químicas entre ellos son innumerables por lo que vamos a centrarnos en el comportamiento de los principales componentes.

Como hemos visto, la reacción del ácido gálico con el sulfato de hierro crea la tinta de color negro que conocemos (figura 148). En un primer momento, para la obtención de este ácido resulta imprescindible hidrolizar los polifenoles vegetales (agallas, corteza de granada...). Este proceso se realizaba por maceración o por ebullición de los componentes en agua o en vino, principalmente. Como la elevación de temperatura potencia la reacción, a veces se exponía la maceración al sol o se utilizaban productos alcohólicos en vez de agua.

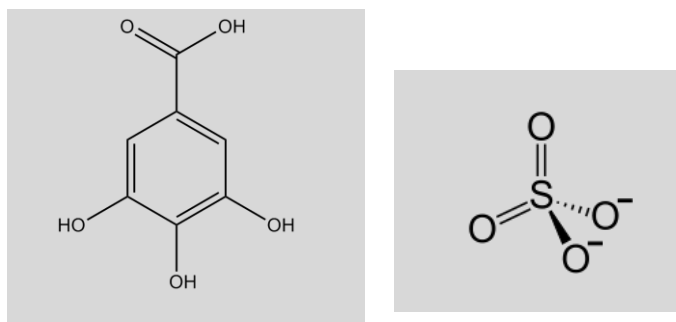


Figura 148: Fórmulas químicas del ácido gálico y del sulfato de hierro.

El sulfato ferroso -puro o con impurezas como el cobre o zinc-, se incorporaba a la mezcla generalmente seco y molido. Si reproducimos la operación podemos observar cómo en milésimas de segundo cambia el color de la mezcla (figura 149) y se forma el pirogalato de hierro (figura 150) y el ácido sulfúrico (figura 151). El primero es un compuesto estable de hierro (III), producto de la oxidación del sulfato de hierro con el oxígeno ambiental, de color negro obtenido por la reacción estequiométrica entre ión de hierro (II) y el ácido gálico (figura 152). A partir de este paso se incorporaba la goma y el resto de aditivos, si los hubiere, y se producía un líquido apto para escribir.



Figura 149: preparación de dos tintas con maceración en agua; en la primera solo están las agallas, sin incorporar todavía el sulfato de hierro; en la segunda ya se ha añadido el metal y podemos observar el repentino cambio de color de la mezcla. Siguiendo las recetas originales, la agitación se hace con un palito de higuera.



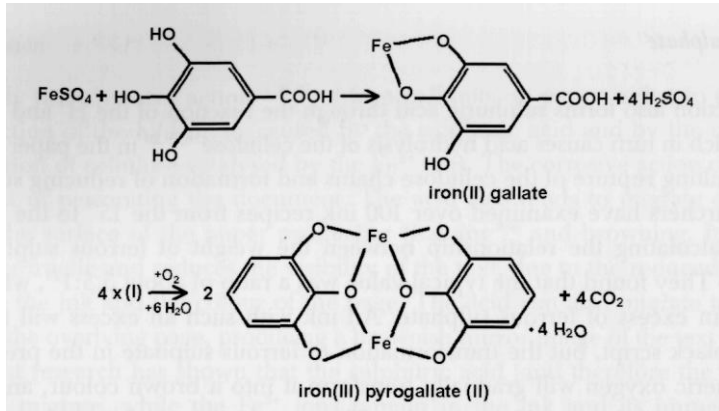


Figura 150: Formación del pirogalato de hierro (Botti, Mantovani, and Ruggiero 2005)

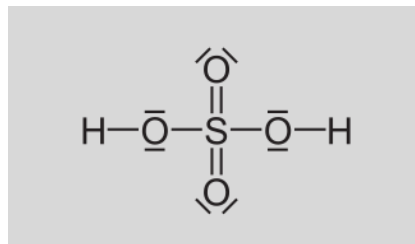


Figura 151: Fórmula química del ácido sulfúrico.

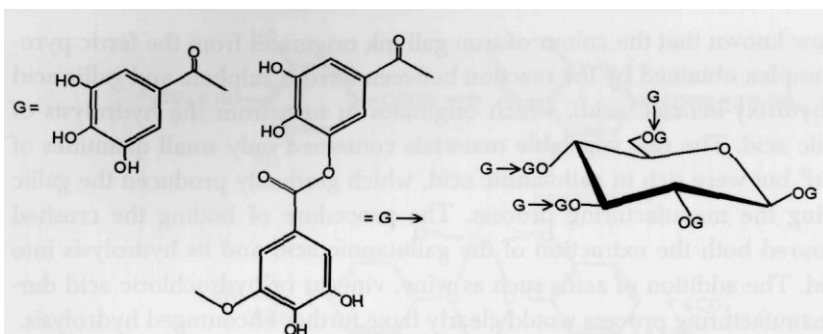


Figura 152: Fórmula química del ácido galotánico (Botti, Mantovani, and Ruggiero 2005).

La fase de reposo –removiendo de tiempo en tiempo- o de cocción del compuesto, que se indica en la mayoría de recetas para facilitar la oxidación de la tinta, consigue que se produzcan también las reacciones enzimáticas durante la oxidación del Fe(II) al Fe(III), y que los polifenoles simples, como el ácido gálico, sean liberados hacia otros complejos de taninos hidrolizables (Daniels 2000).

Era habitual que la tinta en reposo desarrollara hongos en la superficie, sobre todo si su preparación se hacía por maceración y al sol (figura 153). Aunque, como hemos visto, se utilizaron numerosos productos antisépticos, la realidad es que las enzimas favorecían la hidrólisis del ácido tánico a gálico y glucosio. Una receta italiana citada por Ruggiero (Ruggiero 2004), recomienda esta práctica y dice: "*fermentazione del decotto di noci di galla di almeno dieci giorni*"<sup>249</sup>. Esta tinta dejada al aire libre, a menudo se recubría de un hongo blanco que se volvía denso y se transformaba en una sustancia mucilaginosa que se depositaba sobre el fondo del recipiente, reteniendo las partículas de tinta y decolorándola. Con los microorganismos se forman, además, gran cantidad de azúcares.

---

<sup>249</sup> Fermentación de la decocción de nueces de agalla de al menos diez días.

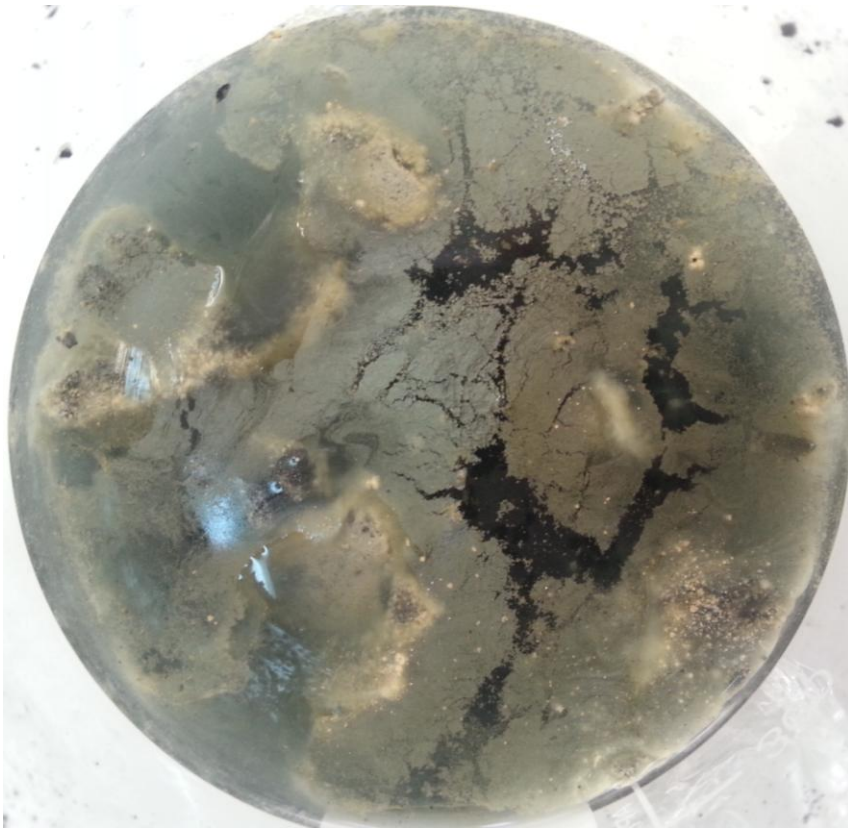


Figura 153: Formación de hongos en un compuesto realizado únicamente con agallas y sulfato ferroso en agua, sometido a maceración al sol por más de diez días.

También está documentada la elaboración mediante la mezcla de todos los ingredientes de manera conjunta, a los que se añade posteriormente el líquido solvente para desencadenar la reacción (ver apartado 4.2. Recetas y fórmulas de fabricación).

#### 4.3.2. Problemas de conservación

El deterioro de los manuscritos elaborados con tintas de naturaleza metalogálica viene determinado por dos procesos conectados: la oxidación y la hidrólisis ácida de la celulosa (Giorgi 2007). El resultado de estas reacciones químicas en el papel es una importante pérdida de sus propiedades mecánicas, un descenso en el grado de polimerización, menor capacidad de formación de puentes de hidrógeno, perforación de las fibras entintadas, acompañado de sangrado y oscurecimiento de las tintas, entre otros daños (figura 154).

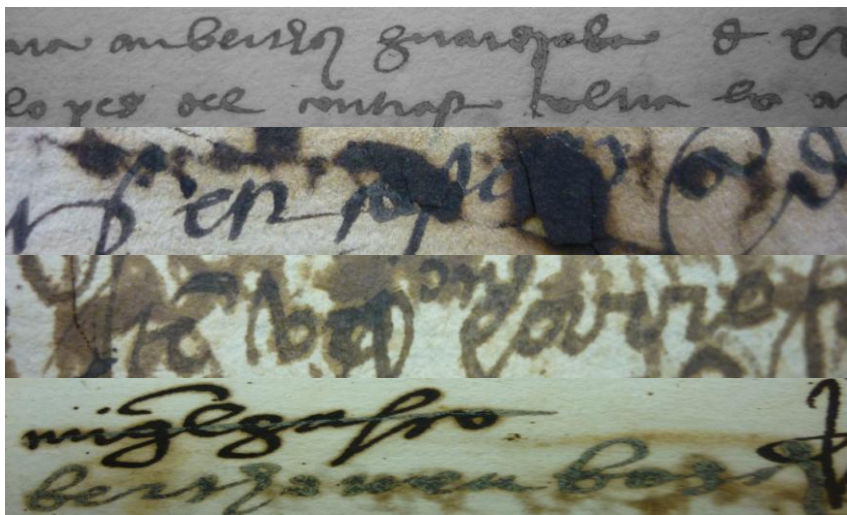


Figura 154: Detalles de diversos deterioros de las tintas metalogálicas en libros manuscritos de archivo. Fotografías realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R .

Neevel apuntaba a inicios de los 90 que el problema de oxidación de las tintas metalogálicas tenía sus raíces en el proceso de elaboración de las mismas, del que se podían derivar tres consecuencias: tintas desbalanceadas por exceso de sales metálicas (que serían las más susceptibles de

oxidar)<sup>250</sup>, tintas desbalanceadas por exceso de taninos, o tintas perfectamente equilibradas que son las mejor conservadas (Neevel 1995). Lo cierto es que los iones metálicos de transición disponibles, como el Fe (II), se encuentran en estado libre y son capaces de catalizar la oxidación -reacción de Fenton para el Fe y Fenton-Like para el Cu- y formar peróxidos en medios ácidos que posteriormente se descomponen. Esta actividad catalítica de los iones metálicos es más baja con un pH entre 5,5 y 7,5 (Poggi, Baglioni, and Giorgi 2011); o entre 6,5 -7,5 según decían los mismo autores un año antes (Poggi, Giorgi, Toccafondi, Katzur, and Baglioni 2010). En el caso concreto del Cu, su acción catalítica va en aumento conforme el pH aumenta; y es muy frecuente encontrar tintas con un porcentaje de este elemento, que bien podría corresponder a una impureza del sulfato empleado o a un uso intencionado del mismo. Si bien Giorgi (Giorgi 2007) argumenta que sólo la tinta elaborada con sulfato de hierro era susceptible de oxidarse de forma más avanzada y oscurecerse de manera más intensa, Kolar (Kolar et al. 2006b) estima que el cobre tiene más capacidad de oxidar que el hierro ya que cataliza la apertura del monómero (Calvini, Gorassini, and Chiggiato 2006) mientras que el primero reacciona como un catalizador para la rotura del enlace glucosídico (Bicchieri, Sodo, Piantanida, and Coluzza 2006). También el sulfato de

---

<sup>250</sup> Jana Kolar, en el curso que impartió en el IPHE en 2011 (3-7 de octubre, nuevos avances para la estabilización de la corrosión de tintas metalogálicas), explicaba que ella había podido determinar cambios en función de la cantidad de iones de hierro, hasta los 100mmoles/gr; a partir de esta cantidad, aunque se produjera un aumento, éste no era significativo en relación a la oxidación. Notas de la autora y con el apoyo del blog de Javier Tacón Clavaín <http://biblioteca.ucm.es/blogs/Foliocomplutense/4708.php#.VHix3YuG86U> (23 de noviembre de 2014).

zinc, según algunos autores (Ceres 2006), puede ser hidrolizado y usado en la elaboración de tintas y puede reaccionar como fotocatalizador en la oxidación de la celulosa. Pero lo cierto es que tal y como explicado en el apartado III.3 donde describimos las zonas experimentales realizadas, el color de la tinta se extrae este elemento es amarilla y no negra sino incorporamos una pequeña proporción de sulfato de hierro.

El hierro del que estamos hablando procede fundamentalmente de las tintas; sin embargo, se ha encontrado también hasta el 4% de este metal en el papel, procedente de su proceso de fabricación, ya sea por el agua utilizada, contaminantes externos o la maquinaria empleada (Dzinavatonga, Bharuth-Ram, and Medupe 2014).

No sólo debemos tener en consideración aisladamente estas reacciones químicas, sino otros factores que influyen de manera directa en los procesos de oxidación, como la presencia del oxígeno atmosférico -a pesar de que, según Penders et al. (Penders, Havermans, and Genuit 2001) la inexistencia de oxígeno puede inhibir pero no detener totalmente el deterioro de la celulosa, ya que con un 0,1% se produce la depolimerización (Rouchon, Durantou, Burgaud, Pellizzi, Lavédrine, Janssens, de Nolf, Nuyts, Vanmeert, and Hellemans 2011b)- o como la degradación térmica, la cantidad de tinta en cada trazo y el grosor y tipo de papel, y, muy importante, la presencia de ácido gálico que puede reducir el Fe (III)<sup>251</sup>.

---

<sup>251</sup> En relación a la incidencia de los taninos y los ácidos que contienen en la degradación de la celulosa, el grupo de investigación sobre tinta que se ha instaurado en Brasil, ha realizado una serie de estudios muy interesantes de la incidencia según el tipo de tanino empleado en la elaboración de la tinta. Como hemos comentado, la utilización de agallas en tierras americanas se

La hidrólisis de la celulosa supone la ruptura de los enlaces entre las moléculas de celulosa y la consiguiente depolimerización, por lo que el papel se oscurece, reduce sus propiedades mecánicas y tiene una menor capacidad de regeneración de los puentes de hidrógeno. Entre las causas principales del desarrollo de este deterioro se encuentra la acidez intrínseca del papel (si en el momento de fabricación se ha usado alumbre, sulfato de aluminio o colofonia), la humedad relativa y la temperatura ambiente, así como la humedad interna del papel, la presencia de ácido sulfúrico como subproducto de las tintas, y su grado de cristalinidad<sup>252</sup>; lo que viene acrecentado con el ácido sulfúrico producto de la reacción entre el ácido gálico y los iones de Fe(II) presentes en las tintas. Por tanto, estos dos procesos -oxidación e hidrólisis- tienen un "efecto espiral" ya que la oxidación de las tintas se produce en un medio ácido, favorecida en un papel con hidrólisis y, a su vez, puede producir más ácidos como el urónico, glucurónico, aldárico y glucárico, que aumentan este

---

vio pronto solapada con la de otras fuentes de taninos más cercanas. Una de las plantas más utilizadas son las vainas de la Tara (*Caesalpinia Spinosa*), cuyos taninos son hidrolizables y los ácidos galotánico y tánico están presentes y forman complejos con los iones de hierro, que luego oxidan con el oxígeno; por otro lado, los taninos condensables de la acacia, por ejemplo, aumentan el deterioro del papel porque disminuye el número de complejos con los iones de hierro, ya que tienen una naturaleza quelante y hace que el hierro y el cobre se precipiten.

da Costa, Antonio CA, Nazareth F da Fonseca, Sheyla S de Carvalho, Fernanda CSC dos Santos, Luana Barki, Denise S de Freitas, Marcelo H Herbst, and Márcia TS Lutterbach. 2013. "Archaeometric investigations on naturally and thermally-aged iron-gall inks using different tannin sources." *Central European Journal of Chemistry* 11:1729-1739.

<sup>252</sup> Estructura compacta respecto a las zonas amorfas, menos orientadas y más propensas a ser degradadas.

proceso de hidrólisis (Poggi, Toccafondi, Melita, Knowles, Bozec, Giorgi, and Baglioni 2014).

Una vez descritos los problemas fundamentales de conservación de los manuscritos, vamos a realizar un breve resumen de las causas –intrínsecas y extrínsecas- que pueden desencadenar los procesos de oxidación e hidrólisis y que no solo están relacionadas con las tintas sino que también afectan elemento sustentante, el papel, que va a tener una importancia relevante.

#### **a) Causas intrínsecas**

En cuanto a la tinta, la proporción entre los sus componentes básicos -taninos y sulfato de hierro- es una circunstancia determinante. Como ya hemos mencionado, el hecho de que las tintas estén desbalanceadas hacia uno u otro componente en exceso, va a generar y acelerar la oxidación y el deterioro de la celulosa. Se consigue un producto más denso y más oscuro cuanto mayor es la presencia de ácido gálico, pero este balanceo positivo hacia los taninos hace que dicho ácido pueda llegar a "carbonizar" los elementos orgánicos. Sin embargo, en las tintas claras y con poca cantidad de ácido gálico, este puede incluso desaparecer con el tiempo, lo que podría mejorar su conservación (Espadaler 1995).

La naturaleza de la fuente de taninos resulta fundamental en los procesos de deterioro. Ya hemos visto la incidencia del ácido gálico, pero además, el hecho de que los taninos utilizados en la solución sean hidrolizables o condensables va a condicionar una parte del proceso de deterioro: los primeros tendrían una respuesta más estable



frente a los segundos que presentan una reacción menor con el hierro y contribuyen a la formación de agregados en la superficie del papel.

La goma que generalmente se añade al final del proceso de fabricación "a través de las sustancias mucilaginosas que posee, eleva el grado de viscosidad de la mixtura y contribuye a la optimización del precipitado evitando la formación de depósitos" (Ruiz García 2002) y provoca un aumento del pH<sup>253</sup> (Espadaler 1995). Mientras que algunos autores defienden que es un leve protector del deterioro (Ursescu, Malutan, and Ciovisa 2009), otros (Rouchon et al. 2011c) aseguran que no interfiere en los mecanismos de degradación ni en los fenómenos de oxidación de la tinta. Remaizelles ha estudiado en profundidad este componente y concluye que limita la degradación de la celulosa, ya que los ejemplos de tinta con goma arábiga -sometida a leve envejecimiento acelerado- resisten mejor la oxidación del papel; además, los iones de hierro libres encapsulados en la goma no pueden estar involucrados en la oxidación de la celulosa (Remaizelles et al. 2005). Sin embargo, tenemos un ejemplo cercano en el que este componente no se utilizó -si confiamos en los datos ofrecidos en la fuente documental- y su estado de conservación es bastante bueno; se trata del legajo 2690 del Archivo de la Catedral de Valencia (figura 155). Conocemos el celo con que la Catedral de Valencia ha custodiado sus documentos desde su fundación; sin embargo, muchos de ellos revelan un importante deterioro en la caja de escritura, con numerosas perforaciones

---

<sup>253</sup> Hemos podido comprobar al reproducir algunas recetas que el pH inicial de una tinta realizada con las agallas 3 días macerando en vino es de 2.94 y después de añadir el vitriolo y la goma el pH sube a 4.95.

e incluso pérdidas de soporte, por lo que, suponiendo que las condiciones de conservación han sido similares a todos ellos, podríamos suponer que la buena conservación de este legajo va ligada a la composición del papel genovés (que tenemos documentado por la filigrana), así como a los elementos sustentados únicamente. Hemos explicado en el inicio de este trabajo al hablar de las fuentes, que tenemos noticia de la utilización de agua de mirto de Mallorca en la elaboración de las tintas de este período concreto (1701-1707). Desconocemos, pero es una vía actual que tenemos abierta de estudio, si éste componente podría ser parte activa de deceleración en los procesos de la oxidación de la tinta y la hidrólisis de la celulosa.

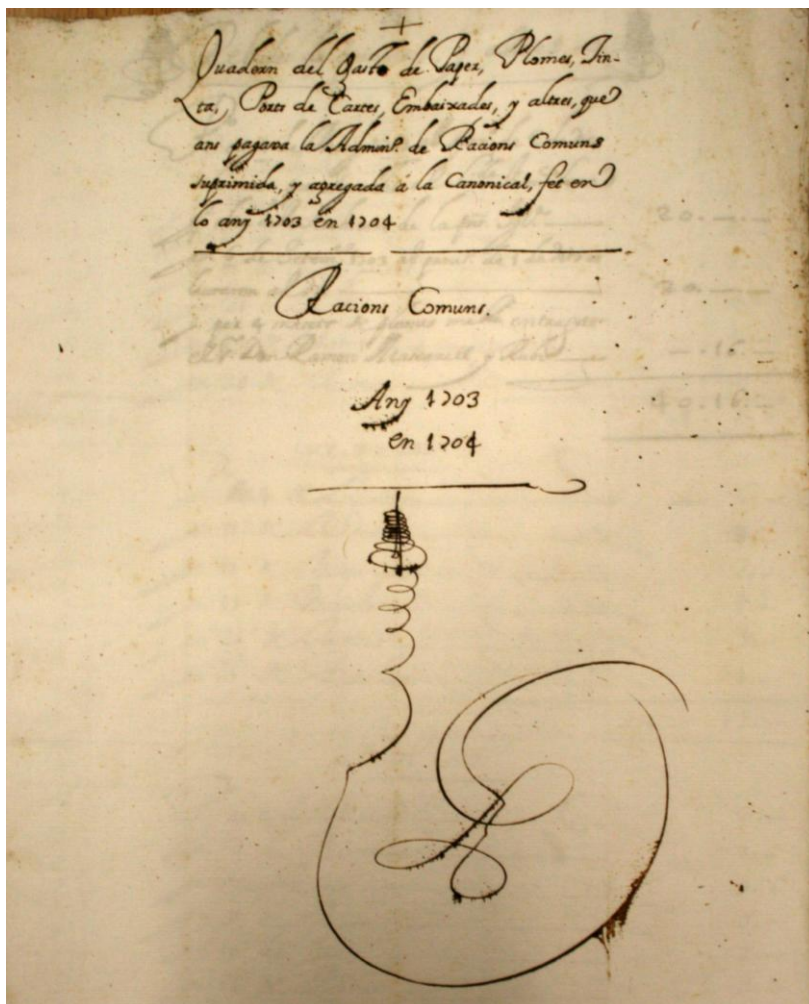


Figura 155: Cuadernillo perteneciente al legajo 2690 del Archivo de la Catedral de Valencia en el que se registran las compras del material de escritorio y entre las cuales nunca se menciona la goma, aunque no se puede descartar con seguridad su uso.

La acidez de otros aditivos de la tinta como el vino o el vinagre, que tienen un pH de base muy ácido -en torno a tres-, acelera los procesos de hidrólisis y oxidación.

El tiempo transcurrido desde la fabricación a la manipulación de la tinta interfiere en los mecanismos de deterioro de la misma por oxidación, ya que aquella recién preparada está menos oxidada y tiene mayor poder de penetración que la tinta en estado férrico que se deposita más superficialmente en el papel (figura 156). A mayor penetración, mayor deterioro.

La tensión superficial de las tintas también condiciona su penetración en el papel, tal como se desprende de los estudios de James (James 2000); pero queda pendiente una investigación sobre este aspecto distinguiendo entre tintas elaboradas con agua y tintas elaboradas con vino, con el fin de determinar sus diferencias.

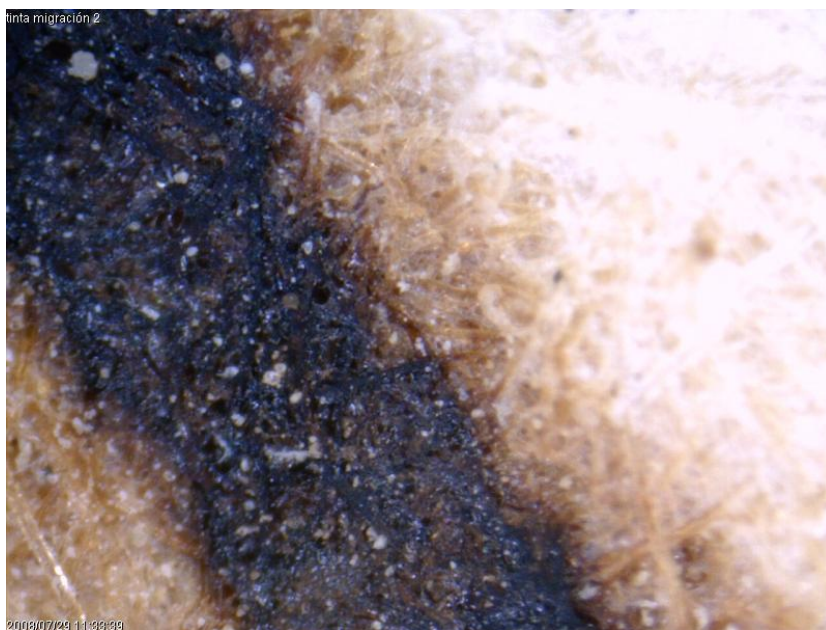


Figura 156: Detalle de trazo de tinta visto con el microscopio óptico en el que se observa el nivel de penetración en las fibras de papel.

De igual modo, tanto la cantidad de tinta, el grosor del trazo o el instrumento utilizado para escribir determinan el estado de conservación del documento. A mayor acumulación de tinta en un punto, más acusado es el deterioro, sí como por el empleo de plumillas metálicas frente a las fabricadas con plumas de aves (figura 157), que inciden con menor profundidad en las fibras del papel (figura 158).

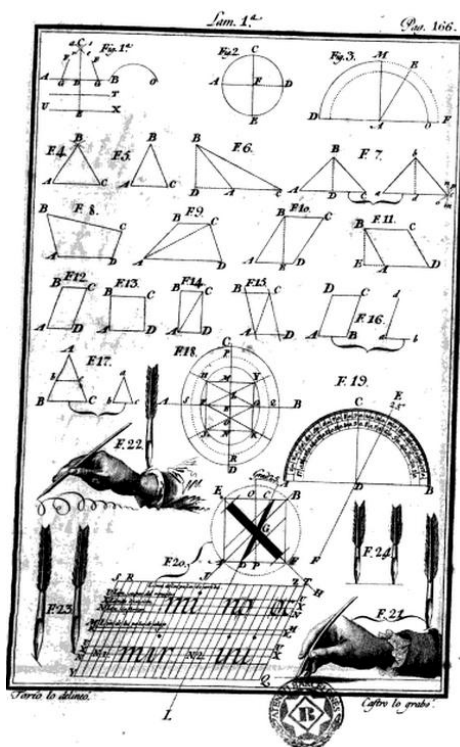


Figura 157: Ilustración del corte de la pluma que aparece en la página 166 del libro de Torquato Torío de la Riva, *Arte de escribir por reglas y con muestras* (1898, imprenta de la Viuda de Ibarra)<sup>254</sup>.

<sup>254</sup> Fotografía tomada de <https://books.google.es/books?id=BaS4gcwhXw0C&printsec=frontcover&dq>



Figura 158: Plumilla de plata para escribir (siglo XIX). Colección particular.

Pero la tinta no es un elemento exento, sino que debe conjugarse y estudiarse con el soporte de papel y pergamino sobre el que se aplica. En este caso incidiremos en los problemas que puede ocasionar el papel ya que nuestro objeto de estudio son las tintas sobre este soporte celulósico; cabe señalar que, a pesar de la creencia común de que los pergaminos resisten mucho mejor a la acción de estos elementos sustentados, también padecen importantes problemas que trataremos en otra ocasión (figura 159).



Figura 159: detalle de un pergamino deteriorado por microorganismos y con problemas, entre otros, de consolidación de las tintas metalogálicas. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

El primer elemento a tener en cuenta es el tipo de fibras con las que se elabora el papel. En la Comunidad Valenciana quedan todavía numerosos ejemplos de papeles hechos a mano en la época andalusí, con unas particularidades especiales que los diferencian de los papeles de trapos de fabricación posterior. Se elaboran a partir de pasta de lino y cáñamo sobre una forma poco tensada y estructurada y se diferencian claramente de los de trapos porque sus fibras están menos machacadas y son evidentes las hebras de hilo en los bifolios; además son de un grosor superior a los papeles fabricados al estilo italiano y generalmente están aprestados con almidón. El hecho de que el papel sea más grueso, las fibras naturales de buena calidad y el almidón sea un adhesivo de gran estabilidad, confieren a este tipo de papel una protección especial ante la degradación por oxidación de las tintas metalogálicas. Sin embargo, el poder de corrosión de éstas tiene de por sí un amplio alcance y, aunque en menor medida, también afecta al papel andalusí. Son habituales los corrimientos o migración de la tinta alrededor del trazo de escritura (figura 170), e incluso las perforaciones de las tintas más oscuras (figura 171).

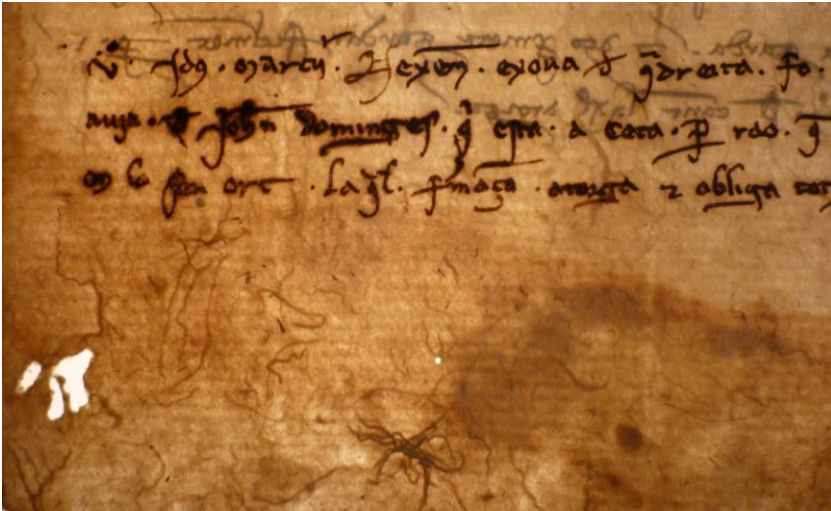


Figura 170: Ejemplos de migración de tinta alrededor del trazo en un papel andalusí. Fotografía con luz transmitida realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R

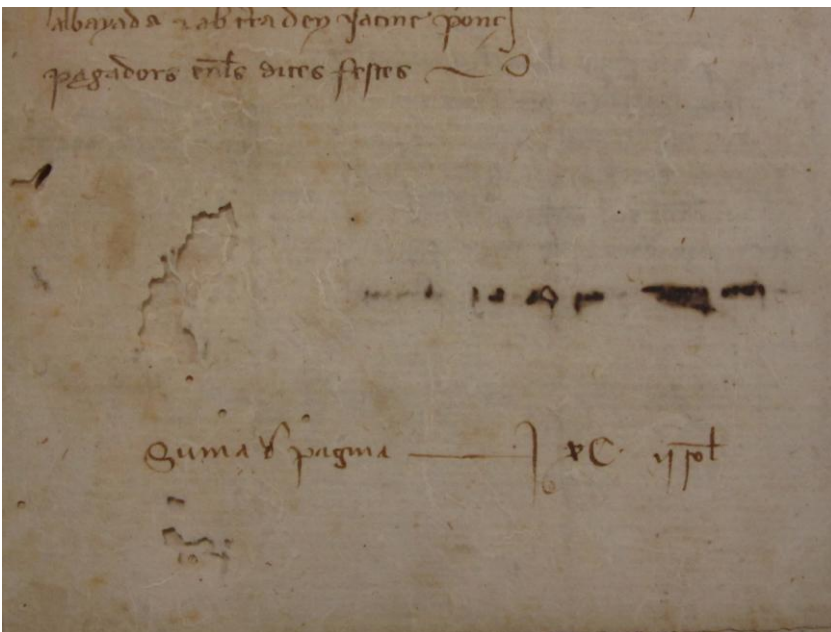


Figura 171: Ejemplo de perforación del soporte de una tinta más oscura, en un papel andalusí. Fotografía con luz rasante realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R .



En la Corona de Aragón se produce una transición bastante dilatada en el tiempo en la que se emplea tanto el papel andalusí, como otro que podemos llamar «de transición», en el que los fabricantes introducen algunas novedades en el proceso de elaboración que propician un desfibrado de mayor calidad y un satinado excelente del producto gracias a una gruesa y bruñida capa de almidón (figura 172). En la Comunidad Valenciana se inicia a partir del siglo XIII este proceso de cambio progresivo con algunas de las mejoras que los papeleros italianos introducen. Aunque los papeles de los siglos XIII-XIV son generalmente los mejor conservados de nuestro territorio, también presentan ciertas señales de deterioro (figura 173).

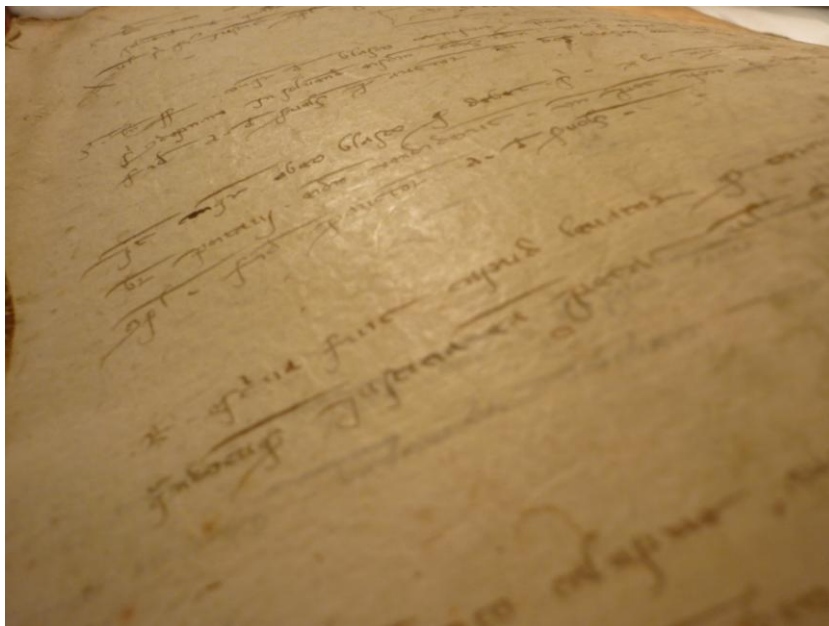


Figura 172: Papel andalusí con el brillo característico del apresto de almidón. Fotografía con luz rasante realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

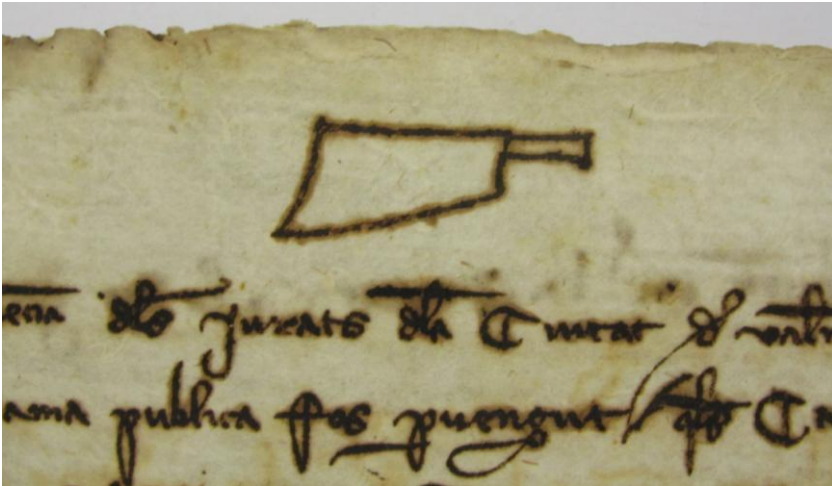


Figura 173: Ejemplos de migración de tinta alrededor del trazo en un papel "de transición". Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R .

El siglo XV marca el comienzo del manejo del papel italiano. La utilización de molinos construidos expresamente para este fin y la disposición de nuevos sistemas a base de martillos de madera accionados hidráulicamente, consiguen un papel mucho más fino. Además, habrá cambios importantes en la *forma* como la regularidad de su verjura -generada por los puntizones y corondeles metálicos- y la aparición de la filigrana. El encolado de estos documentos es, por lo general, de gelatina. Según varios autores esta sustancia consigue aislar el papel de los contaminantes y es capaz de formar complejos de hierro libre impidiendo que este migre y catalice la oxidación de la celulosa (Kolar 2006; Kolbe 2004; Reissland 2000). No obstante, así como en la etapa anterior el bruñido del almidón y su espesor eran notorios, la capa de gelatina en los libros de los siglos XVI y XVII es de menor grosor. En la documentación

manejada para la realización de este trabajo se ha observado que los libros manuscritos en peor estado corresponden, por lo general, al periodo de mediados del siglo XV hasta inicios del XVII (figura 174).



Figura 174: Ejemplo del estado de conservación de un manuscrito de archivo del siglo XVI, realizado sobre un papel tipo italiano y escrito con tintas metalogólicas. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R .

Los aprestos de alumbre y colofonia se añaden a partir de los siglos XVII y XIX, respectivamente. Ambos suponen un exceso de acidez en el papel que desencadena con más velocidad los procesos de hidrólisis ácida y oxidación.

A partir de 1844 se empiezan a utilizar las pastas procedentes de madera para la elaboración de papel. La lignina que contienen estas fibras madereras liberan, entre otros,

peróxido de hidrógeno y ácidos fórmicos, butílico, acético y propanoico, que desencadenan la hidrólisis ácida de la celulosa.

Ya hemos avanzado la importancia del grosor del papel, y faltaría por especificar la carga y nivel de penetración de la tinta. Por lógica, a más carga y más penetración más posibilidades tiene la tinta de degradarse. En las letras iniciales suele darse el fenómeno que se observa en la figura 175, quedando vacías de soporte en la parte interior.



Figura 175: Ejemplo de deterioro extremo del soporte por exceso de tinta en las iniciales de un texto manuscrito. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R .

Por último mencionaremos las impurezas intrínsecas del proceso de fabricación del papel. Se producen, por ejemplo, con el uso de la *pila holadesa*, que aunque facilita un mejor desfibrado, desprende impurezas metálicas, oxigena más las fibras y las predispone a un mayor deterioro. También influye la utilización del blanqueo con cloro a partir del siglo XVIII, que

acelera notablemente el proceso de hidrólisis ácida de la celulosa.

#### **b) Causas extrínsecas**

La humedad relativa acelera los procesos tanto de hidrólisis ácida de la celulosa como de oxidación de las tintas de escritura. Una humedad relativa alta desarrolla las reacciones químicas porque, además, hincha las fibras, deforma el papel y da acceso a iones libres. También favorece la penetración de oxígeno y de gases activos. Si por el contrario la humedad relativa es demasiado baja, se produce la rotura de enlaces moleculares. Pero lo más contraindicado para la conservación de libros manuscritos son los cambios bruscos de humedad relativa ya que, además de las consecuencias descritas, provoca la cristalización de la celulosa, la pérdida de resistencia y en especial del papel y la caída del pH, y en consecuencia hace a estos objetos mucho más sensibles a los procesos de deterioro. Sin embargo, algunos autores creen que no existe relación directa entre el impacto de la humedad relativa y el deterioro del papel según las probetas analizadas (Rouchon et al. 2011b).

La temperatura interviene sobre todo en relación a la humedad más que por su efecto directo. Lo más alarmante puede ser una temperatura alta ya que supone el aumento de energía de activación de las reacciones y químicas.

La luz actúa de forma acumulativa y puede hacer desvanecer las tintas (figura 176). Los fotones chocan con las moléculas y, si la energía tiene un potencial suficiente, produce daños químicos irreversibles. Para que se rompa una molécula hacen falta 100 Kj/mol; la luz ultravioleta tiene 150 Kj/mol y la

luz infrarroja entre 240 y 300 KJ/mol, de ahí la importancia de preservar estos libros durante los periodos expositivos. El deterioro es más acusado en las tintas con un exceso de sulfato de hierro (Reissland and Cowan 2002).

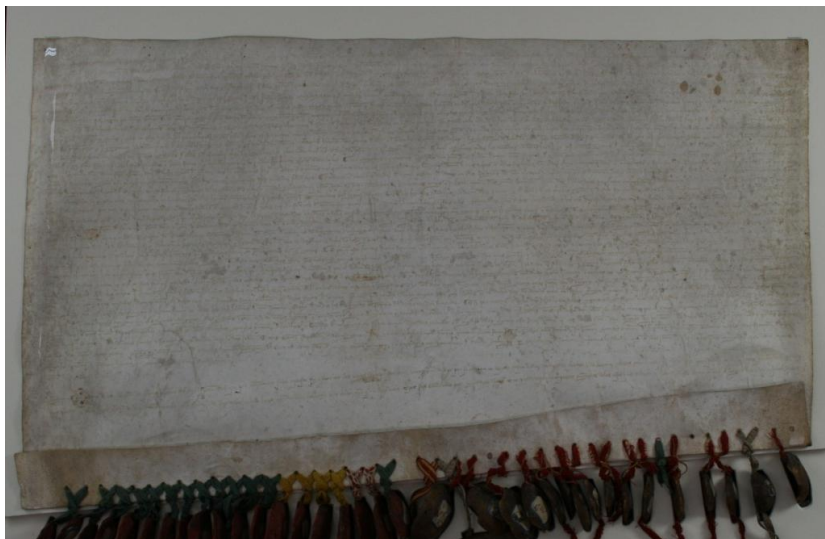


Figura 176: Ejemplo de pergamino expuesto a la luz con desvanecimiento casi total de las tintas. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

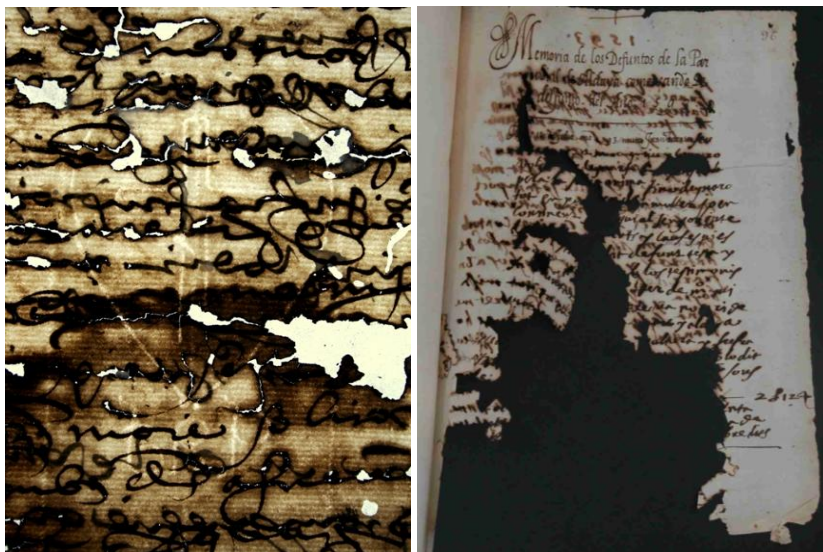
La calidad del aire y, sobre todo los contaminantes atmosféricos, aceleran la hidrólisis ácida y la oxidación; elementos como el oxígeno, el ozono, pasando por los bióxidos de carbono, nitrógeno y sodio, entre otros, estimulan las reacciones químicas de la celulosa y de las tintas.

La acción del hombre también puede contribuir al buen o mal estado de la tinta. Por ejemplo, un almacenamiento incorrecto puede hacer que unos manuscritos sufran un exceso de humedad; o una exposición prolongada que las tintas se decoloren.

### 4.3.3. Tipología de daños

A partir de los procesos de oxidación e hidrólisis que deterioran tintas y soportes, cuyas causas acabamos de exponer, conservadores y restauradores se enfrentan a una amplia tipología de daños en los manuscritos.

**PERFORACIÓN:** el nivel de oxidación de las tintas se suma al proceso de hidrólisis de la celulosa donde las cadenas se rompen en los puntos más débiles; las fibras del papel se quebrantan debilitándolo en las zonas de mayor concentración de tinta, hasta llegar a desaparecer fragmentos del soporte (figuras 177, 178 y 179).





Figuras 177, 178 y 179: distintos niveles de perforación del soporte por oxidación de las tintas y la hidrólisis ácida de la celulosa. Fotografías tomadas durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.



**RASGADOS POR FRAGILIDAD:** del mismo modo que en el caso anterior, el proceso avanzado de oxidación de las tintas provoca un debilitamiento en las cadenas de la celulosa y la rotura de las fibras por la acidez que soporta el papel (figuras 180 y 181).

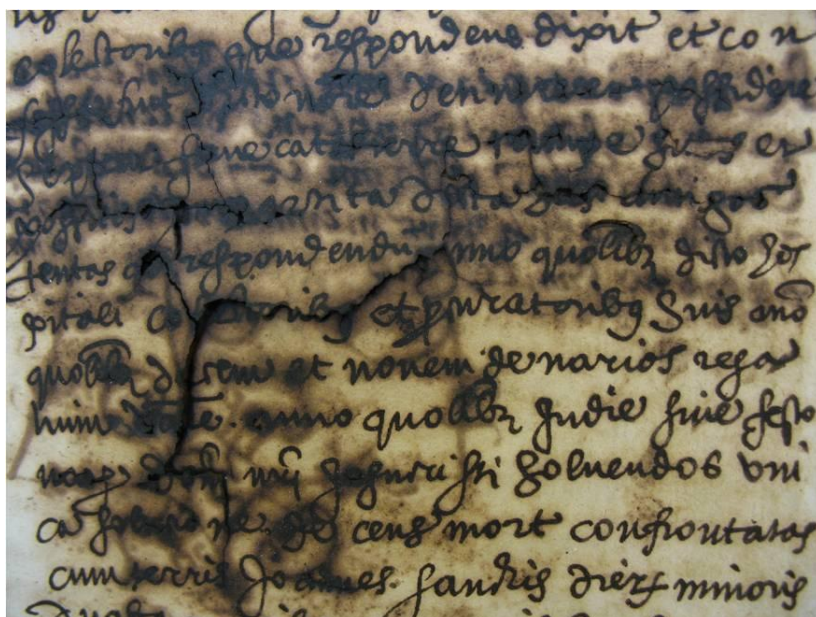


Figura 180: Ejemplo de rasgados en el papel en las zonas con mayor carga de tinta que, a consecuencia del avanzado estado de oxidación, aceleran la hidrólisis y la depolimerización de las cadenas de celulosa, y la rotura de las fibras vegetales que componen el papel. Fotografías tomadas durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

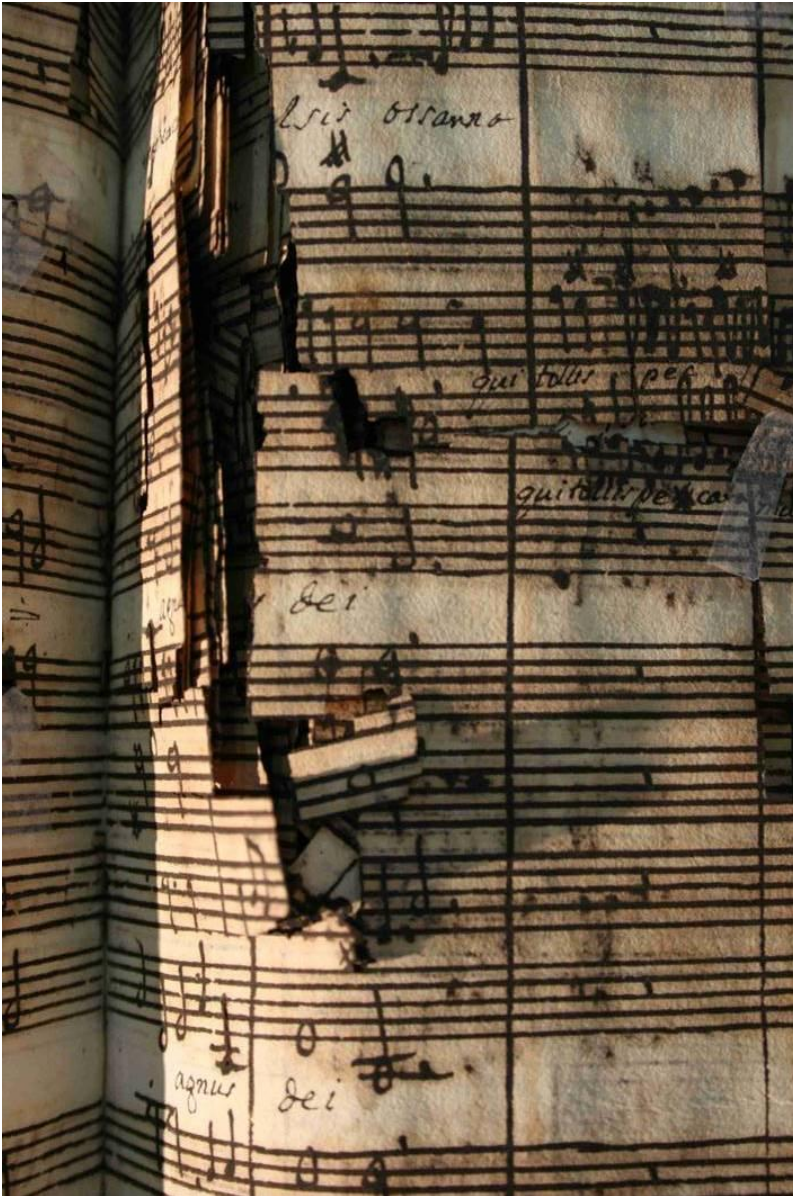


Figura 181: Ejemplo de rasgados en el papel en las zonas con mayor carga de tinta que, a consecuencia del avanzado estado de oxidación, aceleran la hidrólisis y la depolimerización de las cadenas de celulosa, y la rotura de las fibras vegetales que componen el papel. Fotografías tomadas durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

**HALOS BLANCOS:** con un aporte excesivo de humedad, parte de los componentes solubles de las tintas migran hasta dejar un halo marrón en su recorrido, y sobreviene una migración de sales a la superficie de la tinta que hacen que ésta adquiera un color blanquecino (figuras 182 y 183).

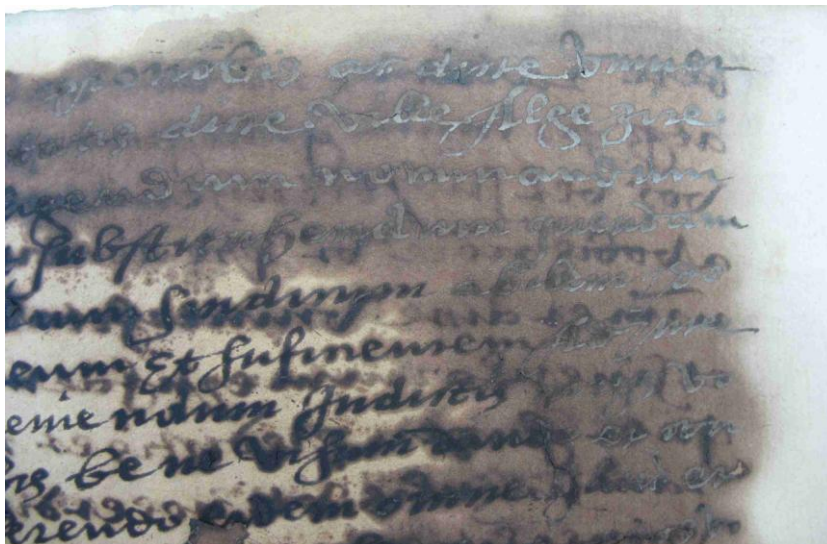
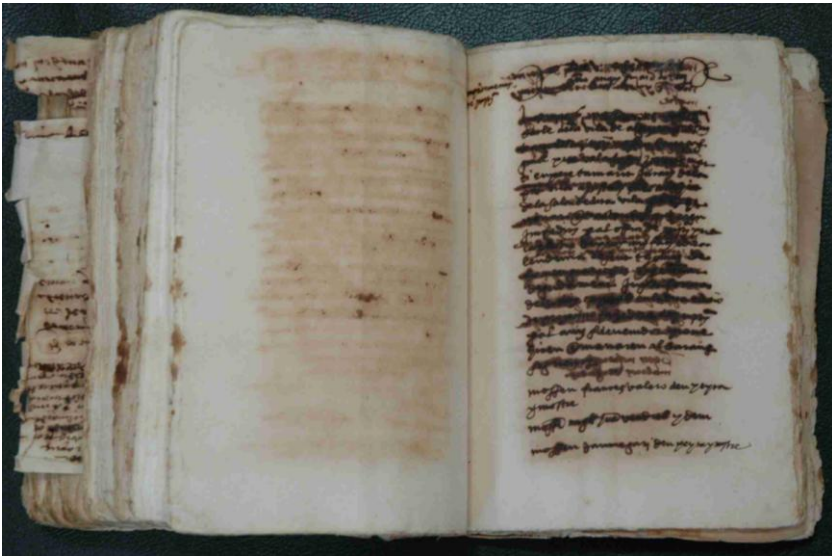
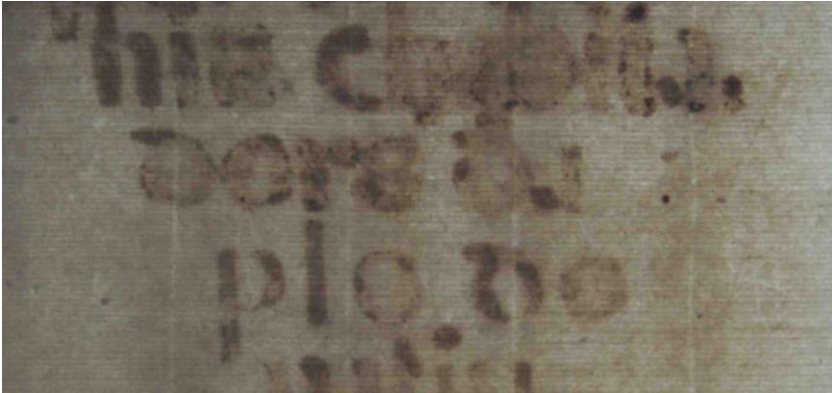


Figura 182: Ejemplo de formación de sales en la superficie de las tintas por un aporte excesivo de humedad, lo que provoca una apariencia blanquecina de las mismas. Fotografías tomadas durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.



Figura 183: Ejemplo de formación de sales en la superficie de las tintas por un aporte excesivo de humedad, lo que provoca una apariencia blanquecina de las mismas. Fotografías tomadas durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

**TRASPASO:** el proceso de oxidación y migración de iones de hierro en la superficie del papel puede provocar el «traspaso» del escrito de una página a la contigua o la anterior, como en las figuras 184 y 185.



Figuras 184 y 185: Ejemplo de traspaso de las tintas de un soporte al contiguo por la migración de iones de hierro y el proceso de oxidación. Fotografías tomadas durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

**MIGRACIÓN FUERA DEL TRAZO:** la calidad del solvente, el mordiente de la tinta, la utilización o no de goma arábiga y su cantidad, así como la naturaleza de las fibras del papel y, sobre todo, el apresto, hace que la tinta se expanda más allá del trazo (figura 186).



Figura 186: Ejemplo de un dibujo explicativo en el lateral de un volumen de contabilidad, escrito sobre papel andalusí, con un débil apresto de almidón cuya pobre calidad influye en la migración de la tinta más allá del trazo haciéndolo impreciso. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

**MIGRACIÓN AL OTRO LADO DEL SOPORTE:** por causas similares al caso anterior, y, sobre todo por la calidad de la tinta y el grosor del papel, se produce un traspaso completo del anverso al reverso y viceversa, llegando incluso a confundir la lectura como en la figura 187; en el caso del papel andalusí, al tratarse de un papel de mayor grosor, la tinta traspasa al reverso pero no revierte en el anverso (figura 188).

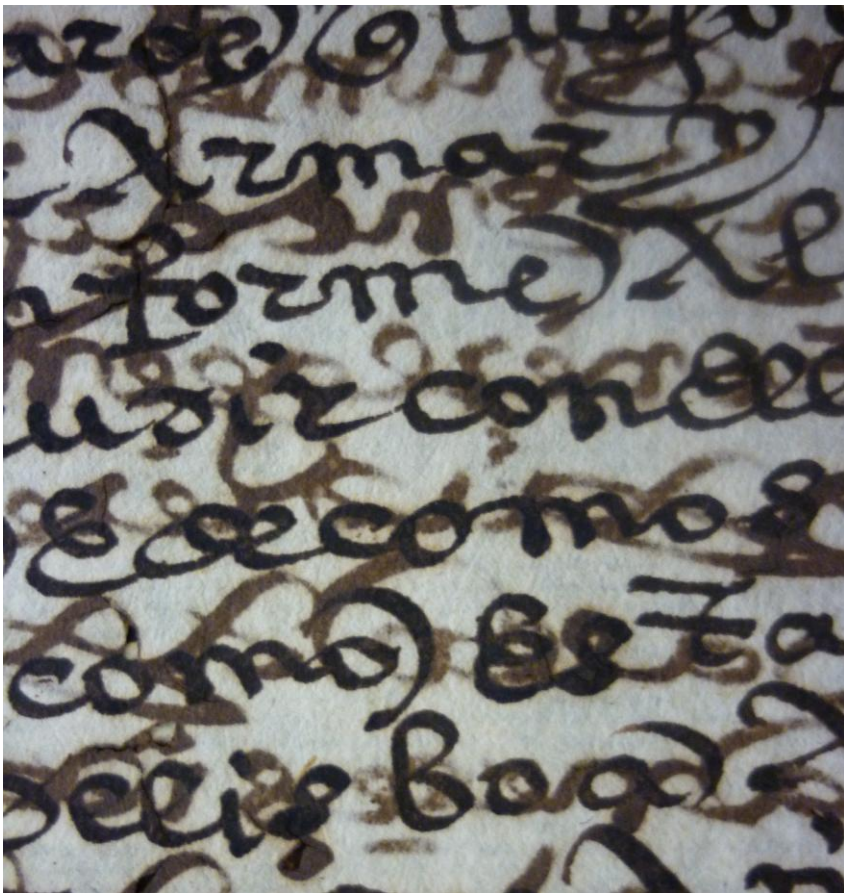


Figura 187: Ejemplo de un papel de factura italiana, del siglo XVI, donde la tinta ha traspasado de tal modo a ambos lados del papel que obstaculiza la lectura. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

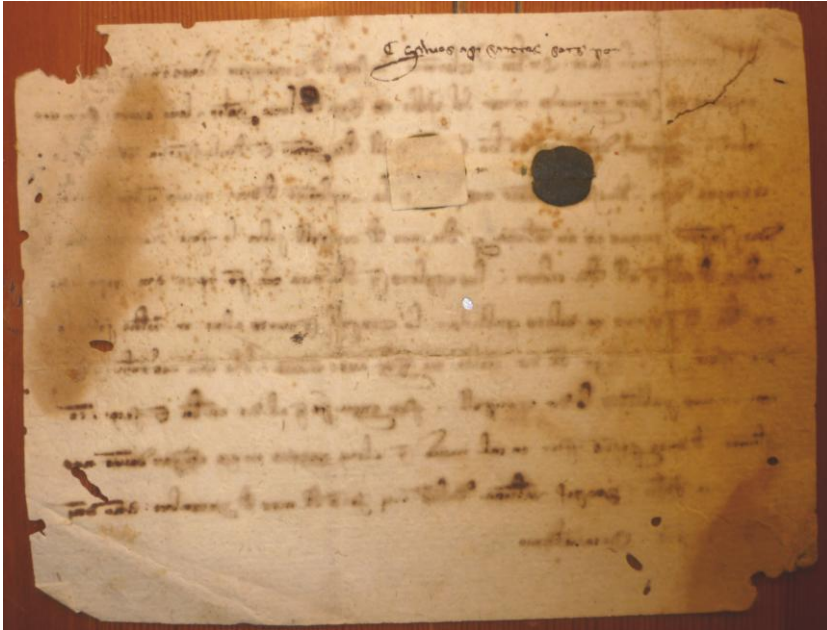


Figura 188: Ejemplo de época escrita sobre papel andalusí del siglo XIV en el que la tinta ha traspasado al reverso pero, dado el grosor y las características de este tipo de soporte, no revierte en el anverso y permite la lectura del mismo. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.



**MANCHAS EN EL PAPEL:** a menudo, el mero acto de escribir provoca manchas en el papel; pero otros factores, como un exceso de disolvente, la carencia de apresto en una zona, o una presencia de grasa en el soporte, pueden provocar manchas en la caja de escritura como la que se muestra en la figura 189, donde, además del corrimiento de la tinta al borde del trazo, se observa una zona donde el halo es mayor.

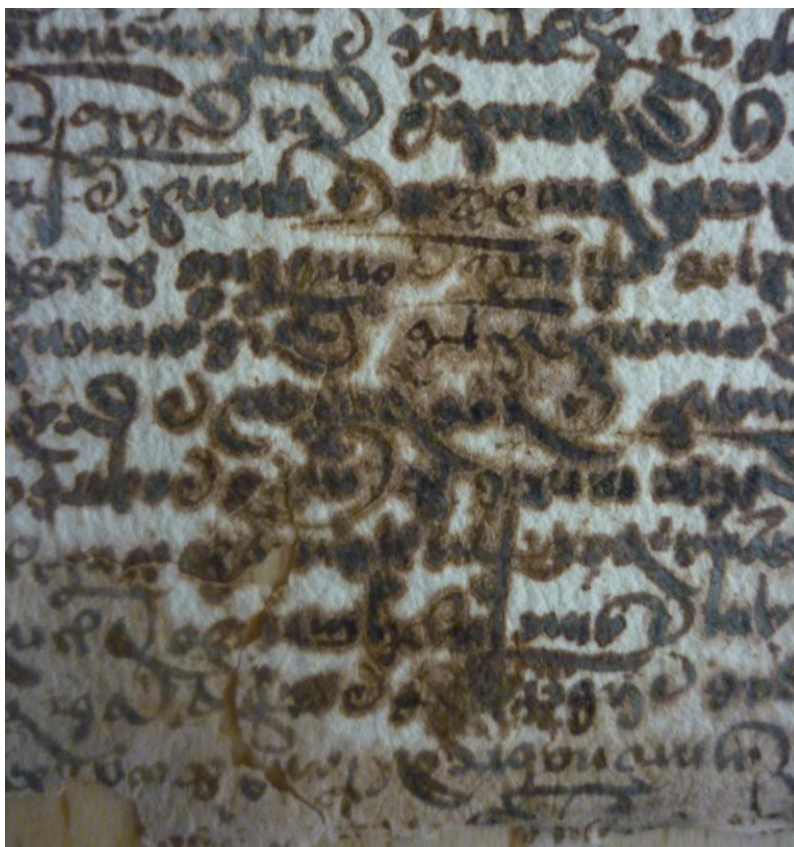


Figura 189: Ejemplo de mancha de tinta provocada por una migración parcial en el papel. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

**CAMBIO DE INTENSIDAD:** como hemos venido comentando, la tinta se elaboraba manualmente por parte del escribano, por lo que es frecuente encontrar diferentes tonalidades en documentos tales como registros o libros de cuentas, en los que era habitual el cambio de mano o a la escritura en varias fases. Así, la coexistencia de tintas con distinto grado de equilibrio en sus componentes se refleja a lo largo del documento con sucesivos cambios de intensidad en el color (figura 190).

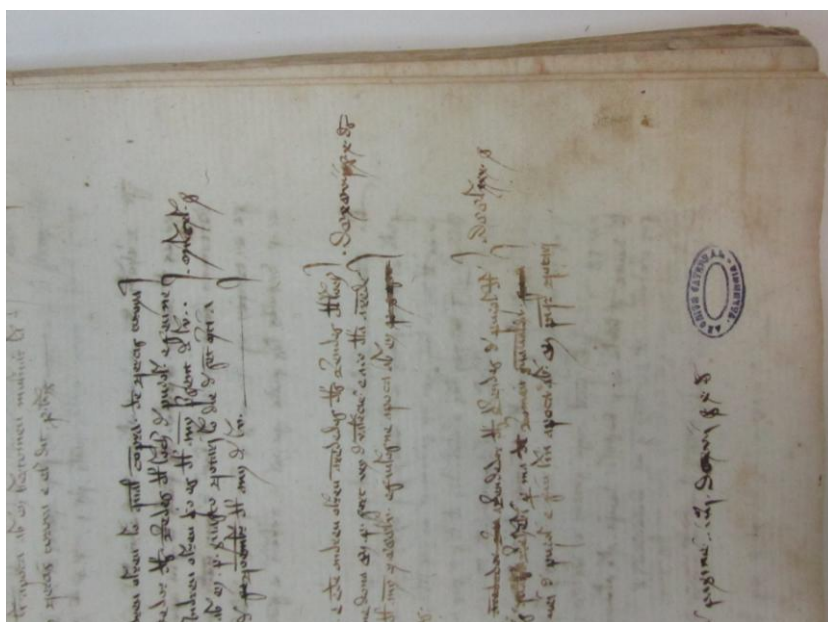


Figura 190: Ejemplo de una manuscrito del siglo XV con diferente intensidad del color de la tinta que puede deberse al empleo de tintas de distinta formulación y balance, o a que alguno de los componentes haya provocado una conservación diferente en el tiempo. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

**DECOLORACIÓN POR HUMEDAD:** a pesar de que las tintas metalogánicas no son solubles *per se*, sí lo son en mayor o menor medida algunos de sus componentes, como los taninos hidrolizables o la goma arábica; por eso, si la humedad es excesiva y el papel llega a humectarse más del 200%, puede suceder que los elementos solubles hagan palidecer la intensidad de la tinta como en la figura....En este caso, además, la proliferación de microorganismos provoca una humedad relativa más alta en el papel y contribuye a un deterioro más acusado de la tinta y el soporte (figura 191).



Figura 191: Ejemplo de solubilización de los elementos hidrolizables de las tintas y consiguiente pérdida de intensidad en un dibujo encontrado entre las hojas de un manuscrito de archivo. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

**DECOLORACIÓN POR MICROORGANISMOS:** las colonias de microorganismos, asociadas a cambios de humedad, alteran las propiedades de la celulosa y de los componentes más sensibles de las tintas produciendo alteraciones como se aprecia en la figura 192.



Figura 192: Ejemplo de manuscrito de inicios del siglo XV muy deteriorado por la acción de los microorganismos. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

**SOLUBILIDAD:** como venimos advirtiendo, la diferente composición de las tintas y los elementos empleados en su elaboración varían de una a otra. Este hecho hace que la tinta tenga más o menos capacidad de solubilizarse total o parcialmente con un aporte directo de agua. A continuación presentamos dos ejemplos muy distintos; en el primero se advierte una tinta disuelta parcialmente en una mancha de humedad que a su vez se ha colorado por la disolución de los componentes hidrolizables (figura. 194); y en la segunda observamos cómo el mismo fenómeno de aporte directo de agua sobre la escritura no supone ningún movimiento de las tintas, no se advierte un cambio de intensidad ni corrimiento de las mismas (figura 193).

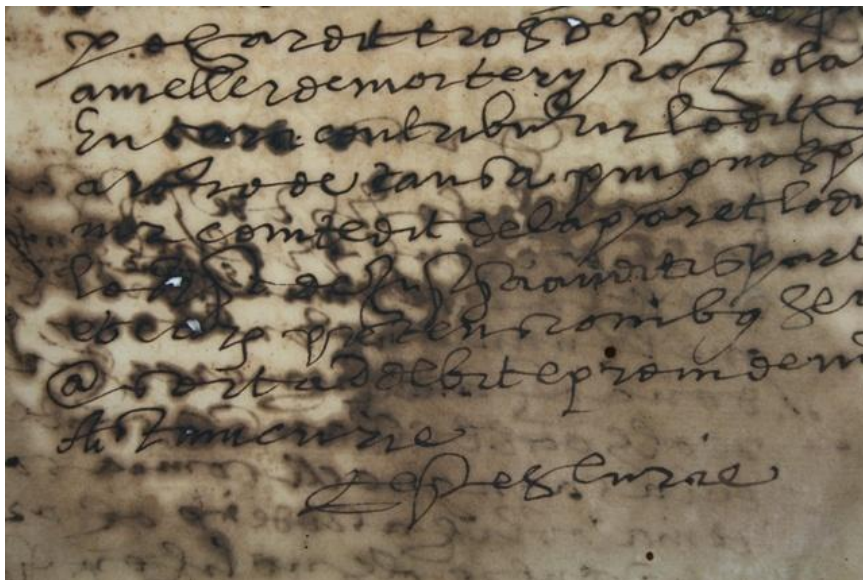


Figura 193: En esta fotografía se advierte la no alteración de la tinta ante un aporte directo de agua sobre el papel. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

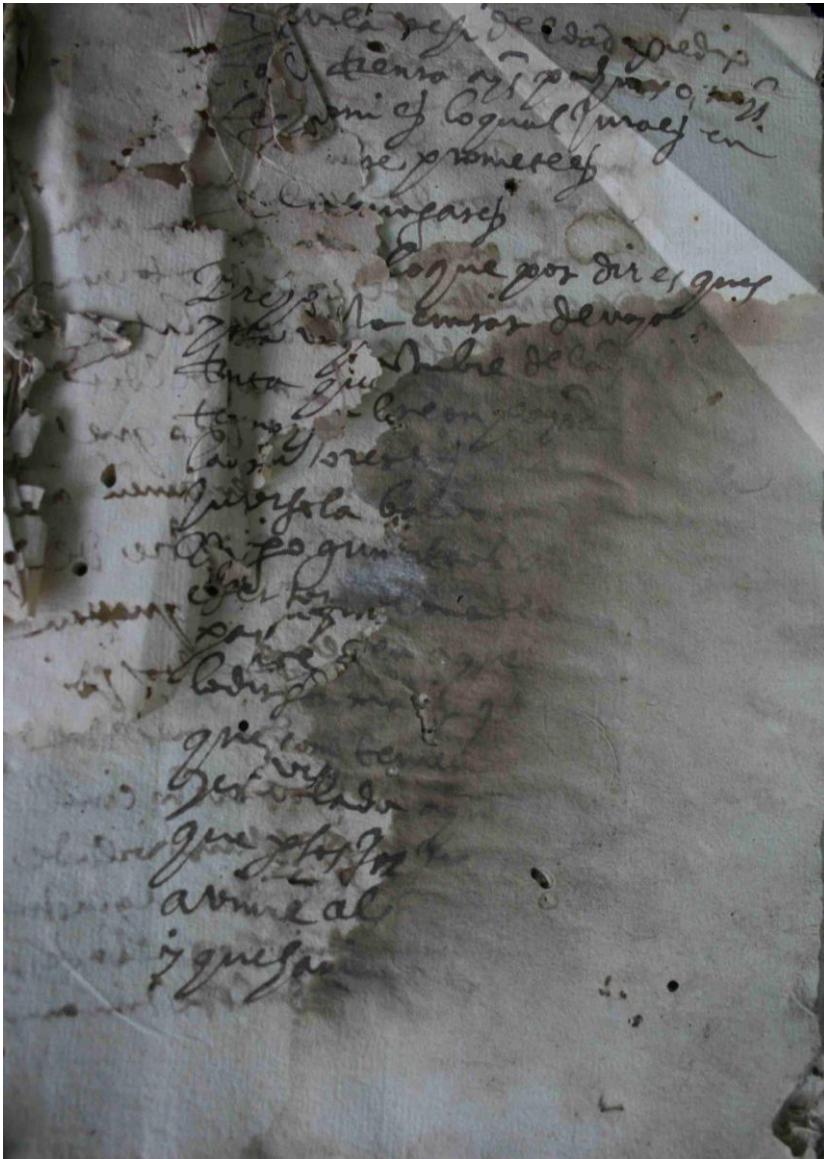
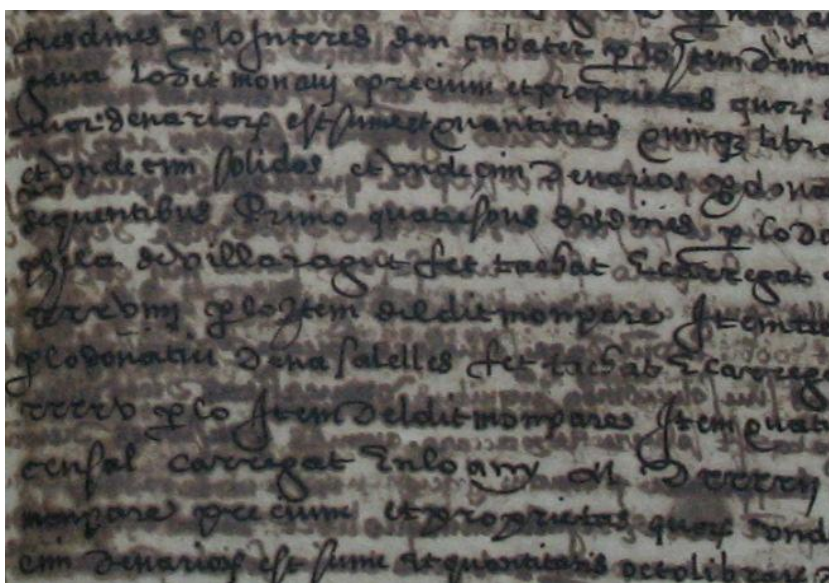


Figura 194: Disolución parcial de la tinta metalográfica ante un aporte directo de agua. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

**SANGRADO:** la migración parcial de los componentes de la tinta más allá del trazo se denomina frecuentemente en la bibliografía como «sangrado» debido al efecto resultante y la coloración sepia. En las siguientes imágenes se observan varios niveles de sangrado o migración de las tintas (figuras 195 y 196). Influye, como es lógico en este proceso, tanto el grosor como el tipo de apresto del papel.



Figuras 195 y 196: Ejemplos de sangrado de las tintas a diferentes niveles según la intensidad de la misma, el grosor del papel y el tipo de encolado. Fotografía tomada durante los procesos de intervención de manuscritos en CulturArts IVC+R.

**FORMACIÓN DE CRISTALES EN SUPERFICIE:** un exceso de sales metálicas provoca sobre la superficie la formación de sales de calcio, potasio, oxalatos de hierro, sulfato y carbonato de calcio, y sulfato ferroso (figura197).

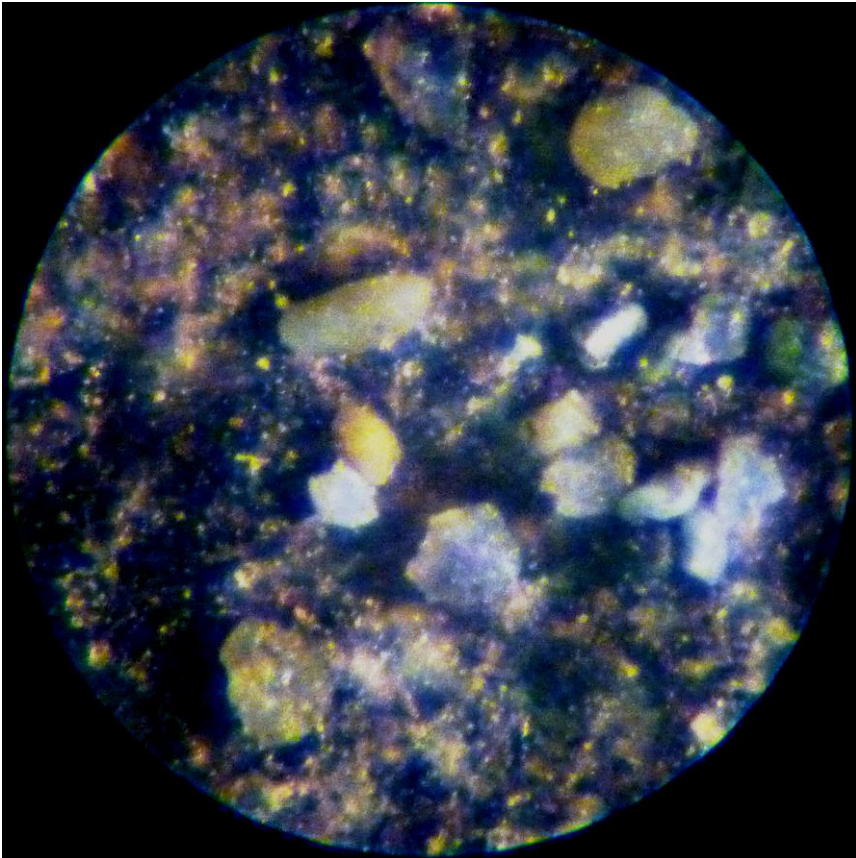


Figura 197: vista con la lupa binocular de la formación de sales de calcio, potasio, oxalatos de hierro, sulfato y carbonato de calcio, y sulfato ferroso sobre la superficie de la tinta como consecuencia del exceso de sales orgánicas.



**RESTOS DE SECANTE:** los escribanos utilizaban arenas y otros elementos para secar la tinta después de escribir. La salvadera solía contener arena rica en silicatos que, en ocasiones, se adhieren a la tinta todavía mordiente y quedan visibles en superficie como muestran las fotografías realizadas con macro (figura 198) y lupa binocular (figura 199).



Figura 198: fotografía macro de tintas metalográficas que conservan parte de los cristales, muy probablemente de silicatos del secante adheridos en superficie.

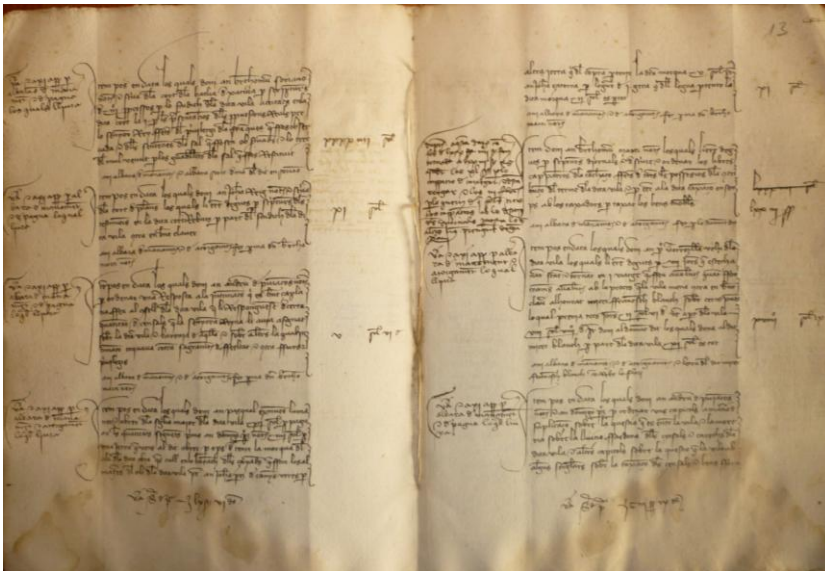


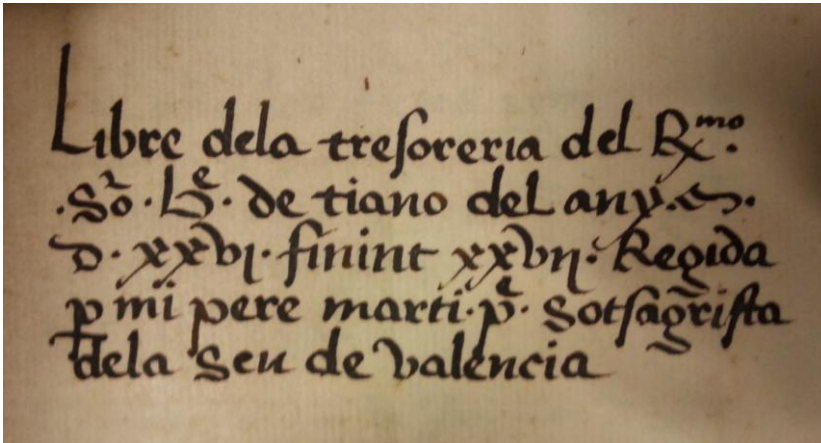
Figura 199: fotografía realizada con lupa binocular en la que se advierten cristales, muy probablemente de los silicatos del secante adheridos en superficie.

#### 4.3.4. Ejemplos dispares de conservación: Valencia versus Quito (Ecuador) y Mequinez (Marruecos).

##### a) Ecuador:

Hemos hablado de los problemas de conservación de las tintas de los archivos valencianos, aunque también es cierto que se custodian ejemplares en un estado casi perfecto (figuras 200 y 201). En una reciente visita al Archivo Nacional de Ecuador solicitamos permiso para obtener muestras de tinta de los manuscritos allí custodiados. Nuestra sorpresa fue localizar documentación desde 1538 en perfecto estado de conservación, con lo que el interés por recabar las muestras aumentó.





Figuras 200 y 201: Detalle de buen estado de conservación de las tintas metalogálicas en el Archivo Municipal de Cocentaina y en el Archivo de la Catedral de Valencia.

Si bien en el ámbito europeo han sido ampliamente investigadas, en los países iberoamericanos son todavía incipientes los trabajos sobre las tintas metalogálicas. Una excepción es el caso de México, donde estudios recientes han revelado la naturaleza inorgánica de éstas tintas (García, Ruvalcaba Sil, and Meeren 2014b) y han permitido sacar a la luz recetas manuscritas (Odor Chávez 2013). En el resto de países, las incursiones en este tema son muy limitadas y la búsqueda de recetas casi inexistente. La comparación de los resultados analíticos entre las tintas de un lado y otro del océano puede ofrecer una información capital para conocer la realidad de estos materiales.

Además de los aspectos compositivos y de aproximación a la caracterización de los componentes de estas tintas, existen otras variables a la hora de comprender su estado de conservación. Entre las más importantes se encuentran las

condiciones ambientales bajo las que se han custodiado. Determinar los elementos traza de estos compuestos y enlazarlos con las condiciones medioambientales a las que han estado expuestos resulta fundamental para la futura conservación de los manuscritos.

En cuanto a los componentes en las tintas iberoamericanas, como advierte Odor (Odor Chávez 2013), sabemos que las tintas metalogálicas fueron introducidas con la conquista española, pero ya antes se conocía la reacción de los taninos con el cobre para teñir tejidos. En la zona de México, Bernardino de Sahagún, en su *Historia General de las cosas de la Nueva España* (Odor 2013) hace referencia a algunas tintas negras de escritura: los ingredientes principales siguen siendo los taninos, el sulfato de hierro y la goma arábiga, pero surgen interesantes cambios en su origen y extracción. Los taninos, por ejemplo, se extraían del cascalote (*Caesalpinia Coriaria*) obteniéndose aproximadamente 15 kg por árbol, aunque también da noticia de la existencia de agallas procedentes de robles y de otras más pequeñas, provenientes del ciprés. También se encuentran en este documento referencias sobre la venta de agallas y aceche para hacer tinta. Resulta curiosa la continuidad que en la Nueva España tiene un componente característico de la cultura islámica como es la granada<sup>255</sup>. A partir del siglo XVIII se introducen ingredientes tintóreos de árboles autóctonos como el palo Campeche, procedente de la región del mismo nombre.

---

<sup>255</sup> En recetas islámicas de añade el zumo de granada y en las cristianas las cortezas.

Tenemos noticias de que en otras zonas de América Central y del Sur, los taninos para teñir tejidos y quizá para la elaboración de tintas de escritura procedían de las cortezas de aliso (*Alnus spp.*), las raíces de manglé (*Rhizophora mangle*)<sup>256</sup>, las hojas de mesté (*Caesalpinia tinctoria*) y la algarrobilla (*Caesalpinia Brevifolia*). Es muy complicada, en este caso, la generalización, ya que cada país tiene su botánica particular y las fuentes de materias primas en el inicio de la época colonial difieren en cada territorio. Pero parece evidente que, dado que la tinta era elaborada por cada escribano, y un acto sumamente cotidiano, los ingredientes deberían ser locales, fáciles de extraer y asequibles. En cualquier caso, queda un amplio camino por investigar, ya que se han estudiado profundamente los tintes naturales en países como Perú<sup>257</sup> o Ecuador<sup>258</sup>, pero no específicamente las tintas.

Indagando en la documentación relativa a los manuscritos de donde hemos extraído las muestras podemos evidenciar dos aspectos fundamentales a tener presentes en futuras investigaciones<sup>259</sup>: por un lado, muchos de los notarios

---

<sup>256</sup> Roquero, 2006.

<sup>257</sup> Salviati Chocano, (sin fecha).

<sup>258</sup> Jaramillo, 1998.

<sup>259</sup>

["Presentó en este Cabildo Alonso Dorado de Vergara una petición del tenor siguiente: Alonso Dorado de Vergara Escribano del Rey nuestro Señor en todos sus reinos y señoríos, digo que yo entré en esta ciudad para vivir en ella, por el mes de julio del año del mil y quinientos y noventa y dos, y en catorce días del propio mes antes de usar y exercer el dicho mi oficio me

478](http://books.google.es/books?id=J7g7AQAAMAAJ&pg=PA149&lpg=PA149&dq=alonso+dorado+de+vergara&source=bl&ots=tBt5GbOnlm&sig=HsQvNAswXJbIXJMVAzk6w4_Bg&hl=es&sa=X&ei=5VDmU4nbKsW90QXd3YHQAQ&ved=0CCMQ6AEwAQ#v=onepage&q=alonso%20dorado%20de%2, 9 de agosto de 2014, pp: 148-152:</a></p></div><div data-bbox=)

instalados en el siglo XVI e inicios del siglo XVII en las colonias eran españoles que habían conseguido el favor del rey con algún acto significativo para la corona. Por otro lado, queda patente que los indios se incorporaron rápidamente a la administración española tal y como se aprecia en este

---

presenté con el título que tengo del Rey nuestro Señor y de su Real Consejo de la Corona de Castilla, en este Cabildo, donde se vido el dicho título y las informaciones que mostré de cómo soy el contenido en él siendo Escribano desde cabildo Sebastián Hidalgo, por cuyo descuido no se firmó la dicha presentación y aunque en el dicho día hay razón en el libro deste Cabildo de haberse juntado en su Ayuntamiento, lo cual fue para este efecto y porque el dicho Sebastián Hidalgo tuvo otros muchos descuidos de mucha más importancia, como se vé por el dicho libro de Cabildo, en dejar como dejó en blanco otros muchos cabildos de calidad, lo tuvo así mismo en lo tocante a la dicha presentación y no se firmó el dicho Cabildo aunque se asentó el día de la dicha junta y la presentación en dicho mi título por mandato del dicho Cabildo y del dicho Escribano, como por ella parece, y conviene a mi derecho se autorice por Vuestra Señoría, para lo cual suplico a Vuestra Señoría mande que los señores capitulares de aquel tiempo, que están en esta ciudad, me den feé y testimonio de la dicha presentación por ante el presente Escribano deste cabildo y haga demostración de dicho mi título y presentación en él escrita de mano de Agustín pascual indio, Oficial que a la sazón del dicho Sebastián Hidalgo, en lo cual recibiré merced con justicia y juro a Dios Nuestro Señor y a la Cruz que lo que digo en razón de haberme presentado en dicho cabildo con el dicho mi título, es verdad y que la dicha presentación fue cuatro días antes de que hiciera ninguna escritura pública como parece por mi registro, Alonso Dorado de Vergara.

Y así mismo presentó un título de Escribano Real, del tenor siguiente:

Don Felipe por la Gracia de Dios, Rey de castilla, de León, de Aragón, etc. Por hacer bien y merced a vos Alonso Dorado de Vergara, vecino de la villa de Astudillo, acatando vuestra suficiencia y habilidad y los servicios que nos habéis fecho y esperamos que nos haréis, nuestra merced y voluntad es que agora y que de aquí en adelante para toda vuestra vida seáis mi Escribano y Notario Público en la Nuestra Corte y en todos nuestros reinos y señoríos, y por esta nuestra carta o por su traslado firmado de Escribano Público, encargamos al Príncipe Don Felipe nuestro muy caro y muy amado hijo y mandamos a los infantes, duques, prelados, condes, marqueses, ricos hombres, maestros de las Ordenes, Priors, Comendadores y Subcomendadores..." continúa hasta que logra que el cabildo firme su título de Escribano.

documento, en el que un indio hacía de oficial de un notario. Estas dos circunstancias nos permiten deducir que en los primeros años de la colonia hubo un profundo intercambio de conocimientos entre la cultura indiana y la española, de modo que lo mismo pudo suceder en cuanto a la elaboración de tintas.

Tal como decíamos al inicio de este epígrafe, resulta muy significativo el buen estado de conservación de las tintas de los manuscritos del Archivo Nacional de Ecuador. Su color se sigue acercando más al negro que al marrón (por lo que la oxidación está menos acusada que en los volúmenes valencianos de esta misma época), y no se aprecian signos de hidrólisis acusada de la celulosa y perforación del soporte en la caja de escritura.

Tras los análisis efectuados por la doctoranda a 20 muestras de tintas procedentes del Archivo Nacional de Ecuador<sup>260</sup> se constató que los taninos presentes en ellas no procedían de agallas de roble ya que en el estudio realizado mediante HPLS-MS/MS, el ácido gálico propio de las agallas no aparece o es casi imperceptible. A partir del sistema y los patrones empleados no se ha podido detectar la fuente exacta de taninos manejada, pero sí podemos extraer dos certezas: por un lado, no se ha utilizado la misma fuente en todas las tintas, lo que nos habla de cierta variedad en las materias primas empleadas por los escribanos; por otro lado, en aquellas

---

<sup>260</sup> Tesis de máster de Diagnóstico del Estado de Conservación del Patrimonio Histórico en la Universidad Pablo de Olavide, septiembre de 2014.



muestras con presencia de ácido tartárico, málico o cítrico, la fuente de taninos ha sido una fruta.

Todas las muestras presentan una clara presencia de hierro, por lo que, independientemente de la fuente de taninos, el sulfato ferroso ha sido un ingrediente fundamental en su elaboración. Sólo en una ocasión se advierte una pequeña traza de zinc como impureza del hierro.

Quizá el hecho de que las tintas estuvieran hechas con agua en su mayoría, o al menos no con vino, también haya influido en su conservación, ya que este solvente es muy ácido. Del análisis del papel se desprende que se elaboró con fibra de lino, y en cuanto al secante, se evidencia con claridad su naturaleza orgánica.

El Archivo Nacional de Quito no cuenta con instalaciones adaptadas en cuanto a sistemas de climatización, por lo que los volúmenes manuscritos se encuentran en condiciones ambientales similares a las de hace más de quinientos años. Hemos realizado una aproximación a los valores generales con los datos aportados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Ecuador: la media de humedad relativa de la ciudad de Quito es de 74% y varía entre el 80 y 51% a lo largo del año<sup>261</sup> situándose diez puntos por encima de la media en Valencia que está entorno al 66,3%<sup>262</sup> con lo que, según la bibliografía<sup>263</sup>, el efecto de oxidación debería afectar más

---

<sup>261</sup> Ver tabla ..... del anexo.

<sup>262</sup> Ver tabla...del anexo

<sup>263</sup> Kanngießner, B., O. Hahn, M. Wilke, B. Nekat, W. Malzer, and A. Erko. 2004. "Investigation of oxidation and migration processes of inorganic

intensamente a los manuscritos ecuatorianos. Si no ocurre así puede deberse a que, por otro lado, las condiciones atmosféricas de Quito son menos oxidantes: el valor de oxígeno en el aire es del 21%, al ser la presión atmosférica en esta ciudad (728 HPa) menor que, por ejemplo en Valencia (1013 HPa); el nivel de oxígeno en Quito está en torno a 152,88 mb y en Valencia 212,73 mb (tabla A.2). Proporcionalmente hay oxígeno en ambas atmósferas, pero al haber menos presión por la altura de Quito, también hay menos oxígeno en esta ciudad. ¿Podría ser esto un factor de ralentización de la oxidación?

A la vista de los resultados y como punto de partida para futuras investigaciones, se podría valorar que el excelente estado de conservación de las tintas de Archivo Nacional de Ecuador pudiera responder, más que a factores climáticos - humedad relativa media de 77%, menor cantidad de oxígeno dada su altitud- a la presencia de un determinado componente orgánico, distinto de las agallas de roble que conocemos en las tintas metalogálicas españolas. Los ácidos de este componente reaccionarían con el sulfato ferroso, originando una sal más débil, y otros ácidos a su vez más débiles que el ácido sulfúrico (producido por el ácido gálico de las agallas), e incapaces de generar la hidrólisis ácida de la celulosa y romper su cadena estructural.

Futuras investigaciones y análisis con un número mayor de muestras, tanto de tintas como de posibles fuentes de taninos, así como el rastreo de la documentación original en

---

compounds in ink-corroded manuscripts." *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 59:1511-1516.

busca de recetas manuscritas, podrán ayudar a encontrar el factor que ralentiza la degradación de estas tintas. Del mismo modo, el estudio de las fuentes de taninos en las muestras de tintas valencianas podría sorprendernos porque, a pesar de que las fuentes mencionan únicamente las agallas de roble, existían de varios tipos <sup>264</sup> y la posible diferencia entre ellos respecto a su porcentaje de taninos podría repercutir también en el distinto estado de conservación que constatamos entre los manuscritos valencianos.

## **b) Marruecos**

Durante un viaje de trabajo al laboratorio de conservación y restauración de libros de la biblioteca de Fez (Marruecos), tuvimos la oportunidad de intercambiar conocimientos sobre nuestra disciplina y recoger muestra de tinta de 15 manuscritos y varios pergaminos. Los libros pertenecían a un archivo de la ciudad cercana de Meknes, y se databan entre los siglos XVII y XVIII. Su estado de conservación era bastante deficiente, ya que la tinta había oxidado y migrado de tal manera que la caja de escritura de la mayoría estaba en desfragmentación. Además la encuadernación de pergamino había desaparecido en algunos de ellos o el nivel de degradación había dejado desprotegido el cuerpo del libro por lo que los agentes ambientales estaban en un contacto más directo con el soporte papel. Desconocemos las condiciones de almacenamiento de estos volúmenes antes de llegar a la biblioteca. Las variaciones de humedad relativa en esta ciudad -

---

<sup>264</sup> Como ya dijimos en el apartado de los componentes, dependiendo del tipo de roble y del insecto que agrede al árbol, las agallas tienen una apariencia distinta.

Meknes- son muy amplias; por ejemplo entre febrero de 2013 y enero de 2014 el porcentaje osciló entre el 14 y el 94%<sup>265</sup>. Si observamos los gráficos de temperaturas máximas -8/44°C<sup>266</sup>- y mínimas -0/27°C<sup>267</sup>- vemos cómo los valores de humedad relativa son extrapolables a los recogidos sobre humedad relativa. Estas oscilaciones climáticas tan bruscas a lo largo del año han podido incidir, sin lugar a duda, en los procesos de deterioro de estos manuscritos ya que las altas temperaturas aceleran las reacciones químicas y los cambios bruscos de humedad hacen que las fibras del papel expandan y sin cojan con excesiva frecuencia lo que conlleva a un deterioro mecánico de las mismas.

El resultado de las analíticas nos ofrece algunas pistas de las características de las tintas en el norte de África, no somos conscientes de que esto es una pequeña pincelada porque sería necesario realizar un estudio más amplio en el espacio (Marruecos, Túnez Argelia...) y en el tiempo.

El espectro de una de estas tintas (figuras 202 y 203) es el reflejo de un patrón que se repite en la mayoría de ellas, y es no sólo una presencia muy destacada de hierro, sino también

---

<sup>265</sup> <http://www.weatheronline.co.uk/weather/maps/city>, 8 de marzo de 2015.

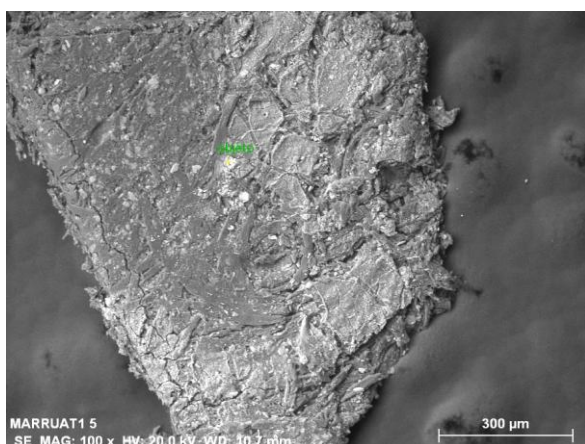
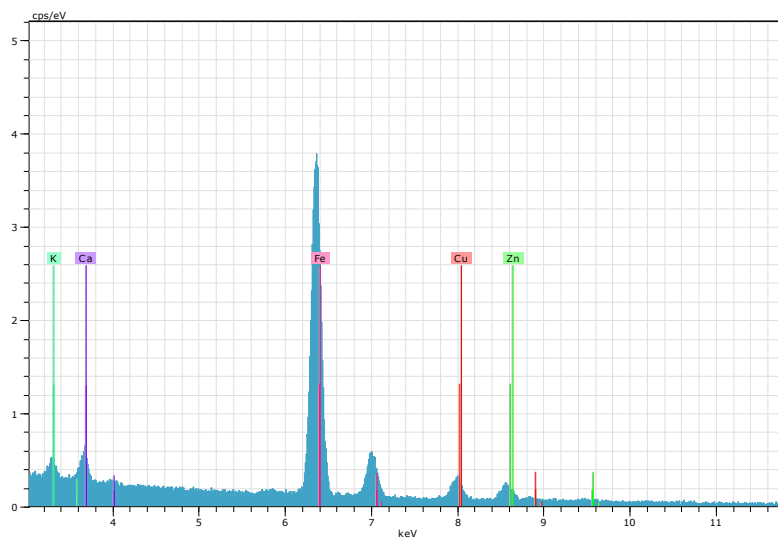
<sup>266</sup> <http://www.weatheronline.co.uk/weather/maps/city?LANG=en&WMO=60150&ART=MAX&CONT=afri&R=0&LEVEL=150&REGION=0011&LAND=MC&NOREGION=0&MOD=&TMX=&TMN=&SON=&PRE=&MONAT=&OFFS=&SORT=&MM=01&YY=2014&WEEK=52>, 8 de marzo de 2015.

<sup>267</sup> [nline.co.uk/weather/maps/city?LANG=en&WMO=60150&ART=MIN&CONT=afri&R=0&LEVEL=150&REGION=0011&LAND=MC&NOREGION=0&MOD=&TMX=&TMN=&SON=&PRE=&MONAT=&OFFS=&SORT=&MM=01&YY=2014&WEEK=52](http://www.weatheronline.co.uk/weather/maps/city?LANG=en&WMO=60150&ART=MIN&CONT=afri&R=0&LEVEL=150&REGION=0011&LAND=MC&NOREGION=0&MOD=&TMX=&TMN=&SON=&PRE=&MONAT=&OFFS=&SORT=&MM=01&YY=2014&WEEK=52), 8 de marzo de 2015.

impurezas de cobre y cinc que irían aparejadas a la mina de extracción de sulfato.

El contenido en silicio es muy superior al que hemos podido observar en el análisis de las tintas valencianas (figura 204). Esto puede ser debido al tipo de arena utilizada en el proceso de secado de las tintas. Desconocemos la razón de la presencia destacada de otros elementos metálicos como el aluminio, el sodio, el calcio o en cloro (figura 205). Convendría establecer unos patrones de estudio tanto del agua como de la arena, así como de las posibles fuentes minerales adyacentes.

Por lo que se refiere al potasio, este pequeño número de muestras nos refleja una disparidad en su proporción; pero parece ser una constante. Como ya hemos mencionado, el potasio puede provenir de las agallas o de la goma arábiga. Un estudio más detallado de las recetas y de las fuentes de taninos y otros elementos presentes en la recetas podrían ser de gran utilidad para explicar estos porcentajes. El profesor El Bakkali lleva años estudiando manuscritos de esa zona y los resultados en lo que respecta a los componentes inorgánicos son muy similares a los que nos han aparecido (Bakkali et al. 2014; El Bakkali et al. 2012; El Bakkali et al. 2013).



Figuras 202 y 203: Espectro e imagen SEM/EDX de una muestra de tinta procedente de un manuscrito de Mequinez (Marruecos) entre los siglos XVII-XVIII. Se puede observar la presencia de hierro, y en un porcentaje menor pero siempre acompañando a este elemento, cobre y zinc.

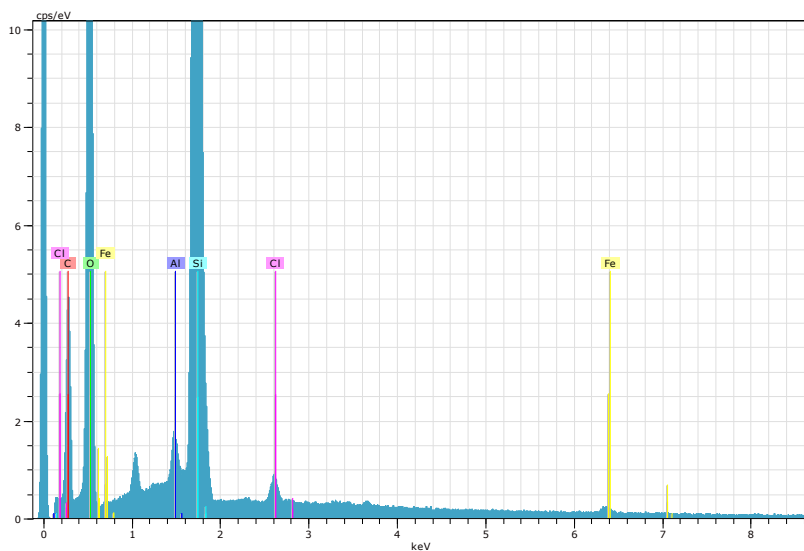


Figura 204: Espectro de una muestra de tinta procedente de un manuscrito de Mequinez (Marruecos) entre los siglos XVII-XVIII. Se puede observar la presencia Silicio de manera muy destacada en el espectro del SEM/EDX.

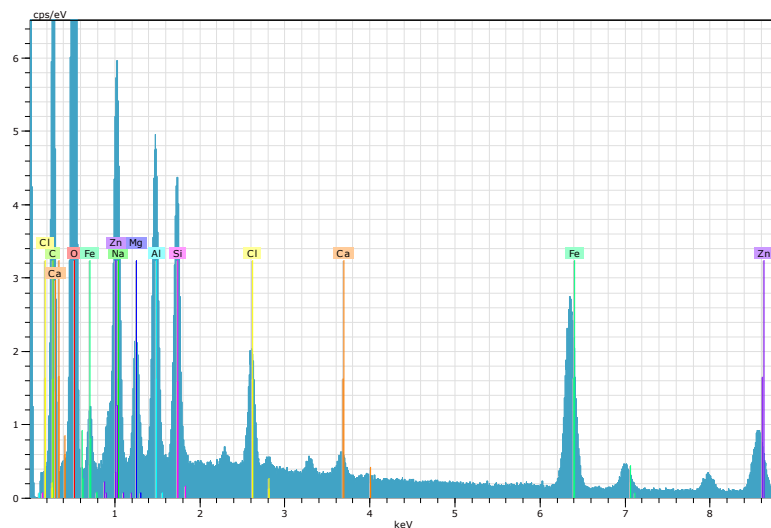
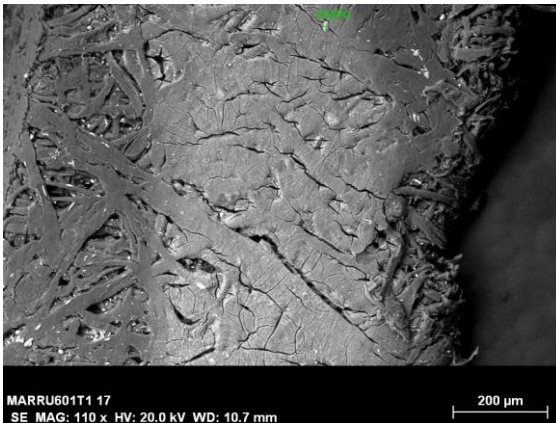
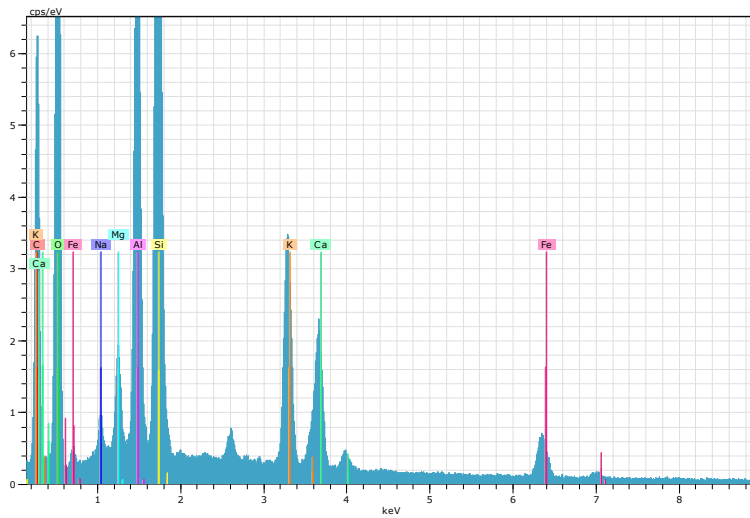


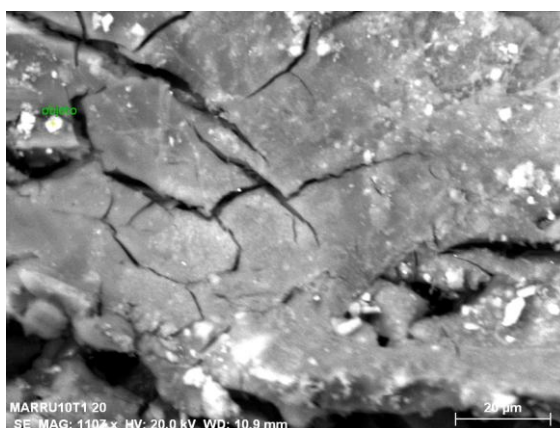
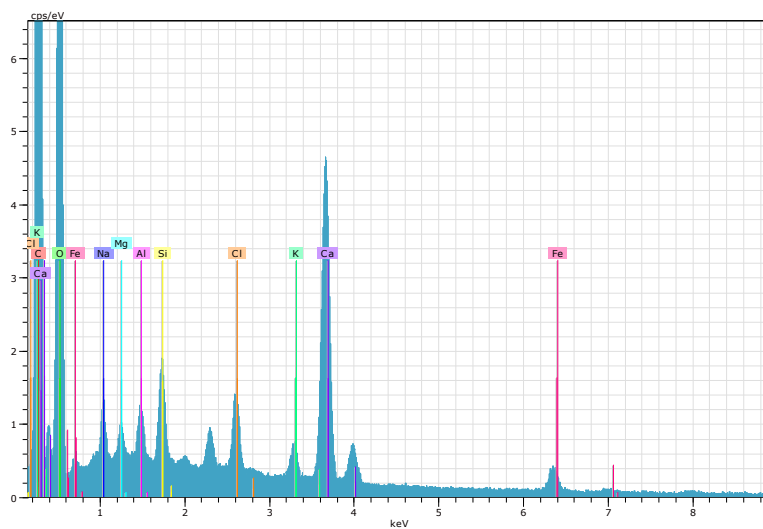
Figura 205: Espectro de una muestra de tinta procedente de un manuscrito de Mequinez (Marruecos) entre los siglos XVII-XVIII. Se puede observar la presencia

Silicio, Aluminio, Cloro y Sodio de manera muy destacada en el espectro del SEM/EDX.



Figuras 206 y 207: Espectro y fotografía SEM/EDX de una muestra de tinta procedente de un manuscrito de Mequinez (Marruecos) entre los siglos XVII-XVIII. Se puede observar la presencia de los elementos descritos, con relevada importancia del Potasio.





Figuras 208 y 209: Espectro y fotografía SEM/EDX de una muestra de tinta procedente de un manuscrito de Mequinez (Marruecos) entre los siglos XVII-XVIII. Se puede observar la presencia de los elementos metálicos comentados así como del Potasio en menor medida que el análisis anterior.

#### 4.3.5. Estado de la cuestión sobre problema de conservación

Los manuscritos conservados en los archivos municipales de la Comunidad Valenciana presentan innumerables problemas de conservación pero, entre ellos, destaca la oxidación de las tintas de escritura que, en numerosas ocasiones llegan a perforar el soporte y provocan daños casi irreparables a textos que son únicos. Es habitual encontrar libros de archivo, sobre todo de finales del siglo XV y durante el siglo XVI, en que la calidad del papel disminuye, con estos graves deterioros (figura 210). Nuestra preocupación no es ajena a otros lugares con documentación similar y que sufren las mismas consecuencias, y son numerosos los estudios destinados a cómo poder paliar la acción oxidativa de las tintas metalogálicas<sup>268</sup>.

---

<sup>268</sup> "En Europa han existido durante décadas, grupos de conservadores y científicos dedicados a estudiar el proceso de la corrosión de tinta ferrogálica sobresalen los grupos de trabajo en los años 70 en Alemania (con Brannhl), en los años 80 en Francia (con Flieder, Bat- Yehouda, et al.) y Austria (con Banik, Wächter et al.); de 1993 a la fecha en Holanda (Con Boymans, Neevel, Reissland et al.) y en Eslovenia (con Kolar, Strlic, et al)." Odor Chávez, Alejandra. 2013. "Las tintas ferrogálicas: su historia, deterioro y estabilización." Tesis de licenciatura Thesis, Escuela Nacional de Conservación, resaturación y museografía "Manuel del Castillo Negrete". Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D.F.

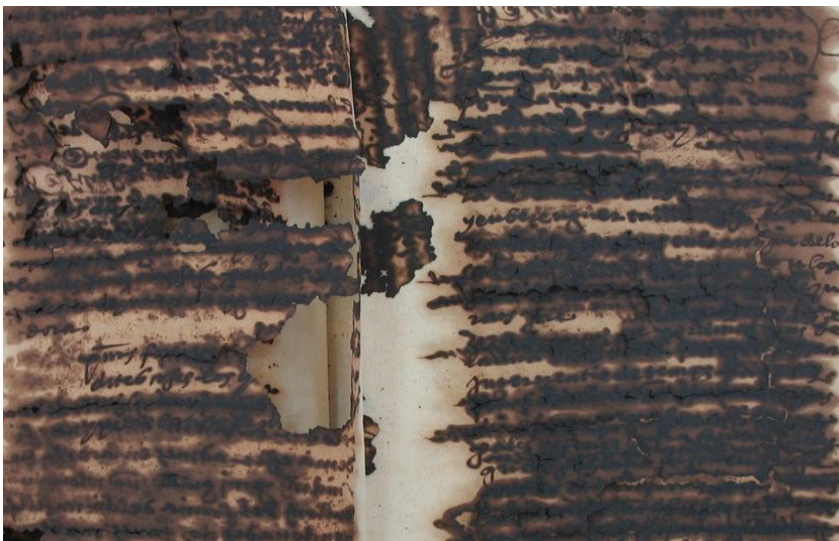


Figura 210: Proceso avanzado de deterioro de la caja de escritura por la oxidación de las tintas metalogálicas. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

En primer lugar se hace necesario un control de pH del papel, porque cuanto más se acerque a la neutralidad, menor capacidad de reacción tienen los iones de hierro y cobre. Por otro lado, sobre todo desde la escuela holandesa de Neevel y Kolar, se ha investigado sobre tratamientos de estabilización de estas tintas; pero lo que más preocupa a archiveros y conservadores es que la información que custodia el documento pueda ser transmitida y perdure en el tiempo porque es única. Es por esto por lo que la restauración está empeñada en encontrar un sistema lo más respetuoso posible, pero que logre la consolidación de la caja de escritura cuando el deterioro sea muy grave. Siempre queda la opción de hacer una caja de conservación y esperar a nuevos desarrollos de la técnica, pero ver pasar estos legajos (figura 211) y no intentar su máxima protección no resulta sencillo.



Figura 211: Proceso avanzado de deterioro y pérdida importante de la caja de escritura por la oxidación de las tintas metalogálicas. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

### a) Control del pH

Desde que a finales del siglo XIX sir Arthur Church impregnara un cartón de Rafael con hidróxido de bario disuelto en metanol -Victoria & Albert Museum de Londres-, los sistemas de desacidificación aplicados a obras sobre papel han sido numerosos y su desarrollo constante, sobre todo aquellos relacionados con los problemas de oxidación de las tintas metalogálicas porque, como se hemos visto, con un pH de 5,5 a 7,5 la actividad oxidativa del hierro y del cobre es muy baja (figura 212). Estos sistemas que Giorgi (Giorgi 2007) prefiere denominar como acciones del control del pH, tratan de acercar los valores de acidez de papel en torno a la neutralidad. A pesar de mejorar el proceso de degradación, no lo frena por completo según Dzinavatonga el al. (Dzinavatonga, Bharuth-Ram, and Medupe 2014).

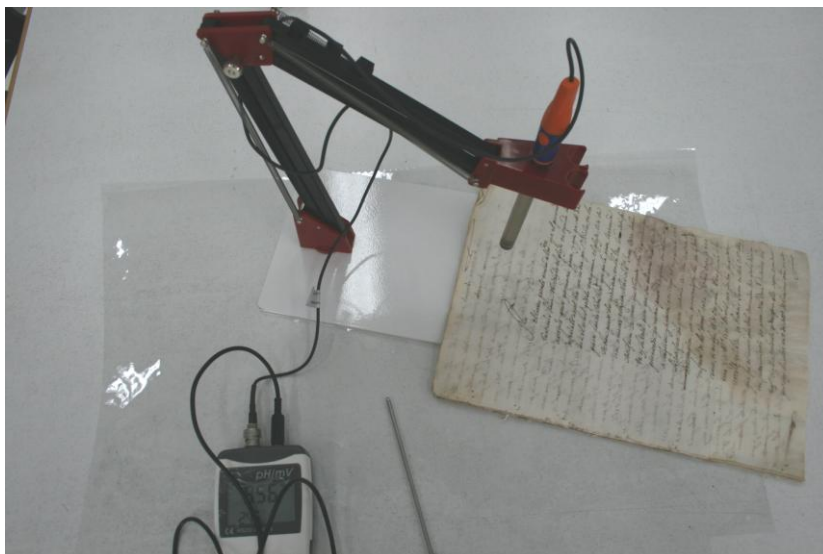


Figura 212: medición del pH de un bifolio escrito con tintas metalogálicas. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Los procedimientos individuales de desacidificación<sup>269</sup> son los más habituales por su facilidad de aplicación. Son métodos muy eficaces porque en el lavado en agua se elimina la suciedad y los ácidos solubles, y se crea con ellos una importante reserva alcalina (figura 213). Sin embargo, el tratamiento individualizado y el baño obliga a desmontar los libros, y con el contacto con el agua hay riesgo de solubilización de tintas y virajes de tono. Además, se modifica la textura del papel por la presencia de las partículas de reserva alcalina de las fibras, y se produce un oscurecimiento en papeles con alto contenido lignina.

Cabe advertir que antes de proceder al lavado, y aunque las tintas tengan apariencia de insolubles, se deben efectuar test de solubilidad de las mismas para asegurar la correcta intervención. Los alemanes han desarrollado lo que ellos llaman "El test alemán de la migración de hierro" (Belhadj et al. 2014).

---

<sup>269</sup> También se ha desarrollado con éxito sistemas en masa como: Método Sablè, Método Batellé, Método ZFB, Bookeeper, Método Wei to', Método FMC o Lithco, Método Landwell, Método DEZ...



Figura 213: Baño de desacidificación con hidróxido de calcio. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

El hidróxido de calcio es uno de los métodos más ampliamente utilizados en los laboratorios de restauración de obra gráfica y material de archivo. Es una solución totalmente alcalina que se prepara en un porcentaje de entre el 1,5 y los 3 gramos por litro -de los que se utiliza solamente líquido sobreadante- que se puede aplicar en el baño (Kolar establece que con 10 minutos sería suficiente), o junto al reapresto -al bañar el papel éste pierde su apresto original y hay que devolverlo; en vez de usar agua corriente, se puede hacer el adhesivo de gelatina, almidón o éter de celulosa, con esta proporción sustancia alcalina (figura 214). El exceso de hidróxido de calcio que se deposita en las fibras reacciona con el dióxido de carbono de la atmósfera para producir carbonato cálcico, que actúa como reserva alcalina. Es un depósito muy

duradero en el que los iones de calcio enlazan bien con la celulosa y son capaces de neutralizar todos los ácidos incluso los gases ácidos de atmósferas contaminadas (Plossi 2007). Al microscopio electrónico se aprecia una distribución bastante homogénea de esta nueva carga. Sin embargo, si el pH que conserva el papel después de la carbonatación es mayor a ocho, puede provocar una disminución del grado de polimerización y la hidrólisis alcalina<sup>270</sup>, ya que la acción catalítica de hierro es máxima con un pH entre 8 y 8,5 (Sistach 2009). Además, en ocasiones, se ha observado el virado del color de las tintas y amarilleando papeles con lignina.



Figura 214: Reapresto con gelatina disuelta en hidróxido de calcio. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

---

<sup>270</sup> En este caso la reacción tiene lugar en los extremos de la cadena de celulosa, que puede estar abiertos y dar lugar a reorganización y transformación de la cadena.



Otro componente del calcio, el bicarbonato, se aplica en baño y se deja reposar entre 24 y 48 horas. Se prepara bien con una suspensión de 7,3 gramos por litro de hidróxido de calcio al que se añade dióxido de carbono, o una suspensión de 2 gramos por litro de carbonato de calcio al que del mismo modo, se añade dióxido de carbono. En ambos casos se debe medir el pH para usarlo cuando éste alcance 6,2 aproximadamente. Sus virtudes e inconvenientes son similares al hidróxido de calcio, pero a esto se debe añadir la dificultad de la preparación de la disolución así como la inestabilidad de ésta, ya que no permite un almacenamiento prolongado. Jana Kolar recomienda que el baño sea de un tiempo superior a los 10 minutos, lo que acrecienta los problemas descritos.

Maria Grazia Plossi (Plossi Zappalà 1994) propuso, después de una investigación en el ICPAL de Roma<sup>271</sup>, el uso del propionato de calcio como sistema de desacidificación en libros y documentos. Se trata de una sal cálcica de ácido propiónico, soluble en agua y escasamente soluble en alcohol etílico metílico. Se usa, además, como conservante el inhibidor de microorganismos en los alimentos y como agente fungicida en dermatología. Por lo tanto, añade una ventaja, además de que su aplicación se puede efectuar sin presencia de agua. La reserva alcalina resulta aceptable, no es tóxico, se puede aplicar también en espray y no es necesario desmontar los libros. Si se desmontan por necesidad, y el nivel de deterioro es muy intenso, se puede trabajar con ayuda de la mesa de succión (figura 215)<sup>272</sup>. Algunos estudios (Bicchieri 2001) han

---

<sup>271</sup> <http://www.icpal.beniculturali.it/> (7-04-2014)

<sup>272</sup> Kolar en 2011 demuestra que la humectación en la mesa de succión es más eficaz frente a la inmersión y al uso de Gore-Tex. Además, resulta más

determinado que si se le añade un agente reductor, ralentiza el proceso de degradación por hidrólisis de la celulosa e inhiben la reacción de oxidación. La solución se prepara con una proporción de 5 gramos por litro si es en agua y 3,5 gramos por litro si es en alcohol, en esta ocasión con el alcohol caliente y agitando de manera continuada (la saturación nunca es completa en este caso).

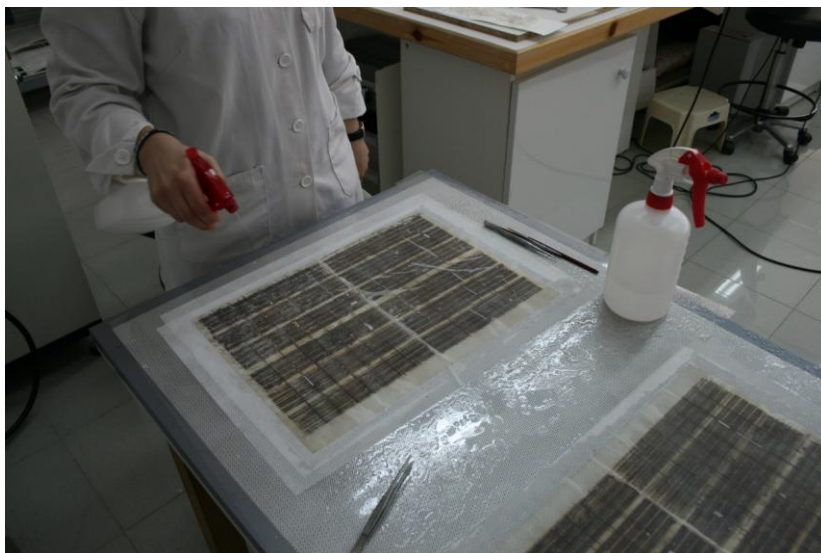


Figura 215: Aplicación en spray de propionato de calcio (en etanol) de manera individualizada en un bifolio manuscrito, con ayuda de la mesa de succión para sujetar el documento. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Carmen Sistach (Anguera 2005), ha realizado numerosos estudios de aplicación y efecto de los agentes de

---

uniforme se añade etanol a la solución. De hecho, entre que hemos utilizado el propionato de calcio disuelto en etanol aplicado a este tipo de documentos y con esta problemática, los resultados han sido satisfactorios.

desacidificación. Ella apuesta por el uso combinado de bicarbonato de calcio y bicarbonato de magnesio, porque el primero le aporta la suficiente reserva alcalina mientras que el segundo al ser partículas más pequeñas, favorece la penetración en la cadena de celulosa. Sugiere la siguiente proporción: 0,865 gramos de bicarbonato de calcio y 0,36 gramos de bicarbonato de magnesio<sup>273</sup>; que se aplica en un baño corto para después realizar un baño en hidróxido de calcio. La reserva alcalina que deja es aceptable y retiene la formación de grupos carbonilos. Pero se observan a simple vista depósitos de polvo blanco sobre la tinta y amarillea el papel andalusí u otros con apresto de almidón.

Como ya hemos mencionado, las partículas del magnesio son más pequeñas que las del calcio. Existe un producto comercial, Bookkeeper©<sup>274</sup>, que se compone de óxido de magnesio disuelto en perfluoroheptano. Su dimensión hace que las partículas penetren mejor en el intersticio de las fibras, y se fije la estructura del papel por fuerzas electrostáticas. Es muy fácil de usar pero es un producto caro y si no se dispone de una bombona de aplicación especial, en el tratamiento manual se produce un efecto *gritting*: depósitos en superficie, lo que puede producir el blanqueo del documento, sobre todo cuando el papel es poco poroso. Visto al microscopio, la distribución no es homogénea sino en círculos concéntricos. Además, no se conoce la acción del disolvente sobre el papel a largo plazo, los iones no se enlazan tan

---

<sup>273</sup> Según aseguraba Reissland en 2002 (Iron Gall Meeting), con el magnesio ayuna pérdida de la intensidad de la tinta en todos los tipos de papel, y un oscurecimiento del papel de pasta de madera.

<sup>274</sup> <http://www.ptlp.com/bookkeeper.html> (3/04/2014)

fuertemente como los de calcio, no es capaz de neutralizar todos los ácidos y necesita una gran cantidad de tensoactivos que dejan residuo, como el flúor. Además, necesita de 10 días para neutralizar la acidez del tratamiento y que el óxido de magnesio se convierta en carbonato, siempre con el documento expuesto al aire y con una humedad relativa controlada (Poggi, Baglioni, and Giorgi 2011; Poggi et al. 2010).

El año pasado finalizó el proyecto Nano for Art<sup>275</sup>, capitaneado por el Departamento de Química de la Universidad de Florencia, se centraba en el estudio de nanopartículas para su aplicación en papel (figura 196). Ahora se ha aprobado un nuevo proyecto que se llama NANORESART, NANOMaterials for the RESToration works of ART, también financiado por la unión europea, dentro del programa Horizonte 2020, también fomentando el desarrollo del estudio de las nanopartículas. Pero en este caso el objetivo es sobre obras del arte moderno, siglo XX<sup>276</sup>. Se evaluaron tanto las nanopartículas de calcio como las de magnesio en una aplicación por inmersión, o en espray en etanol, dos-propranol, o ciclohexano (Giorgi, Bozzi, Dei, Gabbiani, Ninham, and Baglioni 2005; Poggi et al. 2014; Poggi, Baglioni, and Giorgi 2011; Poggi et al. 2010). Al ser más intensa la penetración y sustituir el agua por los alcoholes, no alteran los componentes sensibles al agua<sup>277</sup>, su distribución es más homogénea y no se observan depósitos ni sangrado de las tintas. Además, podemos controlar el pH, y el valor final es adecuado y se mantiene el grado de polimerización. El

---

<sup>275</sup> <http://www.nanoforart.eu/> (3/04/2014)

<sup>276</sup> <http://www.uva.nl/nieuws-agenda/nieuws/content/2015/03/katrien-keune-verwerft-horizon-2020-grant.html>. (8 de marzo de 2015)

<sup>277</sup> El tratamiento acuoso conlleva a una pérdida considerable de la tinta, de hasta el 50%, y a una importante degradación de la celulosa (Poggi, 2010).

problema es que son sistemas en desarrollo que no están a la venta porque parece ser que las partículas obtenidas todavía no son lo suficientemente pequeñas (figura216).

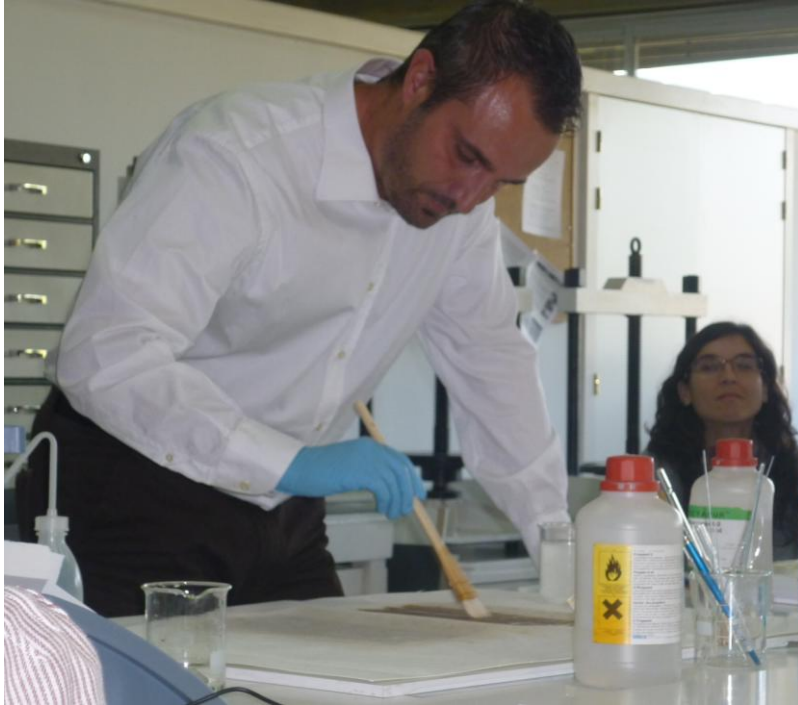


Figura 216: Rodorico Giorgi aplicando una solución de nanopartículas de calcio en etanol durante el curso *Nuevos avances para la estabilización de la corrosión de tintas ferrogálicas* (Instituto de Patrimonio Cultural de España, 3-7 octubre de 2011).

## **b) Estabilización**

Se han desarrollado otros sistemas combinados que, además del control del pH, logran, según los autores, bloquear los iones libres de hierro y descomponer los peróxidos. Los objetivos, según Jana Kolar, este proceso de estabilización se puede realizar por cuatro vías diferentes:

- eliminar el oxígeno del aire, lo que resulta inviable
- actuar sobre la descomposición de los peróxidos para evitar que éstos interaccionen con los iones metálicos
- utilizar agentes quelantes que capten los iones de hierro
- emplear captadores de radicales que elimine los iones de hierro; pero este proceso no se puede usar en conservación de bienes culturales (Kolar<sup>278</sup>)

Quizá el más conocido sea la conjunción del bicarbonato de calcio con los baños de fitatos (Botti, Mantovani, and Ruggiero 2005; Kolar et al. 2007; Neevel 2011; Neevel 1995; Neevel 2002) pero, a pesar de su eficacia en la reducción de la oxidación de las tintas metalogálicas, son sistemas que requieren necesariamente varios baños (cuando la tendencia actual es no someter al papel a procesos húmedos), y de muy lenta aplicación. Además, producen amarilleamiento y, en el caso de los fitatos de calcio, es necesario el uso de amoníaco para alcanzar el pH 5.8-6 que se requiere para su tratamiento, por eso el equipo de Kolar (Kolar et al. 2007) prefiere el uso de fitatos de magnesio. Es importante considerar que este

---

<sup>278</sup> Jana Kolar, en el curso que impartió en el IPHE en 2011 (3-7 de octubre, Nuevos avances para la estabilización de la corrosión de tintas metalogálicas)

procedimiento no es efectivo, sino perjudicial, para tintas con un importante contenido en cobre, por lo que un análisis previo de las mismas urge necesario antes de decidirnos por este tratamiento. Desde que Neevel propuso su uso, han sido tantos los defensores como los detractores (Zappalà and Stefani 2005), por los problemas colaterales que provoca este sistema. Además, cabe destacar que sólo es aplicable a aquellos documentos que ellos estiman están en un nivel de deterioro 2, donde la tinta está en condiciones razonables, con decoloración marrón oscura bajo la línea de tinta y no hay daños mecánicos, por lo que excluyen la mayoría de documentos con problemas graves<sup>279</sup>.

Para las tintas mexicanas, y otras con alto contenido en cobre<sup>280</sup>, se ha comprobado que la intervención con baños de fitatos no es recomendable porque incrementa su actividad catalítica, además, a un pH 8 este elemento produce 300 veces más radicales hidroxilos que el hierro. Por esto han buscado un compuesto que reaccione aún más fácilmente que la celulosa

---

<sup>279</sup> Los estado de deterioro de las tintas metalogálicas que describe Jana Kolar son los siguientes:

"1- Buenas condiciones, ninguna o pequeña decoloración marrón clara bajo la línea de la tinta.

2- Condiciones razonables, con decoloración marrón oscura bajo la línea de tinta y no hay daños mecánicos.

3- Condiciones deficientes, algunas grietas o pérdidas: aún se puede manejar.

4- Malas condiciones, pérdidas severas: manejo imposible. "

<sup>280</sup> En el Norte de África donde tanto los estudios de Bakkali (2012, 2013, 2014), así como análisis realizados por la doctoranda en tintas de manuscritos procedente de Meknes, revelan un alto contenido en cobre que parece intencionado. Del mismo modo, las tintas mexicanas presentan un alto porcentaje de este metal de transición, según los estudios de Alcántara (2014); al igual que algunas tintas cubanas (Mendoza, Correa et al. 2009).

con el cobre. "Las disoluciones alcalinas de alfa-D-Glucosa pueden extraer de manera selectiva el exceso de cobre en las tintas sin afectar al hierro, ni al color". Las tintas tratadas (en probetas) con estos azúcares reductores presentan un mayor peso molecular, por lo que la velocidad de degradación del material celulósico disminuye (García 2014; García, Ruvalcaba Sil, and Meeren 2014b).

Otras propuestas que están siendo investigadas son las soluciones acuosas con etil 1-3 metilimidazolium bromuro (EMIMBr) y butil 2-3 dimetil imidazolium bromuro (BDMIMBr) (Kolar, Možir, Balažic, Strlič, Ceres, Conte, Mirruzzo, Steemers, and de Bruin 2008); y una disolución en etanol de Tetra butil amonio bromuro (TBABr) a una concentración de 0,03 moles/L aplicado con brocha después de un proceso previo de desacidificación. El problema es que no se ha testado la toxicidad de los productos para garantizar su uso (Kolar 2011)

<sup>281</sup>

---

<sup>281</sup> Jana Kolar, 2011.



### c) Consolidación

Una vez que tenemos reducida la acidez del documento, el proceso de oxidación de las tintas se ve algo disminuido, pero si éstas estaban en un proceso de degradación muy acelerado, requerirán de otro sistema de intervención capaz de retener la consistencia del soporte y evitar que la caja de escritura se desintegre (figura 217).



Figura 217: Libro de música de Máximo Ríos, ejemplar único de esta obra, en un estado de deterioro muy avanzado antes de su restauración. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Los sistemas de laminación, si bien es verdad que son "invasivos" porque se añade un soporte auxiliar en la totalidad o en parte de la caja de escritura, a veces son la única solución para mantener la estructura de un documento. La tendencia actual es volver a utilizar los materiales más afines a la obra para estas operaciones. Por eso la laminación en húmedo con adhesivos empleados tradicionalmente del apresto del papel, como la gelatina<sup>282</sup> (Kolar et al. 2007; Kolbe 2004) y el almidón, son los sistemas más apropiados (figuras 218 y 219).



Figuras 218 y 219: Proceso de laminación manual con adhesivos naturales y papel de bajo gramaje. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Los papeles más aptos para realizar esta tarea son aquellos de un gramaje inferior a  $5\text{g/m}^2$  que, a pesar de no ser fácil su adhesión por el peligro de rotura, la consistencia es suficiente y el nivel de transparencia es más efectivo. Para la

---

<sup>282</sup> Jana Kolar también aconseja su uso porque, aunque no se ha demostrado, se cree que contribuye a la mejor estabilidad de la tinta. Propone su aplicación junto con la solución de desacidificación, al 3%, y aconseja que sea Bloom 210-240 y de un pH entre 4,2 y 6,5.

laminación es apta una solución de entre 2 y 5 gramos de gelatina por litro de agua y se debe mantener siempre templada para evitar la gelatinización. No es recomendable su uso en papeles con problemas de microorganismos. En estos casos, se pueden aplicar éteres de celulosa (aunque la actualidad tienen un uso cada vez más limitado porque no se conocen con certeza su comportamiento a lo largo del tiempo y su conservación). El más adecuado en estas operaciones es la Tylose MH-300<sup>283</sup>, sal sódica del éster policarboximetílico de la celulosa: Metilhidroxietilcelulosa. Es soluble en agua fría y sus soluciones tienen un pH neutro.

El problema reside en aquellos volúmenes en los que la oxidación de la tinta es tan acusada que la caja de escritura queda reducida a fragmentos que hay que recomponer para poder devolver la legibilidad al texto o la imagen. Desgraciadamente, es un problema muy común en los archivos valencianos y en otros lugares de condiciones climáticas similares. En estos casos descartamos cualquier proceso húmedo por el peligro de la movilidad de los fragmentos, la fragilidad del soporte y la solubilidad de las tintas, pero el objetivo, cuando un libro con estas características llega un laboratorio de restauración, es ralentizar su proceso de corrosión y consolidar la escritura porque, al tratarse de manuscritos, son transmisores únicos de nuestra historia.

Una solución muy difundida a la par que efectiva son los tissu rehumectables de thylose disuelta en agua o en agua y etanol; o de gelatina, que se activan con el mismo mordiente y

---

<sup>283</sup> [http://ge-iic.com/files/fichas%20productos/Tylose\\_MH\\_300.pdf](http://ge-iic.com/files/fichas%20productos/Tylose_MH_300.pdf) (3-04-2014)

se adhieren con la ayuda de una brocha (figura 220). Son poco invasivos porque no requieren la humectación total del documento y, en el caso de los libros, no es necesario el desmontaje de los mismos (Pataki 2009).



Figura 220: Proceso de activación de un tissú rehúectable sobre una prueba de trabajo. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de obra gráfica en el CulturArts IVC+R.

Para casos más extremos en los que no se pueda utilizar el sistema descrito, se puede impregnar el papel Nao sobre un papel siliconado con soluciones de plectol B500 al 15– 20% (Contreras 2008)<sup>284</sup>. Para realizar la laminación en seco, se separan las hojas preparadas en el siliconado (figuras 221 y 222) y se adhieren al original con ayuda de una fuente de calor (descartándose la laminadora, en desuso por los efectos

---

284

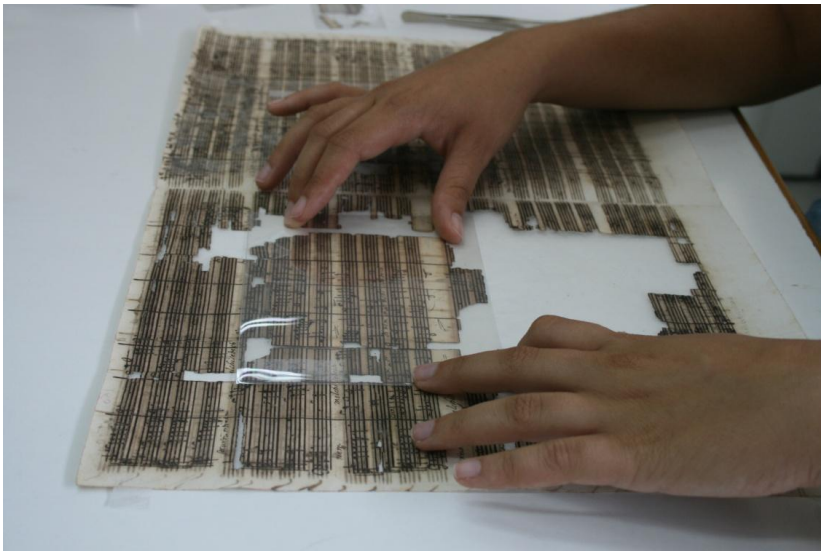
[http://www.ivcr.es/media/descargas/restauracion\\_ivcr\\_maximo\\_rios\\_valencia\\_w.pdf](http://www.ivcr.es/media/descargas/restauracion_ivcr_maximo_rios_valencia_w.pdf) (7-04-2014)

negativos con este tipo de obras), intercalando un fragmento de teflón. La remoción de este adhesivo se consigue con una mínima aplicación de alcohol en spray y una mínima tracción.

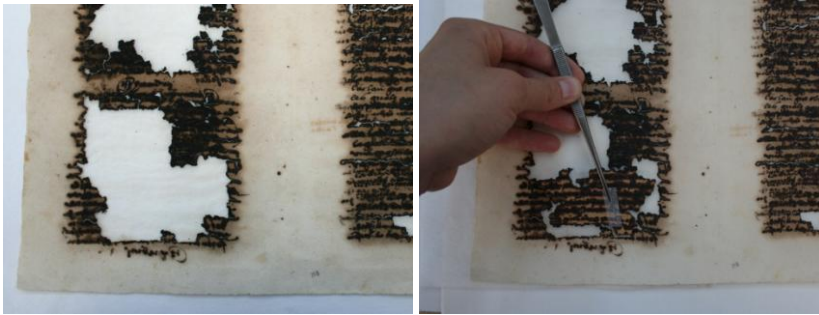


Figuras 221 y 222: Preparación de tissu termoplásticos con Plectol B-500 en papel de 5 gramos/m<sup>2</sup>, sobre un soporte siliconado. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Antes de aplicar este adhesivo termoplástico es necesario reubicar los fragmentos, para lo que conviene que trabaje más de un técnico y se protejan los fragmentos con fundas de tereftalato de polietileno (figuras 223 y 224). Se puede realizar una sujeción temporal con Document Repair® antes de aplicar el tissu por todo el documento (figuras 225 y 226).



Figuras 223 y 224: Preparación de fragmentos con tereftalato de polietileno y estudio de reubicación. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.



Figuras 225 y 226: Reubicación de fragmentos que se habían desprendido de la caja de escritura. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Tiempo atrás se utilizaba la laminadora mecánica para activar este adhesivo, confiando en, como decía Zappalà (Plossi 2007), el papel no se deterioraba hasta alcanzar los 90°C; sin embargo, la presión ejercida sobre el bifolio altera sustancialmente la superficie del mismo, por lo que en la actualidad la reactivación del adhesivo se hace con etanol o con aplicación de calor moderado a través de una superficie de teflón.

Nunca se deben descartar los fragmentos no encontrados, sino recuperarlos y conservarlos junto al manuscrito por si en un futuro se puede localizar su procedencia (figura 227).



Figura 227: Recuperación de fragmentos no ubicados en una laminación con papel de 9 gramos fácilmente removible, y su conservación en una carpeta que se inserta en la caja del libro. Fotografía realizada durante los procesos de intervención de manuscritos en el CulturArts IVC+R.

Como vemos, la recuperación de los manuscritos en papel afectados gravemente por la oxidación de las tintas continúan siendo un problema en estudio y resolución constante en el que el método ideal no se ha encontrado hasta el momento. Existen paliativos parciales y estamos convencidos de que un conocimiento cada vez más amplio de la composición de las tintas y sus procesos de degradación nos acercarán a su posible solución.



#### 4.4. El acto de escribir



Figura 228: Posible autorretrato de escribano descubierto en el Libro de *Cort del Justicia* de 1639 de Archivo Municipal de Ontinyent.

Desde su invención, la escritura ha constituido uno de los elementos del saber convertidos en causa de prestigio social y de poder (figura 228). A menudo ha sido patrimonio de unos pocos, como sucedía en la Alta Edad Media occidental cuando solo una minoría -masculina y eclesiástica- se encargaba de las labores de transcripción y copiado de obras de la cultura clásica, previa selección de los más hábiles y preparados. Aunque, en menor medida, también monjas y abadesas formaban parte del mundo de la escritura (figura 229), las representaciones en el acto de escribir que podemos estudiar a través de los manuscritos iluminados manifiestan inequívocamente la primacía de los monjes escribanos.



Figura 229: Monja en actitud de escribir. París, Biblioteca Nacional de Francia, fr. 25526 *Roman de la Rose*, ca. 1300, fol. 77v.

La Biblioteca del Trinity College de Cambridge custodia un manuscrito -R.17.1, fol. 283v- con la imagen del monje Eadwine (figura 230), el príncipe de los escribas como él mismo se denominaba. Se trata de un autorretrato del siglo XII en el que el copista se presenta en un pupitre con decoraciones al estilo clásico y ropajes que recuerdan las imágenes bizantinas, inserto en una arquitectura que deja ver parte del monasterio en los extremos superiores. La elegancia de los tonos azules para el fondo y la cabeza del monje le acercan al apelativo "principesco" que él mismo se atribuye.



Figura 230: El monje Eadwine. Cambrigde, Biblioteca del Trinity College, Ms. R. 17.1, fol. 283v.

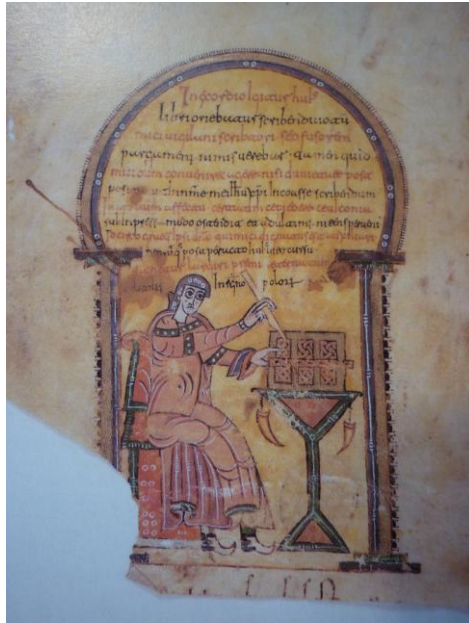


Figura 231: El Monje Vigila. Biblioteca del Monasterio del Escorial, Códice Albendense, fol. 59.

En fondos de bibliotecas españolas podemos hallar ejemplos más antiguos de monjes escribanos, como la representación del monje Vigila en la Biblioteca de El Escorial - Códice Albendense, fol. 59-, de elaboración más temprana y mayor tosquedad. También enmarca su figura en una arquitectura, esta vez de arco de herradura (figura 231). El Archivo de la Catedral de Valencia<sup>1</sup> conserva manuscritos de diversas procedencias, con interesantes imágenes de monjes escribanos, como la del código 4 -*Commentaria in Sacram Scripturam* de Nicolás Gorran- y el 26 -*Biblia Vulgata Latina*

<sup>1</sup> La Catedral de Valencia fue difusora de la cultura medieval y ya en el siglo XIII el cabildo mandó construir una biblioteca para albergar todos los libros que poseía; entre ellos manuscritos de muy diversa procedencia.

tomo I. En ambos casos los monjes se alojan es sus celdas. En el primero el autor se retrata debajo de la escena principal vestido de monje y con una cortina y un pupitre como arquitectura (figura 232), mientras que en el segundo se aloja en una letra capital, con una construcción más elaborada a la manera del inglés visto con anterioridad; las edificaciones del monasterio se hacen evidentes en el fondo y crean una perspectiva a la escena que, sin embargo, es totalmente plana en el interior de la celda (figura 233).



Figura 232: Representación de Nicolás Gorran como monje escribiendo su *Commentaria in Sacram Scripturam*, fol.1. Archivo Catedral de Valencia.

Figura 233: Monje copiando la Biblia Vulgata, f.1. Archivo Catedral de Valencia.

La actividad de escritura y copiado dentro de los monasterios continúa en siglos posteriores como queda patente en numerosas imágenes de monjes entregados a su labor. En las figuras 234 y 235 podemos observar sendas representaciones flamencas pertenecientes a la segunda mitad del siglo XV. En la primera se nos muestra la celda del monje copista con la cama, el baúl donde deposita los libros y los

516

utensilios sobre el atril compuesto (con una superficie inclinada para copiar y otra para mantener el original). La segunda es el autorretrato de Nicolás Craywerw, más tosco y austero, donde en una arquitectura sencilla se presenta al monje en su pupitre, una ventana y una estantería con algunos libros.



Figura 234: Monje en su estudio. Bruselas Biblioteca Nacional de Bélgica, Ms. 9092: Jan Javier Oudenaarde. *Traité sur l'oracion dominicale*, ca.1457, fol. 2.

Figura 235: Autorretrato de Nicolás Craywerw. Bruselas, Biblioteca Nacional de Bélgica, Ms. II 1169, *Catholicon Sancti Agustini*, 1481-1484, f.1.

Con el desarrollo urbano y el avance del poder secular y la burocratización, sobre todo a partir del siglo XIII, el arte de escribir se amplía al ámbito civil oficial. La copia de libros y documentos deja de ser exclusiva de los clérigos y una naciente clase burguesa aboga cada vez más por la educación de sus hijos, con la que pueden tener oportunidades de trabajo en el magisterio y la notaría. De hecho, los escribanos estaban bien considerados y se les pagaba un sueldo elevado. Estaban muy solicitados para poner por escrito documentos jurídicos, municipales y reales (Alturo 2000). Un ejemplo es el caso de las *cancillerías* regias y los archivos municipales, servicios públicos

que comprendían, entre otros, la confección y expedición de documentos en orden a la administración del reino.

Así pues, los monasterios dejan de ser los únicos centros de la producción del libro dando paso a los talleres profesionales de copia e iluminación de manuscritos. En un primer momento los escribanos laicos se dedican a la escritura de documentos y comienzan a copiar libros cuando están más experimentados (Alturo 2000). La mayoría de los libreros y copistas de los primeros tiempos se concentraban en las ciudades universitarias, en las que se fueron creando oficinas librerías propias para ofrecer a los estudiantes, de manera asequible, los libros de las distintas disciplinas (Criado Vega 2012). Será en ciudades estudiantiles como París u Oxford donde se desarrolle el sistema de la *pecia*, alquiler o venta de los cuadernillos de los libros para facilitar la copia y abaratar los costes (figura 236). La Universidad de Valencia no se crea hasta el privilegio de Fernando II en 1502, por lo que en nuestra ciudad el mundo del libro no estaría hasta entonces vinculado al estudio universitario. Caso distinto era el de ciudades europeas como Bolonia, Tolosa, Montpellier o París donde estudiaban los más sobresalientes de nuestra tierra -como Jaume Roig que estudió en París-. Allí adquirían libros que traían consigo a la vuelta<sup>2</sup> e incluso existía un comercio de

---

<sup>2</sup> "No podemos hablar de una tradición valenciana en cuanto a la iluminación de manuscritos se entiende, sabemos que las primeras miniaturas valencianas se identificaban con los siguientes manuscritos: *Els Furs*, *Llibre del Mustaçaf* y *Epistolario Valentino*...en un estado primitivo el artesano conjugó el oficio de iluminador y escriba, para posteriormente desempeñar sólo uno de los dos". En un época otorgada a Domingo Crespí el 3 de diciembre de 1412 por los trabajos de iluminar *Els Furs* del rey Martín - Archivo Municipal de Valencia, *Claveria comuna y tabla asegurada*, P-3, fol. 518

libros para particulares y entre particulares (Alturo 2000). Los propios iluminadores regentaban librerías en las que se vendían libros terminados y materiales necesarios para la confección de los mismos. Domingo Crespí, destacado iluminador valenciano, regentó una de estas tiendas y su hijo Leonardo, que continuó con la tradición familiar, llegó a preparar plumas de escritura (Ramón 2002).



Figura 236: París, Biblioteca Nacional de Francia. Ms. fr. 782, fol. 2v. Siglo XIV.

Esta creciente "industria del libro" favoreció el desarrollo de los oficios en torno al libro: encuadernadores<sup>3</sup>,

---

33v-34- dice: *Item, paguí a N Domingo Crespí, il-luminador de llibres dotze florins per salari e despesa de il-luminar, istoriar, caplletrar, parrafar e florejar...* Ramón Marqués, N.: *El origen de la familia Crespí: iluminadores Valencianos*. Colección estudios número 1, Segorbe, 2002.

<sup>3</sup> En un época otorgada por Pedro Crespí por encuadernar un libro de privilegios -31 de julio de 1414, Archivo Municipal de Valencia, *Claveria Comuna*, J-38, f.11-, especifica los utensilios necesarios para realizar una

pergamineros, fabricantes de papel, escribanos e iluminadores. Estos últimos, inicialmente, se organizaban dentro de otros gremios como el de pintores o escribanos, incluso el de especieros en Florencia, ya que fuera de ciudades tan importantes como París, el número de artistas dedicados a estos oficios no era significativo. El siglo XV resultó el punto de inflexión para su independencia con la creación de gremios específicos como el de Brujas -1457- que agrupaba a iluminadores, encuadernadores e imagineros.

#### **4.5.1. Los soportes, los utensilios y el lugar de trabajo**

Antes de ahondar en las funciones y peculiaridades de las herramientas de escritura cabe hacer una referencia a los soportes utilizados. Para escribir o copiar libros se empleó el pergamino (Colodrero 1945; Hidalgo Bínquis 2008) durante toda la Alta Edad Media mientras que el papel no se empezó a difundir en el ámbito latino hispano hasta el siglo XIII (Pérez García 2009), para extenderse a partir de aquí al resto de Europa (Pedemonte 2008). El proceso de elaboración del pergamino comenzaba con la selección de las pieles de las reses más jóvenes; luego eran sometidas a un proceso de depilado, descarnado y secado –con el objeto de utilizar solo la dermis– para finalmente extenderse sobre un bastidor (figura 237) y ser frotadas con piedra pómez y cal (figura 238) con el fin de eliminar manchas y desigualdades. El oficio de pergaminero solía ser de ámbito civil (Brown 1998) (figura 239) pero también existía una estrecha colaboración con los monjes

---

encuadernación: "... per lligar lo llibre o volum nou fet dels Privilegis de la ciutat, axí en compra pots, cuyro, claus, parxe, cantoneres de lautó, gafets e pergamins e una aluda [...] per [stalujat] que la cuberta no guaste con en salari de ses mans e treballs". Ramón, 2002.



escribanos, quienes en ocasiones intervenían en las tareas de elaboración (figura 240). Antes de la copia, los escribanos realizaban el pautado de los pergaminos para guiarse en la escritura y lograr renglones rectos y regularmente espaciados, como queda de manifiesto en numerosas imágenes (figuras 241 y 242). Se valían de instrumentos específicos para crear estas falsillas como el punzón (*punctorium*), el lápiz de plomo (*silum plumbeum*) y la regla (*regula*).

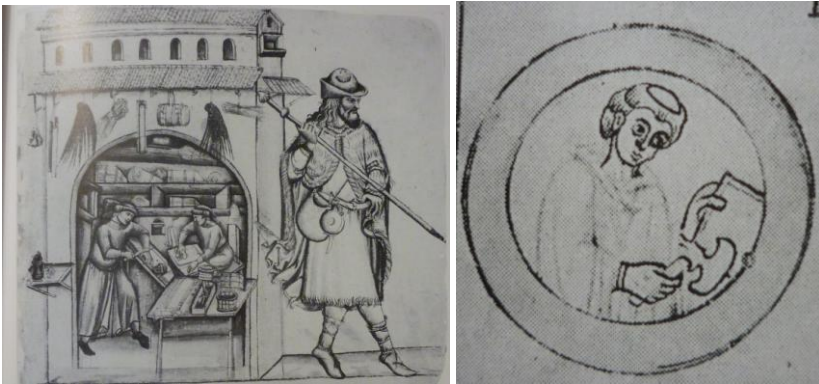


Figura 237: Tienda de pergaminos donde se aprecia el proceso de fabricación. Bolonia, Biblioteca Universitaria, Ms. 1465, fol. 3. Villola, *Memorie*.

Figura 238: Preparación del pergamino. Bamberg, Staatbibliothek, Ms. Patr. 5, fol 1v.



Figura 239: Pergaminero vendiendo su producto con un pergamino tensando y una cuchilla con forma de media luna para descarnar. Copenague, Kongelige Bibliothek, Ms. 4.2º, volumen I.

Figura 240: Escribanos preparando el pergamino para la escritura, con un frotado inicial de piedra pómez. Copenague, Kongelige Bibliothek, Ms. 4.2º, volumen I.



Figura 241: Inicio del pautado del pergamino. Copenague, Kongelige Bibliothek, Ms.1255, fol.4.

Figuras 242: Pautado del pergamino. Copenague, Kongelige Bibliothek, Ms. 4.2º, volumen I.

El papel, aunque inventado en China, fue introducido por los árabes en Occidente hacia el siglo IX o X. La fábrica de papel documentada más antigua de occidente es la de Xàtiva, citada en 1150 por Abu-Abd-alla Mohamed-al Edrisia como una hermosa villa donde se fabricaba un hermoso papel “como no 522

puede hallarse en ningún sitio” que se exportaba o Oriente y Occidente (figura 243); también el geógrafo Yācūt (1179-1229) decía que el mejor papel se fabricaba en Xàtiva. Hamel (De Hamel 1986) afirma que el papel empezaría a ser un soporte relativamente común a inicios del siglo XV y que el auge de su uso tendría lugar tras inventarse la imprenta y crecer el número de universidades. Sin embargo, en la Corona de Aragón se conservan abundantes registros en este soporte desde la segunda mitad del siglo XIII -la ley disponía en este tiempo que los notarios llevasen sus protocolos en códigos de papel- (Burns 1999), a diferencia de la Corona castellana que no tenía una tradición papelera tan arraigada y temprana (incluso Alfonso X el sabio lo despreciaba y limitaba su uso sólo a registros de categorías inferiores). Precisamente, a diferencia de la influencia de Roma sobre el sur de Italia, Portugal, Inglaterra y Francia, el arco que traza el Mediterráneo desde Valencia a las ciudades del norte de Italia acogió el papel como soporte fundamental. Un documento del siglo XVIII -por lo que debemos tomarlo con prudencia- copia una escrito de 1193 en el que se da noticia de que Ramón d'Albarells instala un molino papelero en la localidad cercana a Barcelona llamada Copons. Probablemente, entre los batanes que cita la documentación funcionando en Manresa y Gerona hubiera alguno destinado a la elaboración de papel; pero el paso decisivo en su uso y fabricación fue la conquista de las tierras valencianas, sobre todo de Xàtiva (Burns 1999). Lo que resulta innegable es la existencia de un papel de exquisita calidad y buena disponibilidad fabricado en esta ciudad valenciana, pese a que carecemos de documentación procedente de sus archivos, quemados por Felipe V en 1707. Sin embargo, en el Archivo Municipal de Alzira se conserva la primera filigrana

documentada en nuestra comunidad, 1371, con el escudo de la ciudad de Xàtiva (figura 244).

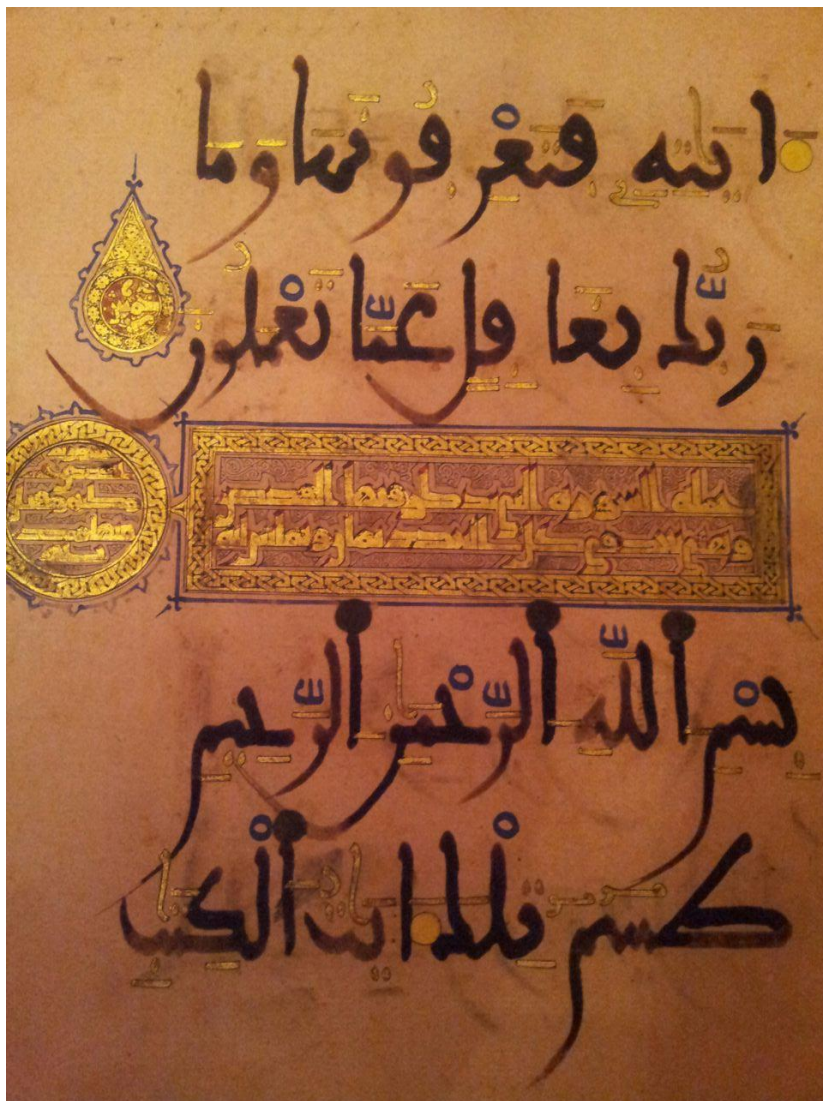


Figura 243: Manuscrito donde se especifica la procedencia setabense del papel. Colección particular. Marruecos. Destaca no solo su calidad y buena conservación, sino el característico coloreado que se aplicaba a algunos de estos papeles.



Figura 244: Primera filigrana documentada con el escudo de Xàtiva, 1371. Alzira, Archivo Municipal.

La documentación deja claro que en época de Pedro el Ceremonioso eran musulmanes quienes trabajaban en los molinos papeleros (Burns 1999); de hecho conservamos hasta nuestros días la impronta islámica en la terminología propia de la fabricación papelera: *chifla*, *batán*, *resma*, *papel guarro*, etc. En este punto cabe mencionar que, según Kroustalis (Kroustallis 2002), el cambio del pergamino al papel podría haber sido determinante en la sustitución de las tintas carbónicas por las metalogálicas (figura 245), que ofrecían mayores garantías de perdurabilidad sobre el nuevo material, y que se abre una línea de estudio sobre el protagonismo de Al-Andalus como introductor de este tipo de tinta en Occidente, ya que, tal como hemos visto en el estado de la cuestión (Al-Abbadi 2005), la

cultura islámica ya era conocedora de las combinaciones ferrotánicas para la elaboración de tintas.



Figura 245: Detalle de trazos de tinta metalogálica sobre papel italiano.

La técnica islámica de realización del papel consistió en procesar trapos de lino y cáñamo mediante su lavado, desfibrado, fermentado y machacado hasta obtener una pulpa que se extendía sobre un bastidor flexible para su secado (figura 246); a continuación se pulían, se encolaban con almidón, se alisaban y por último se recortaban sus bordes antes de ponerlos a la venta. Existen numerosos artículos en referencia a las mejoras tecnológicas que, a partir del siglo XIII supuso el empleo de molinos especializados y nuevos martillos de desfibrar en los molinos italianos, así como la introducción de molinos hidráulicos; sin embargo, ya en el siglo XII hay documentados en Fez cuatrocientos molinos movidos con agua,

por lo que suponemos que esta tecnología debía de conocerse en los reinos peninsulares, y más en la zona andalusí. Sabemos que en Xàtiva se trabajaba en obradores familiares que eran supervisados por un agente municipal que controlaba su calidad aun después de la conquista cristiana. Conocemos los registros de los bailes de dicha ciudad entre 1282 y 1625, "donde anotaban el cobro por el arrendamiento del *dret del marxam de paper*, impuesto real específico de la morería sobre la manufactura papelera" (Alonso 2009). En ellos se observa cómo el período de máximo apogeo del papel andalusí tiene lugar a finales del siglo XIV; a partir de este momento se inicia la prevalencia un nuevo tipo de papel de importación italiana de mayor calidad, factura más moderna y mejor precio debidos las mejoras en la mecanización<sup>4</sup>. Este papel, que siempre presentaba filigrana (figuras 247 y 248), irá sustituyendo al andalusí que a finales del siglo XV solo se emplea ya como soporte de sujeción para los sellos de cera de los documentos (figuras 249 y 250) .

---

<sup>4</sup> Alonso, J.: "Aspecto técnicos e históricos de la fabricación del papel en Xàtiva", *Reunión de estudio sobre el papel hispanoárabe*. Xàtiva, 2009.

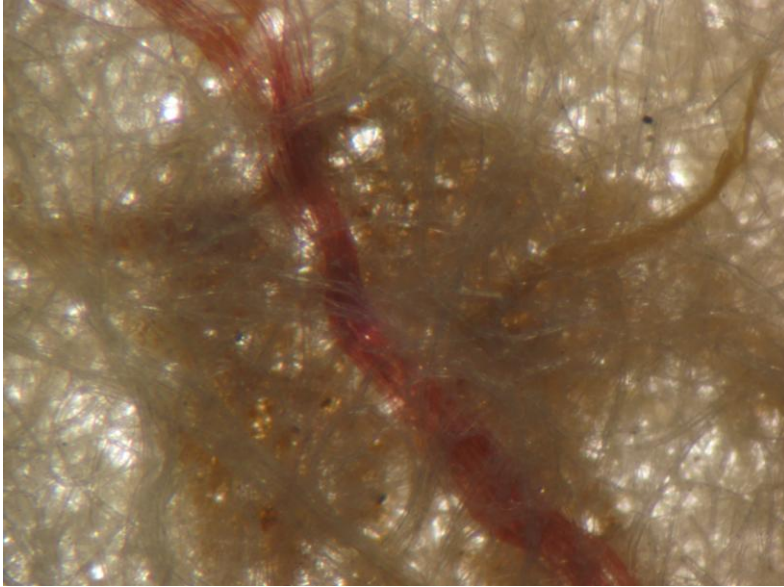


Figura 246: Detalle de fibras de papel andalusí con restos de hilo de lino rojo.



Figuras 247 y 248: Detalle de filigranas encontradas en Libros de Fábrica de la Catedral de Valencia, siglo XV.





Figuras 249 y 250: Papel andalusí empleado en sellos de cera en documentos de Fernando I (1413) y Alfonso V (1419). Valencia, Archivo del Reino.

Vehículos de cultura, fedatarios públicos, artistas y calígrafos, los escribanos y notarios realizaron su labor valiéndose de un rico repertorio de materiales y herramientas. Se han encontrado algunas relaciones de útiles de copistas medievales como la lista de “objetos que un cartujo debe tener en su celda” elaborada por el prior cartujo Guigues en sus *Consuetudines* (siglo XII), así como numerosas miniaturas de esta época y anteriores con escribanos con sus algunos de sus enseres y mobiliario, pero ambas fuentes carecen de comentarios al respecto (figuras 251, 252, 253, 254, 255 y 256).

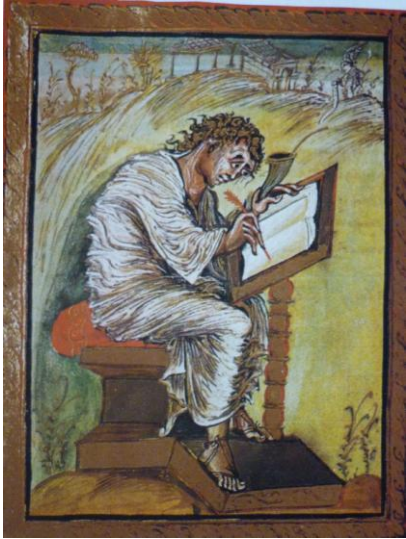


Figura 251: Épernay, Bibliothèque Municipale, Ms. 1, Evangelio de Eusebio, 816-835, fol. 18v.

Figura 252: St Gallen Stiftbibliothek, Cod. 1395, fol. 418.



Figura 253: San Juan Evangelista en su celda con el atril para escribir y una caja de rollos. Evangelio bizantino de mediados del siglo X.

Figura 254: Evangelista. Londres, British Library, mss. Burney, imágenes del siglo XII y texto del siglo X, fol. 101v.



Figura 255: Detalle de evangelista en actitud de escribir. Valencia, Archivo de la Catedral, cod. 27. Biblia Vulgata Latina.

Figura 256: Detalle de evangelista representado como un ángel escribiendo con la pluma. Valencia, Archivo de la Catedral, cod. 84, *Flors Sanctorum*.

Habrá que esperar a los tratadistas del siglo XVI, como Tagliente<sup>5</sup> (figura 257) y Palatino<sup>6</sup> (figura 258) para encontrar relaciones de útiles de escritura con descripciones, ilustraciones y comentarios, acompañadas a veces de recetas y trucos útiles<sup>7</sup>.

<sup>5</sup> Tagliente, G.A. (1530): *La vera arte delo eccellente scrivere de diverse varie sorti de litere*. Venezia.

<sup>6</sup> Palatino, G. (1540): *Libro nel qual s'insegna a scrivere ogni sorti lettera*. Roma

<sup>7</sup> <http://www.palaeographia.org/outils/outils2.htm> (20 de abril de 2015)

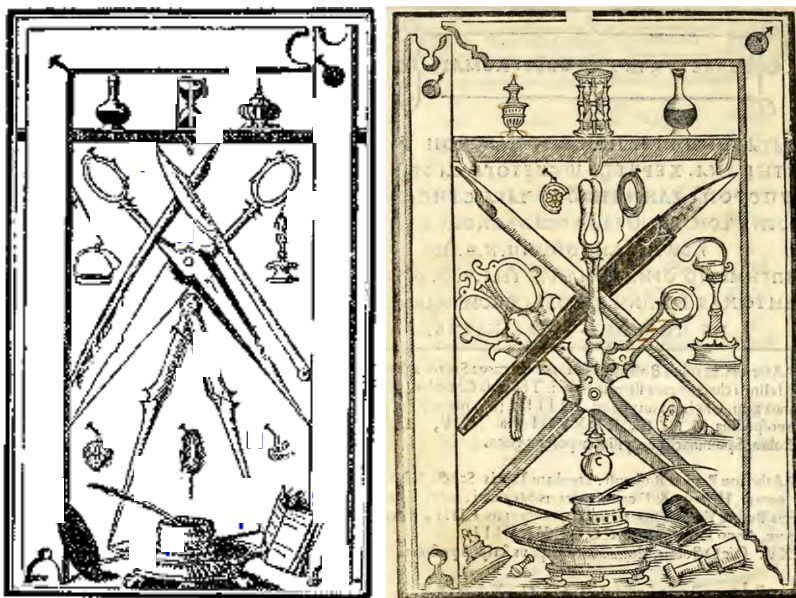


Figura 257: Instrumentos de escritura. Tagliente, G.A. (1530): *La vera arte delo eccellente scrivere de diverse varie sorti de lettere...* Venezia.

Figura 258: Instrumentos de escritura. Palatino, G. (1540): *Libro nel qual s'insegna a scrivere ogni sorti lettera*. Roma.

El instrumento más importante en el acto de escribir, aquel que permite trazar los caracteres, fue determinado por el tipo de soporte. El cálamo<sup>8</sup> o caña hueca para escribir sobre papiro, utilizado desde la civilización griega, es sustituido en gran medida por la pluma de ave (*penna*) en la Edad Media<sup>9</sup>, más flexible y apropiada para el pergamino y el papel, que soportaban mejor la presión de las puntas (Rodríguez Díaz 2002). El monje Teófilo afirmaba en su tratado que las más adecuadas para la escritura eran las de ganso; sin embargo, los estudiantes, con el fin de conseguir una letra más pequeña,

<sup>8</sup> Según Al-Abadi (2005), en el Norte de África había incluso varios tipos y tamaños dependiendo del tipo de libro que se iba a escribir.

<sup>9</sup> Isidoro de Sevilla, según Kroustallis (2007), advierte el uso contemporáneo del cálamo y la pluma: *Instrumenta scribae calamus et pinna*.

utilizaban las de corneja o de cuervo (De Hamel 1999). Desde el siglo VI se conservan imágenes de escribanos con este instrumento; entre las más curiosas vemos una imagen de san Mateo del siglo XI (figura 259), o el famoso autorretrato de san Isidoro en el evangelionario que se conserva en Padua (figura 260).



Figura 259: San Mateo escribiendo el Evangelio con pluma, y con otras cuatro sujetas al escritorio. Debían tener varias preparadas por el desgaste el material. Bruselas, Biblioteca Nacional de Bélgica, Evangelionario procedente de la abadía de San Lorenzo de Lieja, ms. 18383 , fol. 11v.



Figura 260: Autorretrato de san Isidoro escribiendo con una pluma en la que se observa el corte apto para la escritura. Padua, Biblioteca Capitular, s.n., fol. 85v.

La fabricación de la pluma comenzaba por despojarla de plumas o barbas, endurecerla al sol o con arena caliente, eliminar restos de piel y alisarla frotando con un paño; a veces se bañaba al alumbre para dejarla más transparente (Kroustalis 2007). Este instrumento, que con el tiempo vemos denominado indistintamente como cálamo o pluma, fue utilizado hasta la difusión del las plumas estilográficas en el siglo XIX. Con la

ayuda de un cortaplumas se tallaban unas escotaduras en el extremo y luego una incisión o canal en la punta (*crena*) para permitir que la tinta retenida a lo largo del cañón descendiese. El biselado del corte influía en el diseño del trazo (figura 261): el sesgo hacia la izquierda originaba una caligrafía de fuertes contrastes entre trazos finos y gruesos, a la manera de la escritura gótica que surgió hacia el siglo XII (de Sousa 2004; Derrida 1978; Maniaci 2002; Muzerelle 1985). Las puntas de las plumas las preparaban y las iban manteniendo en condiciones los propios usuarios, como demuestran las siguientes ilustraciones (figuras 262, 263, 264 y 265).

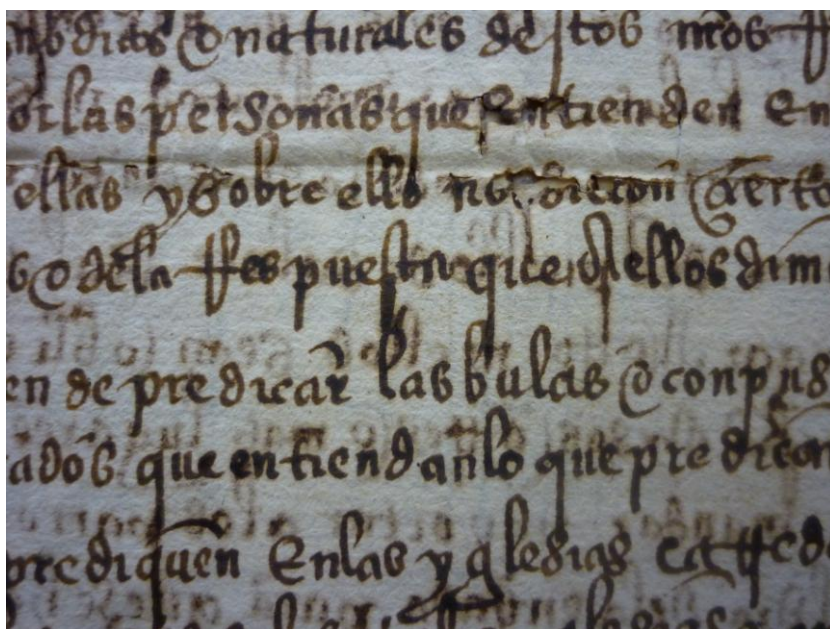


Figura 261: Detalle de una escritura perteneciente a una Provisión Real redactada en Toledo en 1525, de Don Carlos y Doña Juana, conservada en el Archivo Municipal de Sax, en la que se advierten los trazos de la pluma.



Figura 262: Fraile afilando la pluma. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 121, *Summa Decretalium*.

Figura 263: Evangelista o santo comprobando el estado de su pluma. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 18. *Commentaria in Sacram scripturam*. Tomo XV, fol. 30v.

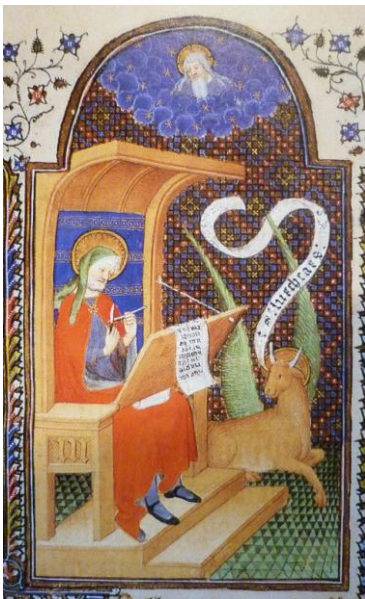


Figura 264: San Lucas afilando la pluma en su escritorio. Londres, Victoria and Albert Museum, Ms. A.L. 1646-1902, fol. 15.

Figura 265: San Marcos acaba de cortar su pluma con una navaja y observa el resultado antes de introducirla en el tintero. Aylesbury, The National Trust, Waddesdon Manor, Ms.20, fol. 13v.

En el legajo 2690 de la Catedral de Valencia, ya comentado en otros capítulos, se recogen las compras realizadas a principios del siglo XVIII para el aprovisionamiento de su archivo donde se observan importantes partidas destinadas a la adquisición de plumas y cortaplumas. En el año 1702 uno de los proveedores más habituales era el librero Tomás Montes (que también surtía de papel, pieles e hilo) con un precio razonable de 1 *sou* 6 *diners* el *macet*<sup>10</sup> (25 plumas); más adelante aparece Martín Estupiñá, *botiguer*, que vende a la Catedral plumas de mejor calidad habida cuenta de que el precio de los cuatro *manollets* es casi tres veces superior al precio del otro comerciante<sup>11</sup>; más tarde se produce un cambio importante en la adquisición de este material ya que se busca un distribuidor nuevo, don Vicente Datos del Castillo, que abastece a la Catedral de un total de 2.500 plumas que hace traer de Holanda<sup>12</sup>, cuyo precio supera en un sueldo al material proporcionado por Estupiñá. Estas abultadas partidas no eran para uso exclusivo del personal del archivo; al examinar el detalle de este asiento comprobamos que, de los 100 mazos de 25 plumas, 35 van destinados a diversos canónigos y resto de empleados, creemos que para otros menesteres de la Seo o

---

<sup>10</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *Q he pagat a Tomas Montes, per tres manollets de plomes de escriure per a el servici del Archiu , 4s 6d (C1, f.5v)*

<sup>11</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *En 28 de mars 1702 pagui a Estupiña per 4 manollets de plomes de escriurep. Lo dit Archiu, 12s (C1, f.6r)*

<sup>12</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *Fas memoria que en 20 de Maig de 1702 pagui al Dn. Vt. Datos 20Ls valor de 2500 plomes de pes, que feu venir de Olanda, y fan 100 masets a 25 plomes cascu, que a r(ao) de 4 sous lo maset importen dites 20 lliures dels quals he donat 35 masets als infrascrits en son diner y queden en lo Archiu 65...(C2, f.2r)*



para su uso personal; a cada uno se le solicita que abone el importe de las mismas, y se anota esta transacción en los asientos del archivo. Estudiando las plumas holandesas hemos constatado que eran las más famosas<sup>13</sup> y de mayor calidad por el modo especial con que los artesanos vaciaban sus cañones. En el año 1703 se documenta otra llegada de 65 mazos más desde Holanda<sup>14</sup> lo que ofrece una imagen clara de la importancia que otorgaba la Catedral a la calidad de sus materiales. El proveedor de estas plumas es, como hemos apuntado, don Vicente Datos del Castillo, claramente

---

<sup>13</sup> Seminario de agricultura y artes dirigido a los párrocos por el Real Jardín Botánico de Madrid. Tomo XII, Madrid, de la imprenta de Villalpando, 1807. Jueves 6 agosto 1807: *sobre la utilidad y uso de las plumas de las aves en las artes; método de secarlas; y de preparar los cañones que sirven para escribir*, por don Claudio Boutelou, p.84-84:

“Método que practican los holandeses para preparar los cañones de las plumas que sirven para escribir.

El ganso es la que nos proporciona la mayor cantidad de plumas propias para escribir; pero sus cañones se hallan cubiertos de una materia grasa, es preciso quitar, para que queden limpios y transparentes, y en estado de poder servir. Los holandeses son los que se han dedicado hasta ahora más principalmente a este género de industria, hacen un comercio considerable con la venta de estas plumas. Siendo éste un asunto... expondré el método que visto practicar en Holanda.

Luego arrancan las plumas de las alas de las aves se echan en agua hirviendo, y se dexan ablandar lo suficiente para poderlas comprimir un poco sus cañones, los que se raspan inmediatamente con la hoja de un cuchillo que no corte mucho. Se repite esta misma operación hasta que queda transparente el cañón de la pluma, y limpio de la membrana o telilla y grasa que la cubría. Y por último se vuelven a meter otra vez en el agua para dexar sus cañones perfectamente cilíndricos, lo que se executa fácilmente apretando los, al tiempo de sacarlos, con los dedos índice y pulgar de la mano derecha; y después se ponen a secar en cualquier aposento.”

<sup>14</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *En 20 de maig pagui a D<sup>n</sup> Vicent Dator del Castillo (...) tretze liures per lo valor de 65 masets de plomes a 25 plomes cascun, les quals ha fet venir de Olanda per a el servici del Archiu que a r(ao) de 4 sous lo maset importen dites , 13 lliura (C2, f.7r)*

especializado en importaciones, ya que también provee en una ocasión de papel florete de genovés. Un año después, por circunstancias que desconocemos, se vuelven a comprar plumas de bajo precio (1 *sou*, 6 *diners*), proporcionadas por el canónigo archivero don Ramón Mascarell y Rubín. Sólo aparece registrada en una ocasión la compra a Estanislau Ximeno de cinco cortaplumas que trae de Madrid y afila<sup>15</sup>. El hecho de nombrar la procedencia, como en el caso de las plumas, nos hace pensar que este origen era sello de calidad<sup>16</sup>.

Pedro Paredes (Paredes 1792) menciona en su libro el mejor modo de conservarlas: "...no se deben dexar en el tintero; antes bien se colocarán en un botecillo de vidrio ú otra vasija equivalente con agua y vinagre, por la mitad, pero de tan tenue porción, que solo cubra la mitad del corte de las plumas; escusando enteramente dexarlas con agua sola, respeto que se hacen blandas é inservibles perdiendo aquella firmeza que tienen naturalmente: y entre tanto se procurará que el tintero quede cubierto de modo que no le entre polvo, con el fin de preservar la tinta y algodones de toda corrupción."

Las plumas se desgastaban rápidamente y sabemos que en el transcurso de su actividad el escribano debía cambiarlas con frecuencia, aunque antes las apuraba afilándolas con el cortaplumas o "cuchillo de la mano izquierda" (*praeductale*), que también servía para borrar errores. Las imágenes más

---

<sup>15</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: 1 *lliura*, 15 *sous* que he pagat a M. Estanislau Ximeno (...) per lo valor de 5 *Templaplomes*, que ha portat de Madrit per al servici del Archiu a rao de 5 *sous* 1 *diners*, y a mes 1 *sou* 8 *diners* per afilarlos, y tot 1 *lliura*, 15 *sous*, 1 *diner* (C5, f.5r)

<sup>16</sup> Por lo que podemos deducir de la documentación del archivo Catedralicio, este dedicaba partidas muy importantes a la compra de material de calidad.

descriptivas presentan muy a menudo al escribano trabajando con los dos utensilios a la vez (figuras 265, 266 y 267), uno en cada mano, como el bello ejemplo de la imagen de San Lucas escribiendo el Evangelio en presencia de la Virgen atribuido a Llorenç Saragossà (figura 268).

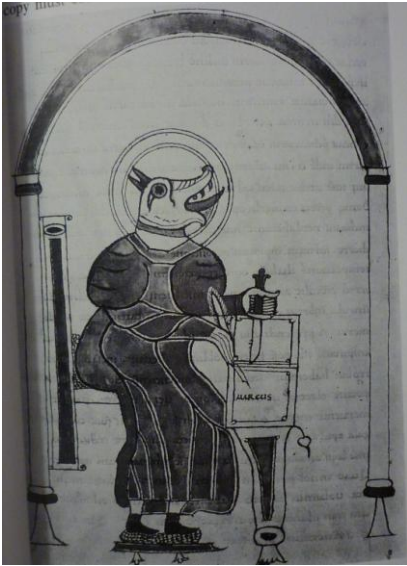


Figura 265: San Marcos representado con cabeza de león, escribiendo con la pluma y un tosco cuchillo en la otra mano. Oxford, Bodleian Library, Ms. Auct. D 2.16, fol. 71v.



Figura 266: San Dustan, Arzobispo de Canterbury, escribiendo su obra en 1170.

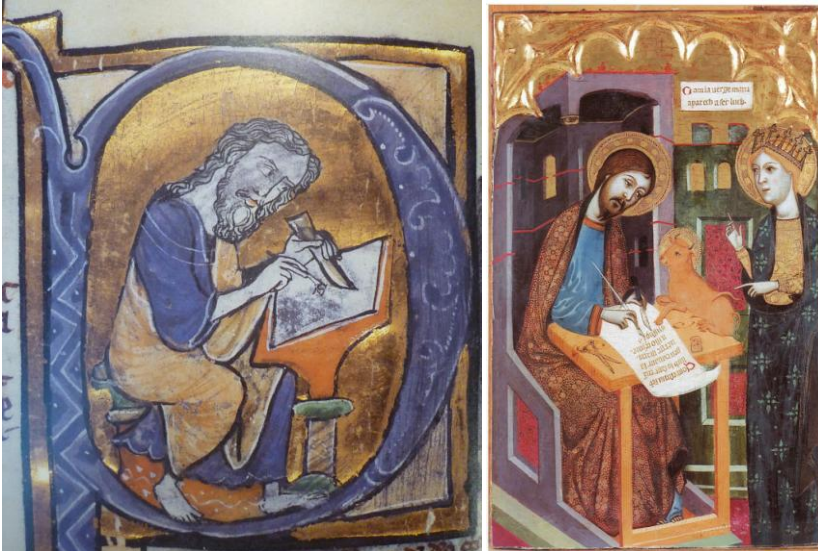


Figura 267: San Pablo escribiendo las Epístolas. Londres, colección privada.

Figura 268: San Lucas escribiendo el Evangelio en presencia de la Virgen, con el cuchillo y la pluma en las mano. Sobre la mesa las tijeras y el tintero. Atribuido a Llorenç Saragossà, Museo de Bellas Artes de Valencia, temple sobre tabla, siglo XIV.



Figura 269: San Jerónimo escribiendo con el cuchillo en la mano izquierda. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 27. Biblia Vulgata latina, tomo II.

Figura 270: Escribanos en su oficio, el del medio con la pluma y el cuchillo en primer término. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 27. Biblia Vulgata latina, tomo I.

Es menos frecuente que aparezca el cortaplumas en las iconografías menos realistas y en aquellas donde se opta por presentar a los escribanos sin pupitre y en posiciones a veces precarias, escribiendo en un asiento sobre sus rodillas, sentados en el suelo, incluso semiincorporados; en ellas generalmente exhiben solo la pluma ya que con la otra necesariamente sujetan el soporte (figuras 269, 270, 271 y 272). Además del cortaplumas también se empleaban con la misma finalidad la piedra pómez (*pumex*) o la piedra de afilar (*cos*).



Figura 271: San Juan Evangelista escribiendo el Evangelio con la pluma en la mano y sujetando el libro; sin cuchillo para el corte. Anónimo del Museo de Bellas Artes de Valencia.

Figura 272: San Marcos miniado por Cristóforo Majorana. Valencia, Biblioteca histórica de la Universidad, ms. 52, fol. 1.

La pluma y el cortaplumas se guardaban en un estuche o plumier (figuras 273 y 274) denominado según su naturaleza *stilarum*, *graphiarium*, *theca libraria* o *calamarium* (Ruiz García 2002). En la obra de *Umdat al-Kuttāb* (Al-Abbadi 2005) se denominaba *al-dowāt* o *al-miqlama* al estuche para guardar las plumas y el tintero; los destinados a funcionarios de alto nivel se fabricaban en madera de ébano o sándalo, y los más corrientes eran de cobre o de hierro. El texto especifica que el tamaño ideal era el correspondiente al antebrazo de un adulto y debía poder albergar cinco plumas para los escribanos y siete para los sultanes.



Figura 273: Caballero con instrumentos de escritura y plumier de bolsillo. Kunrat von Ammenhausen, *Le livre de jeu d'échecs*. Finales del siglo XV.

Figura 274: Cicerón escribiendo en presencia de las virtudes, con un plumier en la mesa. *Formulae honestae vitae*.

El tintero (*atramentarium*)<sup>17</sup> era un recipiente que vemos representado con distintas formas y materiales: madera, metal, vidrio y muy a menudo cuerno de ovino y solía taparse con algodones<sup>18</sup> u otros materiales. Podía ser portátil (figura 275) y depositarse tal cual sobre la mesa u otras superficies (figuras 276 y 277) o hallarse unido al plumier (figura 278); cuando se utilizaba el cuerno de ovino, se insertaba en un agujero practicado en la tabla (figuras 279 y 280). En ocasiones el tintero sirve de justificación para introducir en ciertas escenas otros personajes de la iconografía medieval como el demonio, que irrumpe robando dicho objeto al evangelista para

<sup>17</sup> Filón de Bizancio (280 a.C. aprox) "diseñó un tintero con ocho lados y ocho agujeros (uno en cada lado) de tal manera que se introducía la pluma en cualquiera de ellos para recargarla pero no se derramaba por las otras salidas. Esto lo conseguía introduciendo dentro de la estructurilla octogonal una serie de semicírculos de metal concéntricos que giraban manteniendo la tinta siempre entre ellos." <http://historiaautomatas.blogspot.com.es/2010/06/grecia-ii-filon-de-bizancio.html> (15 de abril de 2015)

<sup>18</sup> En los tinteros islámicos había un compartimento destinado a los algodones. Al-Abbadí, H.M. 2005. *Las Artes del libro en Al-Andalus y el Magreb*. Madrid: Ediciones El Viso.

tirar la tinta al agua (figuras 281 y 282). A propósito de los tinteros encontramos abundantes referencias y consejos en las fuentes modernas. Ignacio Pérez en 1559 incide en que los algodones que lo cubren sean de seda y que se utilice mayor cantidad en invierno mientras José de Casanova en 1650 aconseja el tintero de plomo con tapa del mismo material para que no penetre el polvo (Mut Calafell 1992).





Figura 275: San Juan Evangelista con el abad Wedrius, que le sujeta el tintero solucionado así la ausencia de pupitre . Avesnes, Musée de la Société Archéologique et historique, Evangeliario de la abadía de Liessies, 1146.



Figura 276: San Lucas escribiendo con el tintero en la mano. París, Biblioteca Nacional de Francia, Ms. nouv.acq.lat. 1203, *Evangelario de Godescalco*, 781-793.

Figura 277: San Mateo mojado la pluma en el tintero. Amberes, Museum Mayer von del Bergh. *Evangelario de la abadía de St. Amand*, ms. 297, fol.10v.



Figura 278: Escribano con tintero metálico sobre el pupitre unido al plumier. *Biblia Rothschild miscellany*, siglo XV, fol, 289.



Figura 279: Seguramente san Gregorio escribiendo en su escritorio con varios tinteros de cuerno para la tinta de varios colores. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 102. *Homiliae in Ezechielem*, fol.1.



Figura 280: San Juan escribiendo sobre un atril y dos tinteros de cuerno. Londres, British Library, Ms. Harley 3011, fol. 69v.



Figura 281: Demonio robando el tintero a San Juan. Lisboa, Biblioteca Nacional, Iluminados 42. *Libro de horas de Rouen*, ca. 1480.

Figura 282: Demonio robando el tintero a San Juan. Madrid, Biblioteca Nacional, *Libro de Horas de Leonor de la Vega*, fol. 45v.

Los errores se corregían con un raspador (*rasorium*) o también con el cuchillo de mano izquierda, tal como hemos comentado. Además, como señala Criado (Criado Vega 2012) se podían subsanar aplicando diversos compuestos, normalmente disoluciones alcalinas, que hacían la tarea más llevadera y permitían borrar letras y renovar las que se habían deteriorado por el tiempo<sup>19</sup>. Si el soporte era de pergamino y la tinta

<sup>19</sup> Criado Vega, T. . 2012. "Tratados y recetarios de técnica industrial en al España medieval. La Corona de Castilla, siglos XV - XVI." Facultad de filosofía y letras, Universidad de Córdoba, Córdoba. Menciona: Biblioteca del Palacio Real, MS II/1393(6) y Biblioteca Nacional, Ms 9226.

reciente, también se podía borrar con esponja (*spongia deletus*). Después del raspado era conveniente restaurar el soporte, que había quedado desprovisto de encolado, con polvos de *creta* o algún tipo de glasa que se molía en pequeños morteros.

Las salvaderas eran objetos parecidos en su forma y función a saleros; se rellenaban de la arenilla<sup>20</sup> y se esparcía su contenido sobre lo escrito para que la tinta se secase antes y evitar que se corriese (figura 283). Luis Olod señala en 1768 que ...”la salvadera puede ser de estaño, plomo, barro, cuerno o madera... En Cataluña tenemos unos polvos muy buenos, y finos de arena en los Alfaques de Tortosa, algo negras... No usen las limaduras de hierro porque corroen el papel”.



Figura 283: Detalle de arena adherida sobre la superficie de la tinta.

---

<sup>20</sup> En la cultura islámica se utilizaban secantes a base de almidón.

Para el secado del escrito y prevención de emborronaduras también existía otro sistema que consistía en colgar los bifolios en una cuerda hasta su secado (figura 284) antes de componer los cuadernos (Watson 2003).



Figura 284: Bifolios en proceso de secado. París, Biblioteca Nacional de Francia, fr. 25526 *Roman de la Rose*, ca. 1300, fol. 77v.

Otros elementos auxiliares con los que se ayudaba el escribano eran la plomada o pisapapeles para que no se moviera la hoja sobre el pupitre (figuras 285 y 286) o ingeniosos cursores, quizá denominados cavilla, que servían para localizar con rapidez una página (De Laurentiis and Talamo 2010), ya que la numeración de las mismas se introdujo tardíamente. En el caso de los libros iluminados, encontramos objetos específicos para los dibujos como plantillas, escuadras y transportadores, e incluso patas de conejo para pulir las superficies decoradas con pan de oro (Ruiz García 2002).



Figura 285: Pesas sujetando el papel en el atril. Londres, British Library, mss. Royal 18 Eiii, fol, 24. *Faits et dits mémorables*, 1479.

Figura 286: San Lucas en su escritorio con las pesas sujetando el libro. Toledo, Biblioteca Pública de Castilla la Mancha, ms. 168. *Evangelestiario del cardenal Jean Balue*, 1467-1469.

El estudio del ya citado legajo 2690 del Archivo de la Catedral de Valencia nos permite describir el uso de otros instrumentos y enseres empleados por los escribanos de inicios del siglo XVII relacionados con la actividad diaria del archivo. Se registra la adquisición de una *safa*<sup>21</sup> de Manises y dos *llibrells*<sup>22</sup>, para el aseo del personal; hilos, agujas y almidón para las labores de cosido y encuadernación de la documentación<sup>23</sup>; una

<sup>21</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: ...una *safa gran de Manises*, (...) 6sous (C.1, f.5v)

<sup>22</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: ...una *safa gran de Manises*, 6s, y per un *llibrell* (...) 1sou (C.1, f.5v) - ...per un *llibrell*..., 1sou (C2, f.7v)

<sup>23</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: ...*amido y altres coses per a compondré y aliñar lo Boixart* (...), 1sou 6diners (C2, f.7v) - ...8 caps de fill, 2sous 8diners (C2, f.7v) - 2 dotcenes de agujas y (...), 9s (C2, f.7v) - ...2 caps de fil de Bolanti (...), 4sous (C.6, f.5v)



piel para sacudir las sillas<sup>24</sup> y una carga de arena<sup>25</sup> quizá para alguna obra de reparación o para rellenar las salvaderas. Un dato significativo nos ofrece la compra de un tintero y un arenero, ambos de bronce, “de marca mayor”, realizados por el campanero<sup>26</sup>, con ocasión del ingreso de M. Joan Ferrer Bautista como ayudante de archivero, que nos demuestra la consideración que tenía la figura de estos profesionales y la importancia de la institución del archivo. Así mismo contamos con un posible criterio para valorar cuando se encuentran compras excepcionales sin la correspondiente justificación.

La conservación de los manuscritos no era una tarea ajena a los escribanos; en el mismo documento valenciano se reflejan algunos gastos relacionados con el mantenimiento en condiciones del archivo. El encargado de preservar el lugar era el *sirvent* (Josep Fuster), a quien se pagaba por lavar las cortinas del archivo y barrer en los meses de verano, así como por tareas de prevención, como poner *boletes de pastes contra les rates del Archiu*<sup>27</sup>. Incluso se documenta la compra de seis abanicos<sup>28</sup> que tendrían la función de hacer circular el aire dentro y evitar los ataques de microorganismos.

---

<sup>24</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *...una pelliza per a espolsar les cadires y bufets (...), 3sous (C2, f.8r).*

<sup>25</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *...una carrega de arena del grau, lloguer de 2 talegues, per portarla y pucharla, 8sous (C1, f.6r)*

<sup>26</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *...a Pere Oriol, campaner (...) per un tintor y arener de bronce de marca mayor per ocasio de aver entrat com ayudant de Archivers M. Joan Ferrer B<sup>at</sup> (C5, f.5r)*

<sup>27</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *...per bañar les veles del archiu y agranarlo (C2, f.7v) (C3, f.5v) (C4, f.5v) (C5, f.5v) (C6, f.5v) - ..a Josep Fuster, 4s per lo cost de les boletes de pastes contra les rates del Archiu (C6, f.5v)*

<sup>28</sup> Valencia, A.C.V., Legajo 2690: *...6 abanicos per al Archiu, a raó de 1s 6d (C3, f.5r)*

Existen testimonios tanto escritos como gráficos de esta preocupación por el mantenimiento del entorno de trabajo y lugar de almacenamiento; en este punto cabe recordar el conocido grabado del personaje desempolvando libros incluido en la obra satírica *Stulfitera navis* de Sebastian Brant (figura 287); la incorporamos a nuestras imágenes por aportar una visión que no hemos hallado en manuscritos iluminados.



Figura 287: Copenhague, Biblioteca Real de Dinamarca, Sebastian Brant: *Stulfitera navis*, impreso en Basilea en 1497.

Pauta común en casi todas las representaciones de escribanos será su presencia individual, pese a que en algunos monasterios o en archivos religiosos y civiles se trabajaba en grupo. En algunos monasterios se habilitaron *scriptoria* con tal finalidad, aunque cartujos y cistercienses trabajaban en la soledad de las celdas por exigencia de sus reglas (Ruiz García 2002). Se conservan representaciones pictóricas que hacen referencia a este trabajo en equipo en los monasterios -escriptorio de Távara (figura 288)- e incluso en algunas se advierte la colaboración entre monjes y seglares compartiendo trabajo y espacio (Escolar and Gútiez 1993) como en el *Libro de ajedrez de Alfonso X* (figura 290) o el manuscrito b21 de la abadía de Echternach (figura 289).

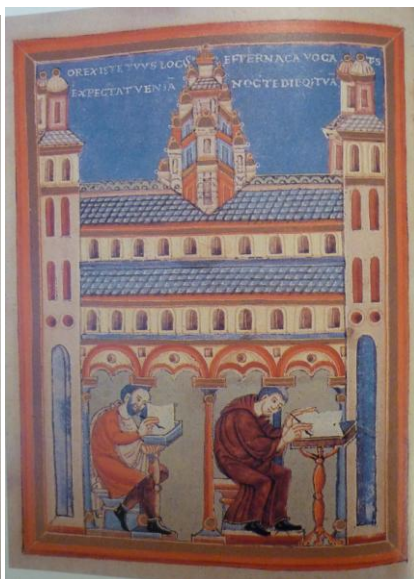
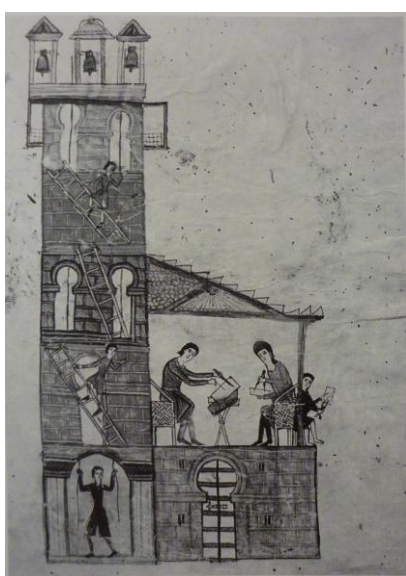


Figura 288: Escribano de Távara. Nueva York, Pierpont Morgan Library, ms. 429, fol. 183. Comentario del Apocalipsis.

Figura 290: Representación de un escribano con un monje y un seglar trabajando conjuntamente. Bremen, Stadts-und Universitätsbibliothek, Ms. b.21, fol. 24v. Obra fruto del encargo de los emperadores otomanos a la abadía de Echternach hacia 1039-40.



Figura 289: Escritorio alfonsí en el que trabajan clérigos y estudiantes. El Escorial, Biblioteca del monasterio, *Libro de ajedrez, dados y tablas*, tomo 1, f. 1.

Por lo que se refiere a los apoyos, hemos visto cómo en numerosas representaciones los escribas trabajan sobre sus rodillas sin necesidad de muebles accesorios, con frecuencia en figuras que representan a los evangelistas (figuras 291, 292 y 293) y otros personajes que recogen un dictado relevante o son testigos de acontecimientos históricos o religiosos (figuras 294, 295 y 296).

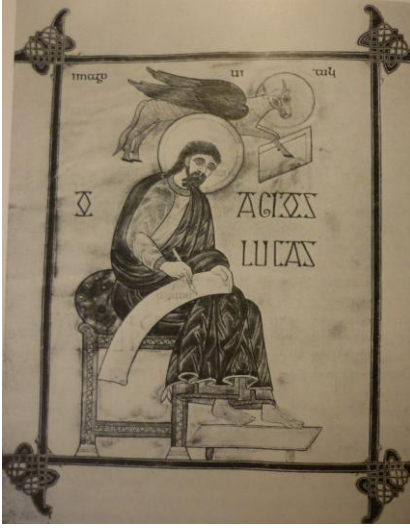


Figura 291: San Lucas, *Libro de Lindisfarne*, anterior al 698.



Figura 292: San Marcos. Nuevo testamento bizantino elaborado posiblemente en Italia (Grottaferrata), en la segunda mitad del siglo XII.



Figura 293: San Lucas. Valencia, Museo de Bellas Artes. Óleo sobre tabla del conjunto de evangelistas de Joan Reixach. Segunda mitad del siglo XV.



Figura 294: Escribano. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 36, tomo II, *Decretalium commentaria*.



Figura 295: Escribano redactando la crónica. Barcelona, Arxiu Històric de la ciutat, *Llibre verd*, fol 27.

Figura 296: *San Juan escribe el Apocalipsis presenciando el bautismo de Cristo*. Nicolás Borrás. Valencia, Museo de Bellas Artes.

La tipología de asientos, pupitres y atriles es muy variada. Pueden aparecer solo algunos de estos elementos, o todos ellos, y en ocasiones se ensamblan formando un único mueble. Los conjuntos más sencillos consisten en banquetas y sillas modestas y pequeños atriles de una sola columna o apoyo (figuras 297 y 298), o incluso un listón que sujeta el atril desde la silla (figura 299).



Figura 297: Evangelistas sentados con sus símbolos y atributos. Aquisgrán, Domschatzkammer, s.n., fol 13.



Figura 298: Evangelista San Mateo. Salzburgo, *Codex Millenarius*.



Figura 299: Laurence, prior de Durham como copista. Durham, University Library, Ms. Cosin V.III 1, fol. 22v.



También vemos anchos bancos, sin respaldo, sobre todo para los evangelistas (figuras 300 y 301), y sillones de madera con alto respaldo, diseño arquitectónico y variadas decoraciones (figuras 302, 303 y 304).

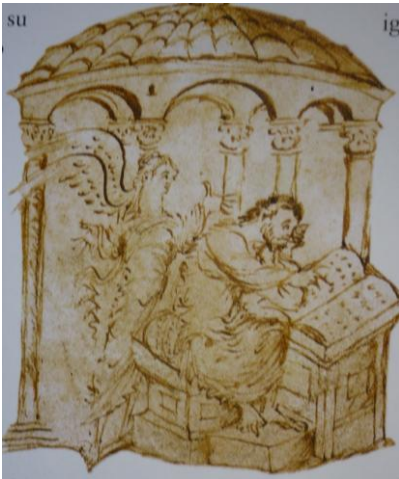


Figura 300: Evangelista al dictado de un ángel sobre un sillón con atril. Utrech, Universiteitsbibliotek, Ms. Bibl. Rhenotriactinae nº 32. Salterio escrito en la abadía benedictina de Hautvillers ca. 820.

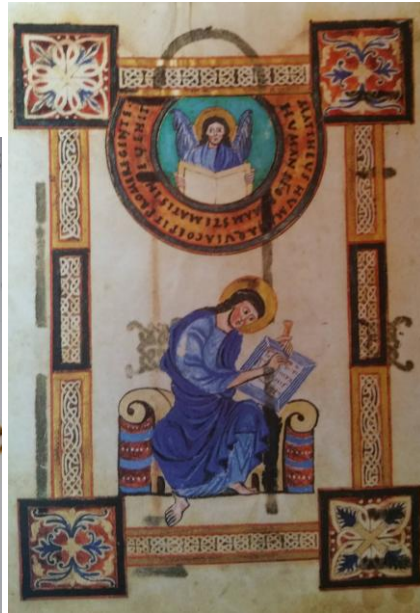


Figura 301: San Mateo inspirado por un ángel. Colonia, Schnütgen-Museum, cod. 6531, fol. 11v. Evangeliario procedente de la abadía de san Amand. ca. 860.



Figura 302: Monje trabajando en su sillón con atril exento. Valencia, Archivo de la Catedral. *Commentaria in Evangelium et Apocalipsim Sancti Ioanis*.



Figura 303: San Juan evangelista. París, *Les Louanges de Moseigneur*, fol. 1.



Figura 304: Evangelista en actitud de autoridad sacra con el libro sobre las rodillas y usando solo la pluma. Maaseik, Sint-Katharinakek, Evangelionario de Maaseik, primera mitad del siglo VIII.

La superficie de trabajo podían ser simples tablas, mesas, atriles o pupitres. En ocasiones vemos planos horizontales (figuras 305 y 306), pero en su gran mayoría eran inclinados para compensar el corte oblicuo de la pluma y hacer más cómoda la escritura (figuras 307 y 308), algunos se desarrollan a modo de mueble de almacenaje con espacio en la zona inferior para alojar libros e instrumentos (figuras 309, 310, 311 y 312).



Figura 305: San Lucas escribiendo. Valencia, Archivo de la Catedral. Biblia Vulgata Latina, tomo II.

Figura 306: San Juan escribiendo. París, Biblioteca Nacional, ms. Rothschild 2529, fol. 386v.



Figura 307: San Juan escribiendo. Rouen, Bibliothèque Municipale, Ms. 96, fol 91r.

Figura 308: San Juan escribiendo. París, Biblioteca Nacional, Ms. Rothschild 2529, fol. 297v.



Figura 309: Detalle de evangelista en el retablo de la Visitación del Maestro de Segorbe. Segorbe, Museo Catedralicio.



Figura 310: San Lucas escribiendo el Evangelio y asistiendo a la Anunciación. París, Biblioteca Nacional, ms. fr. 19088, fol. 1.



Figura 311: San Juan en su escritorio. Joan Reixach. Valencia, Museo de Bellas Artes, óleo sobre tabla.



Figura 312: Detalle de san Lucas escribiendo el Evangelio sobre su escritorio con un tintero metálico. Valencia, Museo de Bellas Artes, óleo sobre tabla. Joan Reixach.

Copistas y traductores vieron facilitada su labor con atriles dobles que incluían a veces manivelas, torniquetes y otros ingenios que mejoraban la ergonomía (figuras 313 y 314).

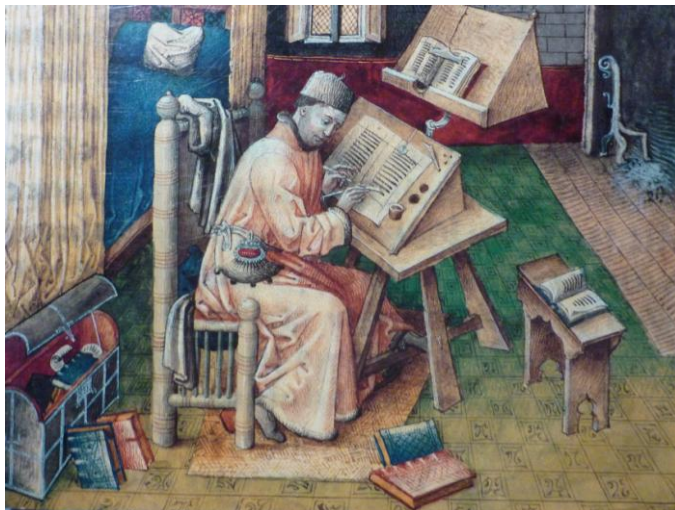


Figura 313: Jean Miélot como escriba y traductor para el duque de Borgoña. Londres, British Library, ms. Royal 10, A. XIII, fol. 2v.



Figura 314: Miélot trabajando en su estudio. París, Biblioteca Nacional, Ms. fr. 9198, fol. 19r, *Miracles de Notre-Dame*, ca. 1456. Grisalla de Jean Tavernier.

Algunas imágenes de celdas o de escritorios en entornos burgueses nos ofrecen una visión más amplia del mobiliario de los escribas: pupitres que se prolongan en un frontal con estantes y saledizo (figuras 315, 316 y 317), mesas abatibles para contener y proteger los utensilios, baúles, estanterías, tanto para libros como para materiales e instrumentos (figuras 318, 319, 320, 321, 322 y 323)



Figuras 315, 316 y 317: San Juan, san Lucas y san Marcos en sus estudios. Madrid, Museo Thyssen, Gabriel Mälesskircher, 1478.



Figuras 318: San Mateo en su estudio. Madrid, Museo Thyssen, Gabriel Mälesskircher, 1478.

Figura 319: San Ildefonso escribiendo. El Escorial, Biblioteca del Monasterio, *Cántigas de Santa María*, tomo 1, fol. 7.





Figura 320: *San Jerónimo en el estudio*. Barcelona, Museo Nacional de Arte de Cataluña, óleo sobre tabla, ca. 1450.

Figura 321: *San Agustín en el estudio*. Vic, Museo Episcopal, 1466-50.



Figura 322: Composición humanista que representa a Ovidio escribiendo su obra. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. Manuscrito realizado en Brujas entre 1470 y 1480, fol. 13.



Figura 323: *San Guerau l'almoiner*. Maestro de Xàtiva. Iglesia Parroquial de San Pedro de Xàtiva.

Un hecho muy curioso que se observa en ciertos manuscritos de entre los siglos XIV y XVIII son las imágenes al margen. Ion Cía Álvaro<sup>29</sup> describía así estas expresiones *artísticas* espontáneas: "cuando en una primera mirada repasamos las manifestaciones gráficas legadas por nuestros escribanos entre sus documentos, descubrimos los reflejos de conciencias individuales que desean comunicar, expresar y dejar su impronta en el tiempo". Este acto creativo que se genera con la excusa de probar la pluma o tapar una mancha de tinta ha dejado interesantísimos testimonios contemporáneos en imágenes tan variopintas como las que se muestran en la figuras 324, 325, 326, 327 y 328.

---

<sup>29</sup> Cía Álvaro, I (2010): "Imágenes al margen" en *Imágenes al margen: cotidianidad en la Valencia de los siglos XIV al XVIII*. Catálogo de la exposición organizada por el Museu Valencià de la il·lustració i la Modernitat-MUVIM.

- Alonso Llorca, J. (1999): "Entreteniment, sàtira i transgressió en uns documents històrics de l'Arxiu del Regne de València", *Falla Sant Feliu*, Xàtiva, pàgs. 38-42.

-Alonso Llorca, J., Terol Reig, V. (2000): "La ploma de l'escrivà i l'imaginari col·lectiu. Manifestacions gràfiques marginals en la documentació medieval i moderna valenciana", *Carolus Rex Valentiae. Els valencians i l'imperi*, Generalitat Valenciana, València, pàgs. 252-258.

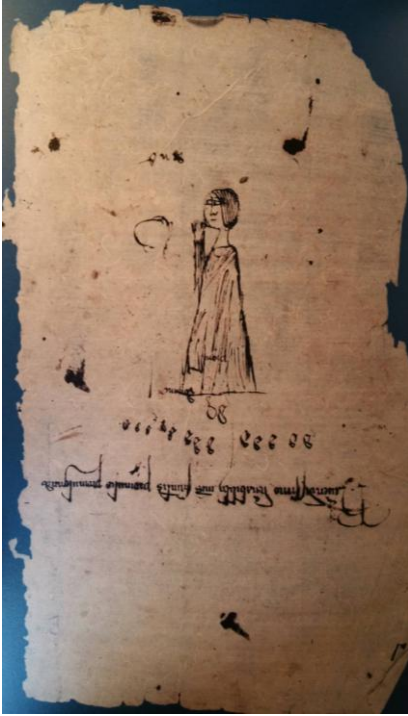


Figura 324: Valencia, Archivo del Reino. *Justicia 300 sous*, nº 147, folio suelto.



Figura 325: Valencia, Archivo del Reino. *Justicia 300 sous*, nº 82, cuarta mano, contraportada.

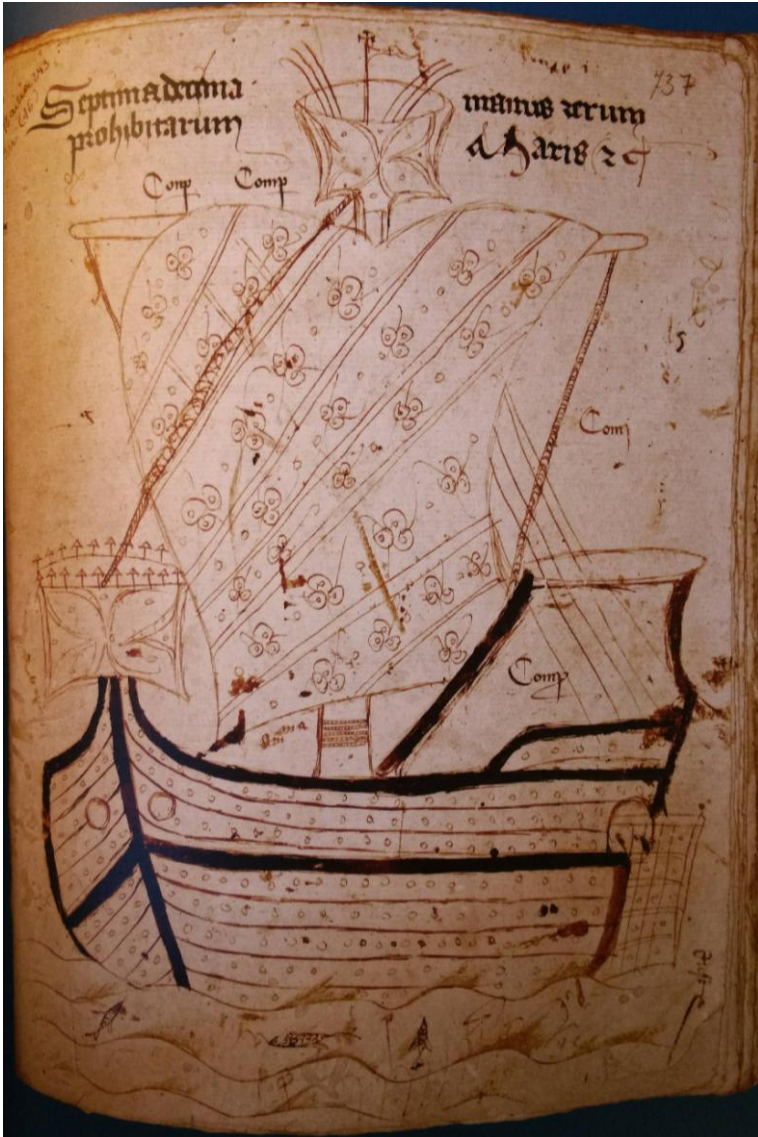


Figura 326: Valencia, Archivo del Reino. Bailía, nº 243, fol. 737.



Figura 327: Valencia, Archivo del Reino. *Justicia civil 300 sous*, nº 27, primera mano, portada.

Figura 328: Dibujos al margen y pruebas de pluma del Libro de *Cort del Justicia* de 1639 del Archivo Municipal de Ontinyent.

#### 4.5.2. La imagen de los escribanos

La existencia de abundante representación de escribanos y copistas en manuscritos y otras manifestaciones artísticas ofrece, a priori, valiosa información para analizar su entorno y las condiciones materiales que los rodeaban. La paleógrafa Ruiz García (1988 y 2002) apunta que "estos motivos se perpetúan de forma convencional, copiando modelos precedentes sin más, lo que invalida en parte su valor documental". Del mismo modo se pronuncian a este respecto Walther y Wolf (Walther and Wolf 2005) al decir que son "más convencionales y poco valiosos". Sin embargo, a pesar de que el autorretrato del autor como evangelista es a la vez la imagen más recurrida y convencional, hemos constatado que esta y otras muchas variantes constituyen en sí mismas estimables

fuentes de estudio de ambientes, instrumentos, actividades y estatus de escribanos, copistas, cronistas y funcionarios.

Hay que tener en cuenta que, si bien en la época clásica quizá los escribanos se encargarían ellos mismos de las decoraciones de los manuscritos cuando consistían en motivos sencillos (Alexander 1992), ambas actividades se irían diferenciando de modo que lo habitual en la época medieval era que artista y copista fueran personas distintas (De Hamel 1999).

En cuanto a la identificación y reconocimiento de la figura de los iluminadores en las fuentes escritas, aparecen las primeras menciones en crónicas monacales del siglo XI; también se ha encontrado numerosa documentación de archivo acerca de pagos o encargos a estos artistas, así como evidencias en los propios manuscritos donde algunos autores plasmaron su firma. En las fuentes literarias es célebre la mención por parte de Dante en su *Divina Comedia* de los iluminadores Franco Bolognese y Oderisi de Gubbio (Alexander 1992).

Entre la gran variedad de imágenes de escribanos a nuestro alcance, muchas de ellas parecen ser autorretratos, ya sea encarnando a personajes insignes escribiendo o simplemente en las labores de su oficio en muy variados contextos. Las imágenes en que el autor presumiblemente se autorretrata revestido de evangelista, santo u otras figuras célebres son las más deudoras de cierta tradición iconográfica. Afortunadamente disponemos también de autorretratos de artista, individuales, firmados como tales y de numerosos ejemplos de escenas de mayor libertad artística donde aparece

la figura del escribano con personajes del manuscrito en cuestión, recibiendo la visita de los comitentes, en su labor dentro del monasterio, o en su cometido de funcionario o cronista.

En muchas de las imágenes "al copista se le confiere una dignidad que lo equipara con el autor del texto del libro o con los evangelistas escribiendo" (Walther and Wolf 2005); de hecho ya hemos mencionado la abundancia de esta tipología desde antiguo y son estas imágenes más tempranas las que se perpetúan hasta el arte pictórico de siglos posteriores. Los más antiguos se representan, por influencia del arte bizantino, con togas a la romana en sillones con atriles (figura 329) o entronizados de frente, con los pies descalzos y aureola (figura 330).



Figura 329: Evangelista. Bruselas, Biblioteca Real Alberto I, ms. 18723, siglo VI.

Figura 330: Evangelista Juan. Viena, Österreichische Nationalbibliothek, Evangelio de la Coronación, fol. 178v. Anterior al 800.



Las imágenes que se conservan del siglo VIII se vuelven más estáticas, alejadas del naturalismo clásico bizantino; donde los evangelistas se enmarcan en arquitecturas sencillas bajo arcos (figura 331). Estos elementos arquitectónicos también los encontraremos en el siglo IX, con paisajes al fondo, (figuras 332 y 333) hasta el siglo XI (figura 334). Otras veces el evangelista se inscribe dentro de un perfil u orla (figura 335) más o menos historiado (figuras 336, 337, 338, 339, 340 y 341) que cumple con una función de encuadre que hacia el siglo XII empezarán a sustituir las letras iniciales (figura 342) hasta llegar a bien entrado el siglo XV (figura 343).



Figura 331: San Mateo. Kremsmünster, Biblioteca del Monasterio. Codex Millenarius.  
Figura 332: San Juan. Londres, British Library, Cotton Ms. Tiberius A.II, fol. 164v.

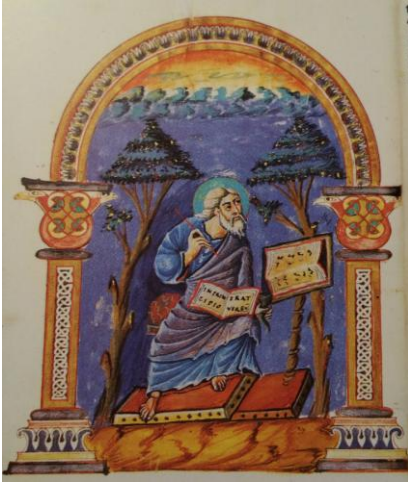


Figura 333: San Juan. París, Biblioteca Nacional, ms. lat. 257, fol. 174v. Evangeluario de Francisco I, procedente de la abadía de Saint Amand.

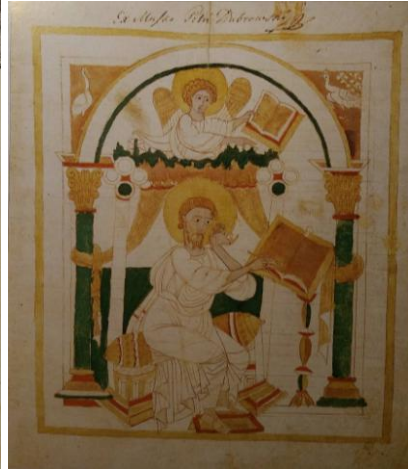


Figura 334: San Mateo. San Petersburgo, Biblioteca Nacional, Tetraevangelio, fol. 24.



Figura 335: San Juan. París, Biblioteca Nacional, ms. lat. 257, fol. 174v. Evangeluario de Francisco I, procedente de la abadía de Saint Amand.

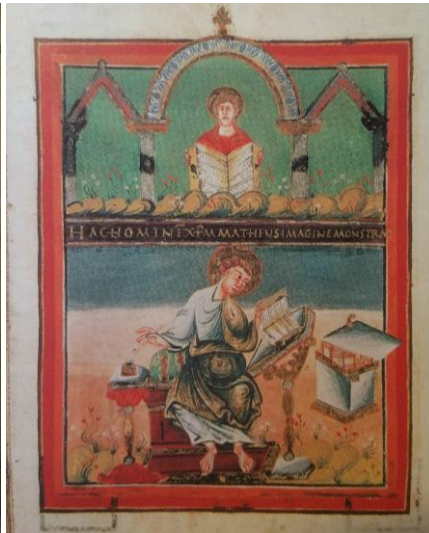


Figura 336: San Mateo. San Petersburgo, Biblioteca Nacional, Tetraevangelio, fol. 24.



Figura 337: San Mateo. París, Biblioteca Nacional, ms. Nouv. acq. lat. 1203, fol. 1. Evangeluario de Godescalco.



Figura 338: San Marcos. , Biblioteca Nacional, ms. Nouv. acq. lat. 1203. Evangeluario de Godescalco.



Figura 339: San Mateo. París, Biblioteca Nacional, ms. Nouv. acq. lat. 1203, fol. 1. Evangeluario de Godescalco.



Figura 441: San Marcos. , Biblioteca Nacional, ms. Nouv. acq. lat. 1203. Evangeluario de Godescalco.



Figura 340: San Lucas. Boulougne-sur-mer, Biblioteca Municipal, ms. 14, vol. II, fol.5.

Figura 341: Evangelistario benedictino. Madrid, Biblioteca Nacional, Ms. Vitr. 20-6.



Figura 342: Iniciales con las figuras de los evangelistas. Barcelona, Archivo de la Corona de Aragón, ms. Ripoll 2, fol. 1r, 38v, 47v y 220r.

Si bien en estas representaciones de evangelistas se presume su carácter de autorretratos, existen otras imágenes en las que es clara la intención del autor de retratarse como tal, evidenciando un cierto orgullo. Quizá la más famosa sea la de Hildebertus con su asistente (figura 343), en la que se dibuja trabajando y con sendos nombres sobre cada personaje. O el autorretrato de Hugo del siglo IX (figura 344), donde especifica su oficio de pintor –quizá simultaneado, en esta edad

temprana, con el de escribano- trabajando en su atril con la pluma y el cuchillo pero mostrándose casi de frente.



Figura 343: Hildevertus con su asistente Everwius. Praga, Biblioteca Municipal, A31/1, fo. 153v.

Figura 344: Autorretrato de Hugo "pictor". Oxford, Bodleian Library. Ms. Boble717, fol. 287v.

También anteriores al siglo XIII, contamos con tres célebres retratos de pintores y escribanos que además de su nombre dejan constancia de su fisonomía; son los de Wernherus , Eugilbertus y Rainaldus (figuras 345, 346 y 347)



Figura 345: Wernherus "pictor" con el monje Reinhard. Stuttgart, Württembergische Landesbibliothek, Cod. Hist. Fol 420, folio 1.

Figura 346: Inicial Q con el autorretrato de Engilbertus. Tréveris, Stadtbibliothek, Cod. 261/1140 2º, fol. 153v. Homiliary.

Figura 347: Inicial "O" con Rainaldus el escribano y Oliverius el pintor. Douai, Bibliothèque municipale. MS. 340, folio 9. Hrabanus Maurus, *De Landibus Sanctae Crucis*.

En el siglo X San Dunstán fue abad de Glastonbury, obispo de Worcester, de Londres y arzobispo de Canterbury. Canonizado como santo de la Iglesia católica, trabajó, principalmente, en la reforma de la vida monástica. Su biógrafo del siglo XI, Osbern de Canterbury, afirma que Dunstán era ducho en «hacer dibujos y escribir letras». Quizá esta fama le hiciera autorretratarse en el momento humilde de escribir "transportado" por Cristo (figura 348).

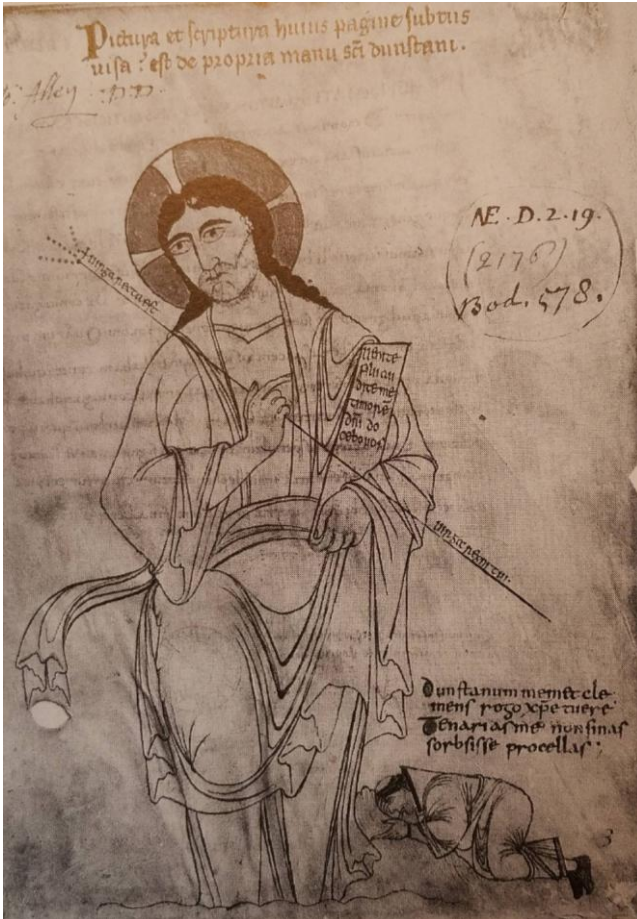


Figura 348: Posible autorretrato de San Dunstán. Oxford, Bodleian Library. Ms. Act. F.4, 32, fol. 2.

Se conservan ejemplos de posteriores autorretratos enmarcados en iniciales como el de Félix (figura 349) y otros retratos de autor, o el copista representado como Cirilo de Alejandría (figura 350), o el magnífico escribano del códice número 36 de la Catedral de Valencia (figura 351).





Figura 349: Inicial P con el autorretrato de Felix. París, Bibliothèque Nationale, latin 11575, folio 1. *Florus* en la Epístola de San Pablo.

Figura 350: Cirilo de Alejandría. Barcelona, Biblioteca de Catalunya, ms. 562, *Thesaurus aduersus haereticos*, fol. 1.



Figura 351: Escribano. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 36. *Decretalium commentaria*, tomo II.

Otra muestra interesante, vinculada a la Corona de Aragón aunque se custodia en la Biblioteca de El Escorial, es la imagen del caballero y cronista Ramón Muntaner. El propio texto nos informa de que se encuentra redactando su *Crónica* en el interior de la alquería que poseía en la huerta de Valencia (figura 352), pero no podemos más que suponer que es un retrato de autor porque no aparece ninguna mención al respecto.



Figura 352: Ramón Muntaner. El Escorial, Biblioteca del Monasterio (K.I.6, f.1). *Crónica* de Ramón Muntaner.

Avanzando en el tiempo continúa la tradición de los retratos de monjes autores, como el del Lactancio napolitano que ofrece arrodillado su libro a bendecir (figura 353), o el retrato de Pietro Hippolyto da Luna en su estudio con una arquitectura muy detallada (figura 354).

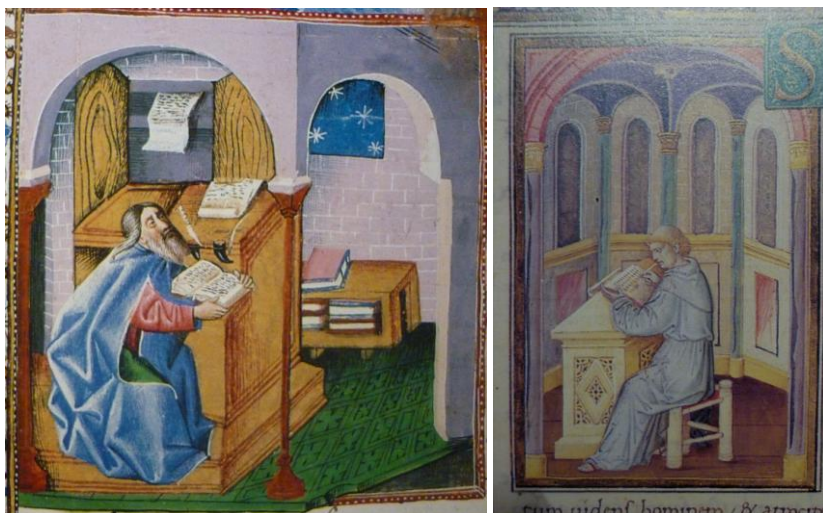


Figura 353: Escribano ofreciendo su libro a bendecir. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. Lactancio., fol. 33.

Figura 354: Autorretrato de Pietro Hippolyto da Luna. Londres, British Library.: Add.MS.15273, fol 8v.

Especialmente interesante resulta el retrato de Martín le Franc que se representa escribiendo su libro en medio de un idílico paisaje evocador (figura 355), y el autorretrato del pintor Nicolaus Bertschi y su mujer, quien incluye en el conjunto al escriba al que identifica como Leonhard Wagner (figura 356).



Figura 355: Autorretrato de Martin le Franc. Ginebra, Biblioteca Municipal, ms. 875, fol. 437, *Le champion de les dames*.



Figura 356: Autorretrato de Nicolaus Bertschi con su mujer, Margaret; y del monje escribano. Stuttgart, Wütterbergische Landesbibliothek, Cod. Mus. I fol 65, fol 236v. Gradual.

Presentamos ahora retratos de autor de finales del siglo XV y mediados del XVI en los que las vestiduras y ambientación denotan el estatus que fueron alcanzado los escribanos gracias a la elaboración de libros manuscritos y, parece que en mayor medida, los iluminadores. El iluminador del *Mare Historiarum* (figura 357) se muestra con elegantes vestiduras, recibiendo la visita de un poderoso comitente; Gaspare da Padova (figura 358) aparece enmarcado en profusa ornamentación, y Bartolomé Neroni, pintor, se retrata junto a su cliente y al copista eclesiástico, de imagen más austera (figura 359).

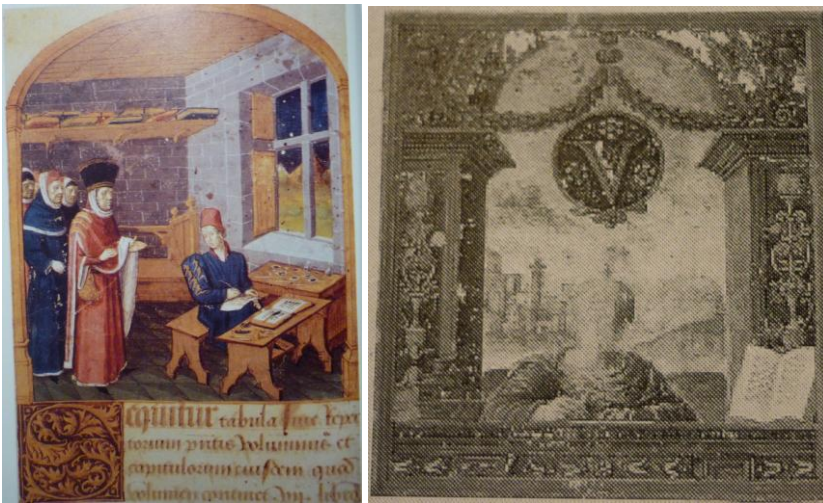


Figura 357: Autorretrato de un iluminador anónimo recibiendo visitantes. París, Bibliothèque nationale, latin 4915, folio 1. Giovanni Colonna, *Mare Historiarum*.

Figura 358: Gaspare da Padova. New York, New York Public Library, ms Spencer 20, f.1. Valerio Máximo, *Facta et dicta memorabilia*.



Figura 359: Autorretrato de Bartolomeo Neroni pintor, y del copista. Génova, Biblioteca Civica Berio, Cf. 3. 2, folio 1. Gradual.

Aunque son escasas las imágenes de mujeres escribiendo, ya hemos mostrado al principio de este capítulo la imagen de una monja en acción. Además, "imitando el estilo de los retratos de autor de la Edad Media tardía, hay representaciones de Christine de Pisan, una de las escritoras más conocidas de la literatura europea antigua" (Walther and Wolf 2005). Los aposentos y su vestimenta revelan el elevado rango social que poseía (figura 360).



Figura 360: Autorretrato de Christine de Pisan. Londres, British Library, harley, Ms. 4431. Epístola de Othea a Héctor.

Otras escenas que nos ofrece numerosos elementos de estudio son aquellas en las que aparecen los escribanos como cronistas y testigos de escenas civiles contemporáneas o recogiendo el dictado de grandes figuras de la Iglesia, como San Gregorio con su escribiente (figura 361).



Figura 361: Gregorio el Grande y su escribiente. "Registrum Gregorii", hoja suelta, maestro del Registrum Gregorii, Tréveris.



Las escenas civiles suelen referirse a actos de la realeza (Silva y Verástegui 1988) o dictado de leyes en las que el escriba atiende al suceso o al discurso en postura sedente escribiendo sobre las rodillas o sobre un atril (figuras 362, 363, 364, 365, 366 y 367). También se han documentado ilustraciones de otros personajes relevantes de la intelectualidad dictando a sus escribanos o discípulos (figuras 368 y 369).



Figura 362: Cántigas de Santa María. Alfonso X. El Escorial, Biblioteca del Monasterio, T.I.1, fol.72.



Figura 363: Alfonso el Casto dispone la ordenación del Archivo Real con el Jurista Ramón de Caldes. Barcelona, Archivo de la Corona de Aragón. *Liber Feudorum Maior*, fol. 1r.



Figura 364: Libro de privilegios de Mallorca. Mallorca, Archivo del Reino, fol. 1.

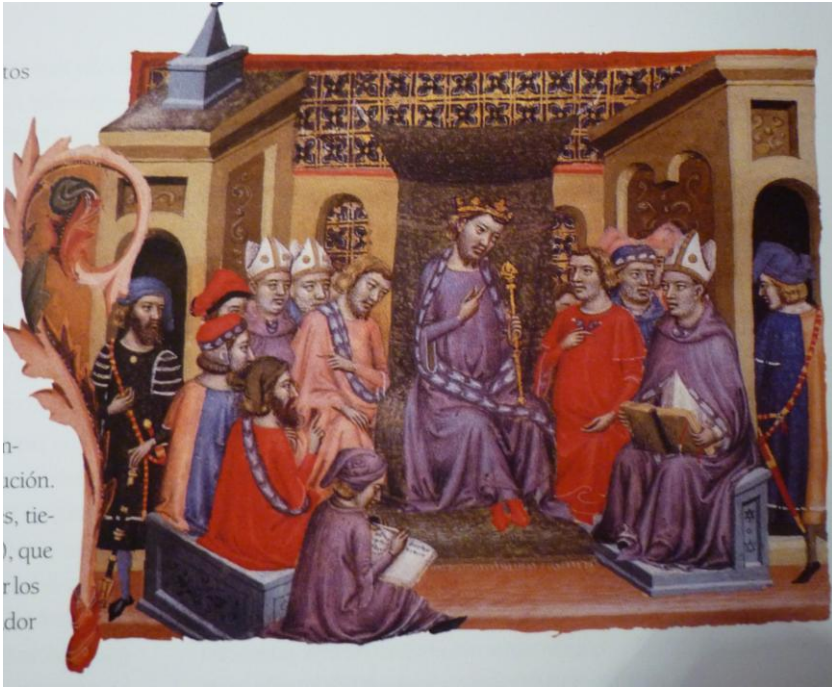


Figura 365: Alfonso el Benigno presidiendo las Cortes. La Paeria, Lérida, Archivo Municipal. Libros de Usos y Constituciones de Catalunya fol. 160r.



Figura 366: Escribano redactando las leyes. La Paeria, Lérida, Archivo Municipal. Libros de Usos y Constituciones de Catalunya fol. 160r.



Figura 367: Luis XII dictando una carta a su escribano. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. *Epistres en vers François* dedicados a Ana de Bretaña y a Luis XII. E. 7, fol. 81v.



Figura 368: Kunrat von Ammenhausen dictando al escriba. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. *Le livre de jeu d'échecs das schachzabelbuch*.



Figura 369: Francesco Alvarotti y un alumno. Ravenna, Biblioteca Classense, ms 450, f.2. Girolamo da Cremona, Francesco Alvarotti, *Consilia et allegationes*.

Resultan curiosas las representaciones de los escribanos que reciben a los comitentes en su estudio para ver la marcha de su trabajo (figuras 370 y 371), o las de copistas frente a los personajes de la obra manuscritos (Smeyers 1999), como Tristán e Isolda (figura 372) o Cicerón ante sus personajes (figura 373).



Figura 370: Carlos el Temerario visitando el estudio de Charles Martel. Bruselas, Biblioteca Nacional, ms. 6, fol. 9.





Figura 371: Carlos el Temerario visitando el escribano. Bruselas, Biblioteca Nacional, ms. 6, fol. 7.



Figura 372: Autorretrato del escritor con los personajes de Tristán e Isolda, Chantilly, Musée Condé, Mss. 645 – 647, 315-317, fol 1r.

Figura 373: Cicerón escribiendo ante sus personajes. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. *Epistres en vers François* dedicados a Ana de Bretaña y a Luis XII. E. 3, fol. 61.

Otro tipo interesante es aquella en la que se presentan al lector imágenes de escritores o intelectuales célebres escribiendo, tanto seculares como eclesiásticos. Es probable que en muchas ocasiones, como sucedía con los evangelistas, se trate de retratos de autor. La iconografía no respeta necesariamente el rigor histórico de manera que podemos observar una imagen conjunta de Platón y Sócrates, ataviados con ropajes medievales y trabajando en sillones con atril incorporado (figura 374). Otra imagen de Aristóteles bien distinta se conserva en el primer volumen de las obras de Aristóteles, elaborado en Venecia hacia 1483, donde el filósofo se sitúa sentado en el suelo con la pluma en la mano y el libro y un tintero de metal en tierra. Su indumentaria recuerda más bien a la de los turcos que comerciaban en tierras italianas (figura 375).

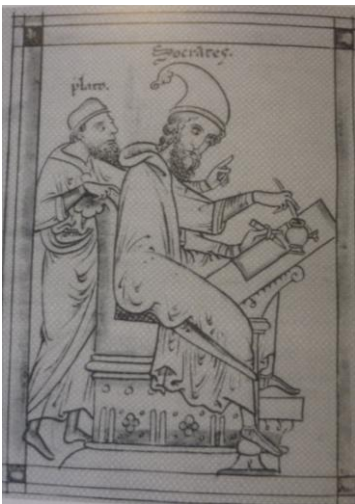


Figura 374: Sócrates y Platón. Oxfors, Bodleian Library, Ms. Ashmole 304, fol. 31v.

Figura 375: Aristóteles. Página de título del primer volumen de las obras de Aristóteles, Venecia, hacia 1483.

Estas imágenes de autores clásicos son propias del siglo XV, con el auge humanístico en la literatura; así tenemos la imagen que Martín de Braga elaboró de Cicerón componiendo su tratado de *De senectute* (figura 376), los retratos de Plutarco de Girolamo de Cremona (figura 377) o de Todeschino (figura 378), repitiendo la misma fórmula y enmarcándolos en medallones a la antigua (D'Urso 2007). De este mismo iluminador se conserva una elegante imagen de Ovidio en su estudio (figura 479).



Figura 376: Cicerón componiendo su tratado de *De Senectute*. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. Marín de Braga (pseudo-Séneca). *Formulae honestae vitae*.

Figura 379: Ovidio, París, Biblioteca Nacional, ms lat. 8016, f.1. *Metamorphosis*, G. Todeschino.



Figura 377: Plutarco. París, Biblioteca Nacional. Girolamo da Cremona. *Vitae*, Venezia, Vélins 700, f.1.

Figura 378: Plutarco. Dublín, Trinity College, Fag. GG. 2. I, 1, f.1. G. Todeschino. *Vitae*, Venezia.

Las imágenes de santos y personajes bíblicos célebres por su labor intelectual son una constante en la iluminación europea. De entre los primeros, la imagen de San Jerónimo como traductor de la Biblia Vulgata es una de las más repetidas desde inicios del siglo VIII y en todo occidente (figuras 380 y 381). Son imágenes que guardan mucha relación con las que hemos estudiado de los evangelistas y hay que considerar igualmente la posibilidad de que sean retratos de autor.

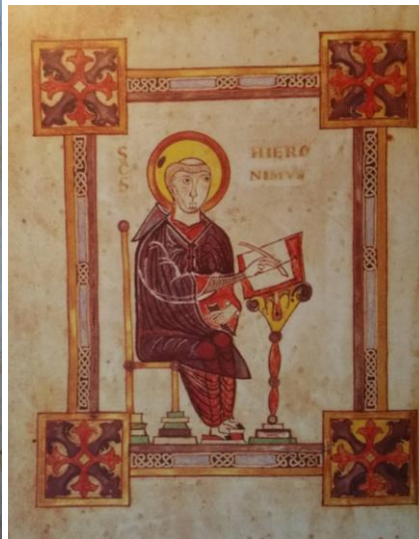


Figura 380: San Jerónimo en un trono con un libro en las manos. San Petersburgo, Biblioteca Nacional, Epístolas de san Jerónimo, fol. 3v.

Figura 381: San Jerónimo escribe una carta al papa Dámaso. Colonia, Diözesan-und-Dombibliothek, cod. 14, fol. 1v. Evangelionario procedente de la abadía de St. Amand.

Otros santos, personajes bíblicos o de la tradición judaica en el acto de escribir no son tan frecuentes como San Jerónimo, pero son una constante. Existen por ejemplo, imágenes de Esdras en Codex Amiantius -anterior al 716- que guarda la Biblioteca Medicea Laurenciana (figura 382), o la singular representación de Samuel escribiendo al dictado de Josefo (figura 383).



Figura 382: Profeta Esdras. Florencia, Biblioteca Medicea-Laurenziana. Ms. Amiatinus 1, fol 5r.



Figura 383: Samuel copia al dictado de Josefo. Cambridge, St John's College. Ms A.8, f.103v.

La Catedral de Valencia custodia por su parte una llamativa escena de Moisés con sus atributos escribiendo el Génesis (figura 384).



Figura 384: Escena del génesis con Moisés. Valencia, Archivo de la Catedral, cód. 4, fol. 1. *Commentria in Sacram Scripturam*. Tomo I, *In Genesis*.

Los santos como San Agustín (figura 385), San Cipriano (figura 386), San Gregorio Magno (figura 387) o Santo Tomás (figuras 388 y 389) suelen aparecer en la intimidad del acto en su celda, pero existen también imágenes de santos colaborando en la redacción de un texto compartiendo el mismo espacio, a pesar de tratarse de personajes que vivieron en distintas épocas (figura 390).





Figura 385: San Agustín. Página Inicial de un Comentario de los Salmos normando.

Figura 386: San Cipriano. París, Biblioteca Nacional, Iohannes Scotus, *Super secundo sententiarum quaestiones*; ms. Lat. 3063, C.1r.

Figura 388: Santo Tomás en su estudio. Nápoles, Biblioteca Nacional; *Super quattuor libero sententiarum*, ms. VII.B.4, c.13r.

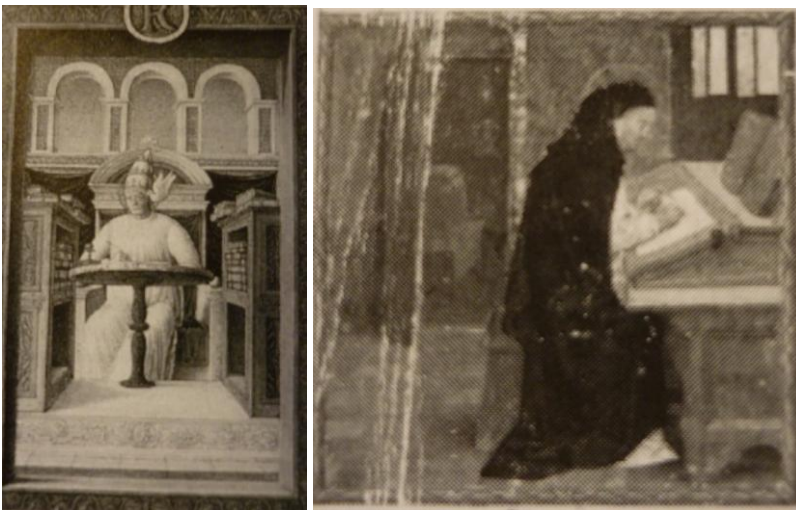


Figura 387: San Gregorio Magno. Glasgow, University Library, ms Hunter 47, f.1.

Gaspare de Padova e G. Todeschino. Quinto Curzio Rufo, *De rebus gestis Alexandri Magni*.

Figura 389: Santo Tomás de Aquino en su estudio. Grenoble, Bibliothèque Municipale, ms 80, f.1G. Todeschino. Santo Tomás de Aquino, *Super metaphysicam Aristotelis*.



Figura 390: San Juan Crisóstomo y San Mateo. Madrid, Biblioteca Nacional, Res. 205, fol.1. Homilías de San Juan Crisóstomo.

Para terminar este recorrido vamos a hacer mención a un descriptivo manuscrito que conserva la Biblioteca Nacional Rusa en San Petersburgo sobre las epístolas dedicadas a Ana de Bretaña y Luis XII de Francia, escrito en verso a inicios del siglo XVI (Voronova and Sterligov 1996). En ellas contemplamos a los monarcas escribiéndose el uno al otro con su puño y letra, prescindiendo del habitual escribano que les asiste en sus epístolas oficiales a otros dignatarios (figura 391). Ambos escriben sobre mesas horizontales con manteles y sobre las cuales se aprecian solamente los elementos necesarios para la escritura como el plumier o los tinteros, y una hoja de papel (figuras 392 y 393). La acción no se desarrolla en la intimidad sino en presencia de la corte en ambos casos.

El mismo libro recoge una imagen insólita que relata el momento en que un labrador dicta una carta a un niño, lo que hace destacar la importancia de la preparación cultural en las nuevas generaciones. El atril es sustituido por un carro como apoyo, y el niño se vale de la pluma y un tintero portátil (figura 394).



Figura 391: Ana de Bretaña le pide al rey de Francia que vuelva a su lado. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. E. 1, fol. 1v. *Epistres en vers François* dedicados a Ana de Bretaña y a Luis XII.

Figura 392: Luis invita a su esposa a viajar a Italia. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. E. 4, fol. 51v. *Epistres en vers François* dedicados a Ana de Bretaña y a Luis XII.



Figura 393: Ana de Bretaña escribe rey de Francia. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. E. 5, fol. 58v. *Epistres en vers François* dedicados a Ana de Bretaña y a Luis XII.



Figura 394: Campesino dictando una carta a un niño. San Petersburgo, Biblioteca Nacional. E. 2, fol. 31v. *Epistres en vers François* dedicados a Ana de Bretaña y a Luis XII.

Como hemos podido observar en este recorrido por las imágenes de escribanos en los libros iluminados europeos de la Edad Media, existen muchos modelos y tipos de representación. En la mayoría de los casos los autores han querido dejar una cierta constancia de su imagen encarnados en otros personajes como los evangelistas, pero en ocasiones también reivindican con su verdadero nombre y autorretrato la autoría de las obras que elaboraban, señal de la concienciación y reconocimiento que con el tiempo irán asumiendo. No se ha pretendido alcanzar una reflexión historiográfica ni estilística de estos modelos sino más bien acercar su información al tema de nuestra tesis. La representación del copista o iluminador es muy habitual y la gran cantidad de datos que nos ofrece ha supuesto un gran estímulo para su estudio, sin menospreciar el goce estético. Pero especialmente nos ha complacido la posibilidad de encuadrar y comprender mejor la labor de aquellos profesionales, artistas de la escritura y la pintura cuyos manuscritos pasan hoy en día por nuestras manos para ser restaurados y conservar su legado.

## **Capítulo 5**

---

# **Resultados de los análisis de muestras de tinta valenciana de los siglos XIII-XVIII**





En este capítulo vamos a realizar un profundo estudio de los resultados obtenidos de los porcentajes de concentración en análisis de las muestras de tintas valencianas mediante microscopio electrónico de barrido acoplado a un espectrómetro de fluorescencia de rayos X dispersiva en energía -que adjuntamos en la tabla A.3)- en la que recogemos los siguientes campos:

- **línea:** pertenece al número de muestra
- **archivo:** en número -más adelante detallamos la lista de los archivos respecto a esta numeración-.
- **código de la muestra:** en el que las tres primeras letras corresponden al archivo, las siguientes numérico-alfabéticas al número de libro de ese archivo y las finales al número de muestra de tinta recogida del mismo volumen. Por ejemplo, la siguiente COCL24T2 sería la segunda muestra de tinta tomada del libro veinticuatro del archivo de Cocentaina.
- **título del libro** de donde se ha extraído
- **signatura** del volumen en el archivo
- **período del libro:** años que comprende el volumen
- **año** del escrito de donde se toma la muestra
- **folio**, en algunos casos
- **fecha de extracción**
- **fecha de analítica** con el SEM-EDX, para facilitar la posterior localización
- **observaciones**
- **fotografías**

- valores semicuantitativos de concentración relativa SEM-EDX de: **Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Cu y Zn**<sup>30</sup>.

Para acometer el estudio de esta variedad tan amplia de datos, hemos dividido el trabajo en tres apartados. En primer lugar realizamos una valoración de los resultados de proporción de concentración de hierro obtenidos según las fechas y los archivos a los que pertenecen las 989 muestras; en ambos casos se ha procedido al estudio comparativo de la proporción de elemento con las cantidades semicuantitativas que ofrece el SEM-EDX. Comentamos, por otro lado, la relación entre la concentración de hierro y de potasio -porque se trata del componente principal y del que se refiere a los taninos y otras fuentes orgánicas empleadas-; entre la del hierro y el calcio -por tener en cuenta, además, un componente característico fundamentalmente en el papel-; así como entre la concentración de cobre y el zinc -principales impurezas de la sal; y cada uno de estos elementos con el calcio, en las muestras por fechas y por archivos. La razón de la elección de estos componentes es la importancia que tienen, según la bibliografía estudiada, en la conservación de las tintas.

La realización del estudio de proporciones de concentración entre elementos viene motivada por el hecho que las condiciones de medida en el SEM-EDX podían variar de una muestra a otra. Las muestras no son homogéneas por lo que la presencia de tinta en el papel podía variar, el área de análisis

---

<sup>30</sup> Estos elementos han sido seleccionados a partir de los análisis realizados a los componentes y porque eran los que mayor presencia tenían en las tintas. De hecho se programó el SEM-EDX para centrarse en la concentración de ellos.

no siempre es la misma y los valores de corriente de filamento también podían ser distintas. Por tanto, no se podía comparar directamente los datos de concentración de cada elemento. La solución a este problema consiste en comparar relaciones de concentración de elementos, por ejemplo una tinta que tenga valores cercanos al 6 de hierro y al 4 en potasio, será igual a la que se obtengan datos cercanos al 3 en hierro y 2 en potasio; o sea, tintas con más o menos dilución pero con el mismo contenido proporcional de elementos en concentración que sólo de este modo pueden ser comparables dada la variedad de análisis que se han realizado.

Otra parte recoge un análisis de los elementos en función del estado de conservación de las tintas según hemos detallado en la tabla A.3 y que anotamos en el momento de extracción de la muestra. El deterioro principal es la perforación del soporte por el avanzado estado de oxidación de la tinta, y es este factor el que analizamos, con las reservas que debemos tomar en este relato ya que no todas las muestras eran iguales ni el análisis corresponde a zonas parecidas como explicaremos a continuación, pero entendemos que se pueden extraer algunas conclusiones interesantes a tenor de los resultados obtenidos.

Con el fin de que los resultados sean fiables en relación a la lectura del SEM-EDX, se han establecido unos límites de detección para todos los elementos en 2%<sup>31</sup>.

---

<sup>31</sup> Por unificar el resultado, aunque los límites son difíciles de establecer con exactitud y varían según cada elemento: Na: 2; Mg: 3; Al: 0.87; Si: 1.24; P: 1.43; Cl: 2.12; K: 0.34; Ca: 0.98; Mn: 1.27; Fe: 2.02.

Hemos examinado los datos con varios sistemas estadísticos según el resultado que pretendíamos obtener. Las funciones de "Excel" en algunos casos, "Origin v.8" "Statgraphics centurión" y "R". Para esta parte contamos con el apoyo de expertos en estos programas que trabajaron conjuntamente con nosotros: Dr. David Juanes Barber y Salvador Llopis Pérez, respectivamente.

En el análisis de las tintas se ha partido de los valores semicuantativos relativos de concentraciones dadas por el software del equipo SEM-EDX. Las condiciones de medida en cada caso podían variar, ya que la tinta podía estar más o menos disgregada, el tamaño de muestra podía ser distinto así como la dimensión de la zona de análisis. Por tanto, la comparación directa de los valores no se puede realizar. A continuación mostramos varios ejemplos con las zonas analizadas con el fin de ilustrar la dificultad que existe a la hora de establecer un paralelismo. En primer lugar exponemos la muestra COCL1T1, perteneciente al volumen de *Administració de l'Hospital, 1378*, del Archivo Municipal de Cocentaina (figura 395); la siguiente, con un área de muestra más restringida corresponde a la muestra ALBL1T1, de un *Manual de Consells* de 1639-1703 del Archivo Municipal de Albalat de la Ribera (figura 396); y, por último, el análisis puntual de un elemento en un documento sin clasificar (signatura 00032/04), de 1545, conservado en el Archivo Municipal de Bocairent (figura 397).

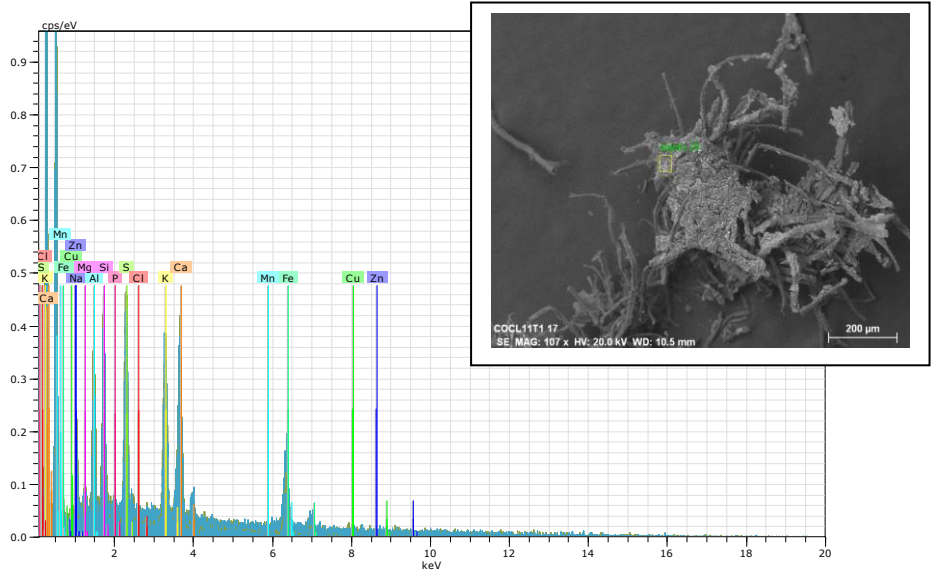


Figura 395: Espectro EDX e imagen SEM con la zona analizada de la muestra COCL11T1.

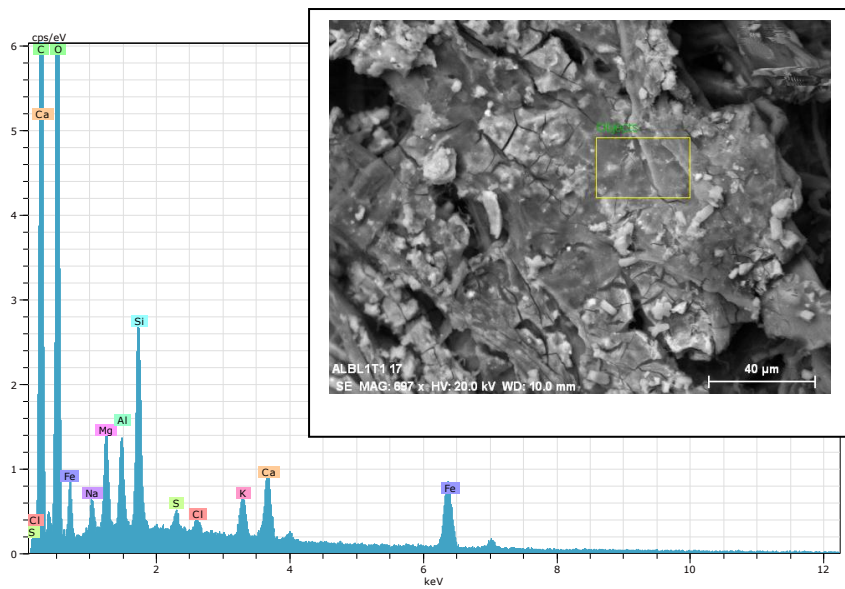


Figura 396: Espectro EDX e imagen SEM con la zona analizada de la muestra ALBL1T1.

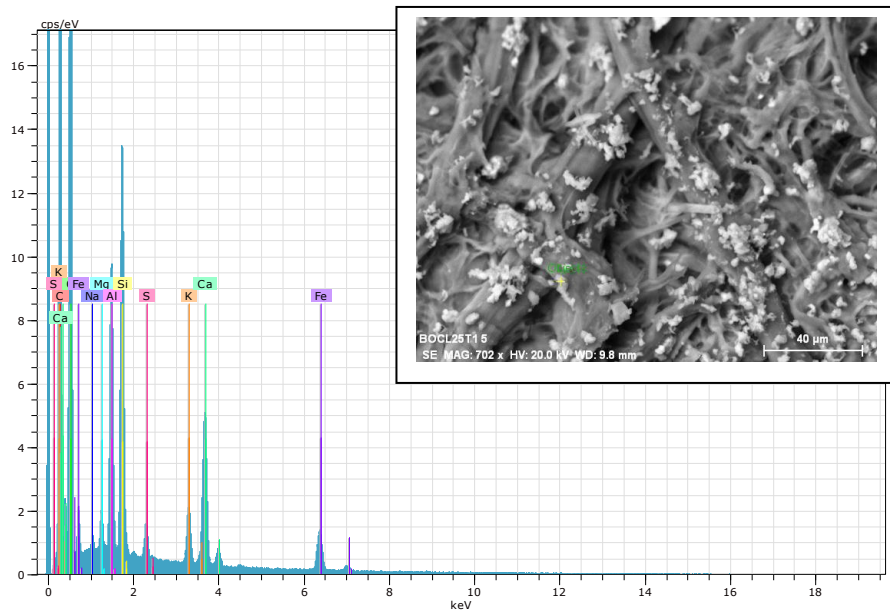


Figura 397: Espectro EDX e imagen SEM con la zona analizada de la muestra BOCL25T1.

Además hay que tener en cuenta que la proporción de la concentración de los metales en los estratos de la tinta se modifica a través de los siglos por las migraciones de los iones metálicos en el papel (Ceres 2006).

Solo en una ocasión hemos podido obtener un análisis de una tinta de la que tenemos la receta. Corresponde al Baldufari de Bethomeu, de 1613 y se custodia en el Archivo Municipal de Ontinyent, y que hemos podido leer en la figura 8. Podemos observar las concentraciones de cada elemento en la imagen del SEM-EDX (figura 398) y el espectro obtenido (figura 399). Como podemos observar, los valores más altos

corresponden al azufre y, sobre todo, al hierro (tabla 39). La receta 53 de la tabla A.1 de los anexos, propone una mezcla de 4 onzas de agallas, 6 de vitriolo y dos onzas de goma, a macerar indistintamente en vino blanco o agua de lluvia. Las proporciones de los ingredientes principales corresponderían a 33% de agallas, 50% de vitriolo y 17% de goma arábica; y en los aglomerados referidos en el capítulo 4.2, correspondería al tercer grupo en el que la media de los centroides se establece en 43'66% de agallas, 47,25% de sulfato de hierro y 9,08% de goma. A este conjunto pertenecían tan solo 12 recetas y ésta se aleja de la media de su grupo porque la proporción de agallas utilizadas es menor y, sin embargo, la de goma mayor. Lo que resulta más destacable de esta descripción es la proporción de vitriolo empleado, que es bastante elevado respecto a las agallas. No sabemos si este incremento corresponde a los valores que ofrece la analítica, con un 40,93% de hierro y 26,19% detectado en concentración. Los valores del potasio son altos respecto a los detectados en el resto de las muestras, como veremos más adelante, ya que hasta el tercer cuartil el máximo detectado es 11,62%, por lo que en este caso sobrepasan esta concentración acercándose al máximo (tabla 39).

En referencia al resto de elementos cabe destacar que no se han detectado por encima del límite la presencia de cobre ni zinc que, como explicaremos más adelante van a la par, ni la de manganeso que podría referenciar un tipo de mina característico. La presencia de sodio se acerca a la mediana del resto de muestras analizadas y, por si cabe alguna relación, la tinta en fase de oxidación no había perforado el soporte en el momento del estudio. El porcentaje de magnesio se halla en el

primer cuartil respecto a las demás tintas analizadas; y tanto el aluminio como el calcio se acercan en ambos casos al mínimo. Cabe señalar que observando el área de análisis, parece que nos centramos en una parte de tinta en la que cubre todas las fibras y esto podría ser la razón de la poca concentración de calcio detectada, ya que este elemento se relaciona más con el papel.

Por el tipo de análisis efectuado no podemos determinar la presencia o no de vino, pero podría hacerse mediante cromatografía líquida de alta resolución acoplada a espectrometría de masas en tándem (Contreras 2012).

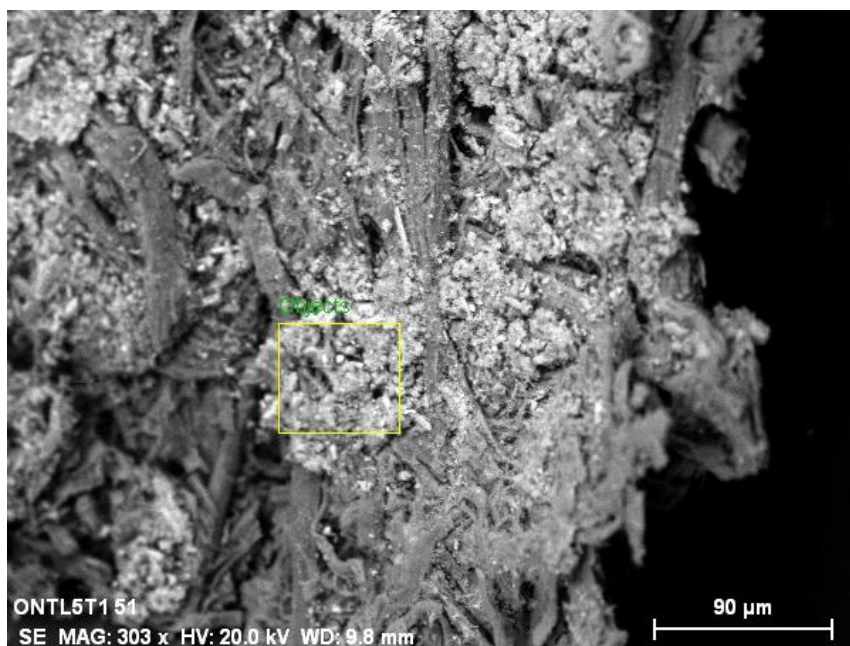


Figura 398: Imagen del SEM-EDX de la muestra ONTL5T1.



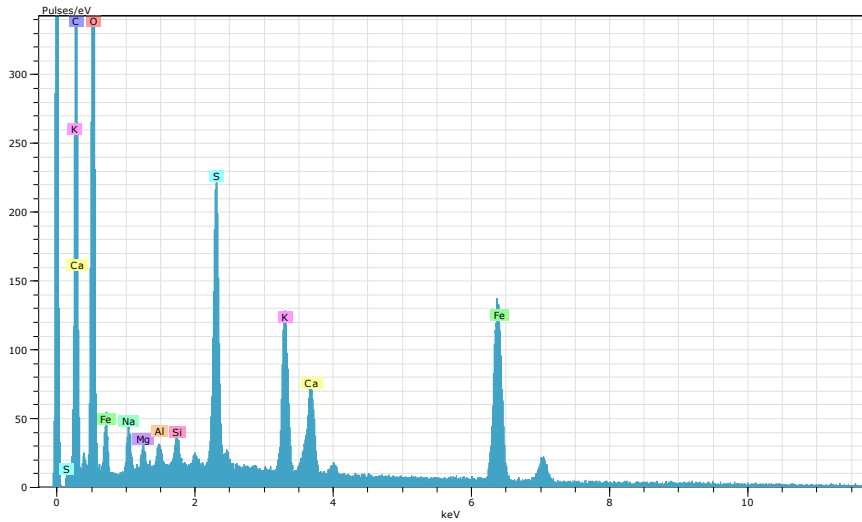


Figura 399: Espectro del SEM-EDX de la muestra ONTL5T1.

Tabla 39: Valores semicuantitativos de la concentración en porcentaje de los elementos detectados por el SEM-EDX de la muestra ONTL5T1.

Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
5,15	3,67	2,03	<LD	<LD	26,19	<LD	13,27	3,62	<LD	40,93	<LD	<LD

Para los siguientes estudios hemos manejado dos programas estadísticos, el primero denominado "Statgraphics Centurion" con el que estudiamos la relación entre elementos y de las concentraciones de los elementos según la datación y el archivo; y el segundo "R", con el que hemos calculado el nivel de probabilidad, según los datos obtenidos y con las limitaciones descritas, de que el nivel de concentración de un elemento en la tinta influya en el nivel de oxidación de la misma.



## 5.1. Análisis por fechas y por archivo

Al realizar el estudio por fecha, en primer lugar hemos comprobado la distribución de fechas de las muestras estudiadas.

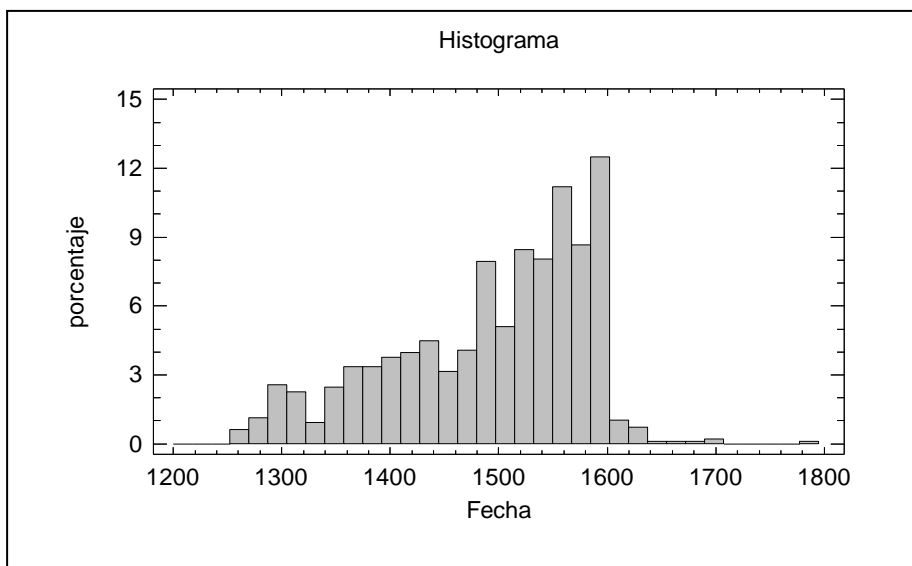


Figura 400: distribución del número de muestras por fecha.

Comprobamos en la figura 400, el principal acopio se halla entre 1500 y 1600 ya que, como explicamos en el capítulo III de metodología, la variedad y disposición de los fondos resulta muy diversa de un archivo a otro porque no todos han tenido la suerte de conservar las series documentales completas y desde el inicio. La documentación de los siglos XIII y XIV es muy escasa, y comienza a ser más habitual a partir del siglo XVI, por eso el mayor número de muestras lo tenemos de

este siglo, y además decidimos estudiar las anteriores a 1600 para establecer un límite de estudio.

En cuanto a los archivos, también se tiene una distribución muy irregular (figura 401). Si bien en un principio pretendíamos establecer un patrón de 10 muestras de papel y 25 de tinta por cada archivo, la disponibilidad de los fondos nos limitó esta opción. Sin embargo, aprovechamos en archivos como el de Cocentaina con series muy antiguas y completas para extraer un muestreo lo más significativo posible del fondo. Por lo que se refiere a las muestras de papel, no hemos realizado el estudio de todas ellas porque la composición es muy similar, de fibras de lino en su mayoría.

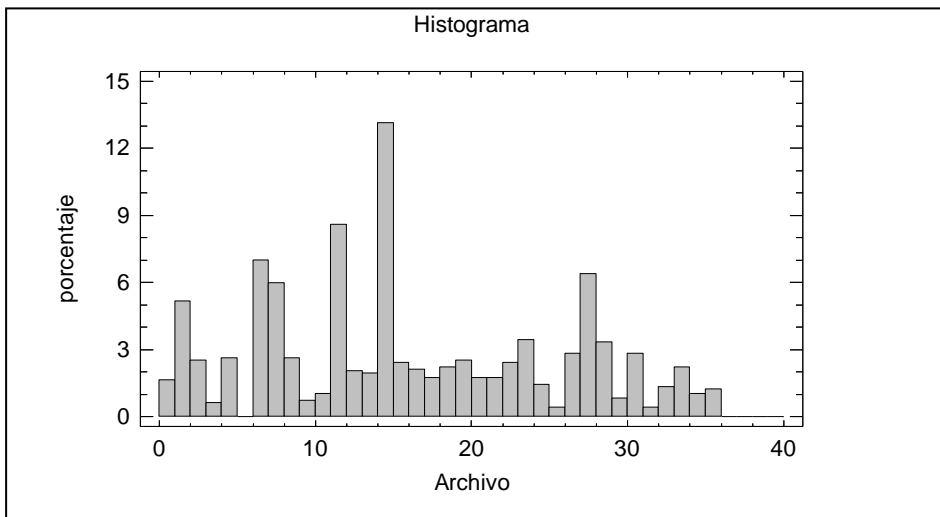


Figura 401: Distribución del número de muestras por archivo.

Estas distribuciones de muestra dificultan las comparaciones teniendo en cuenta archivos y fechas. Por lo que debemos ceñirnos a comparar los archivos y fechas en 628

función de las relaciones, entre otras, de calcio (figura 402) y hierro (figura 403), así como cobre (figura 404) y zinc (figura 405), que son los elementos más significativos.

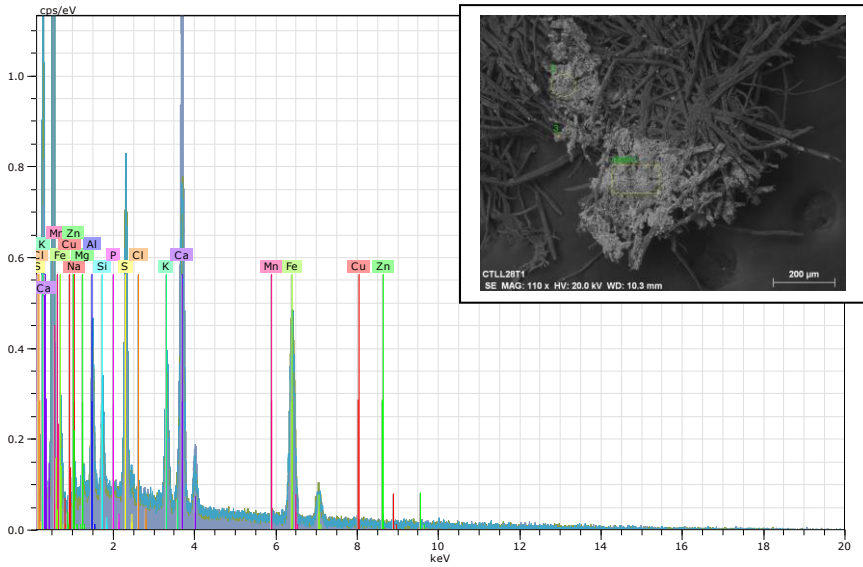


Figura 402: Espectro EDX e imagen SEM con la zona analizada de la muestra CTLL28T1, perteneciente al *Libro de Cort del Justicia* de 1416 conservado en el Archivo Municipal de Castellón.

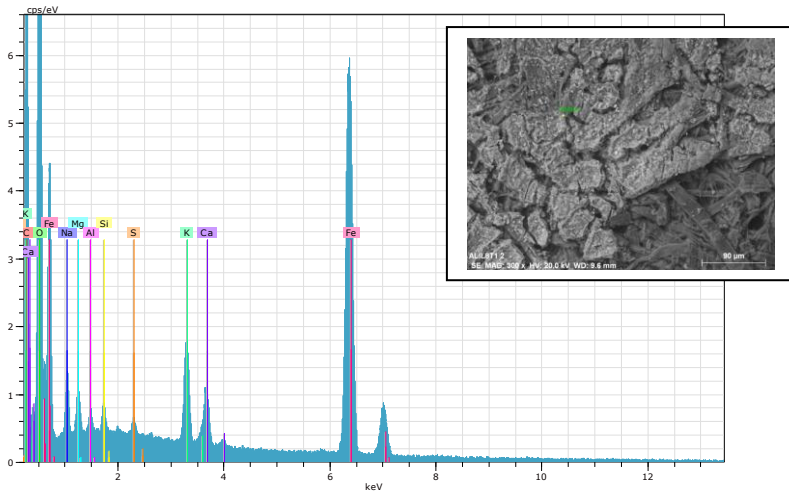


Figura 403: Espectro EDX e imagen SEM con la zona analizada de la muestra ALIL8T1, perteneciente al libro de Provisiones y privilegios reales de 1589 conservado en el Archivo Municipal de Alicante.

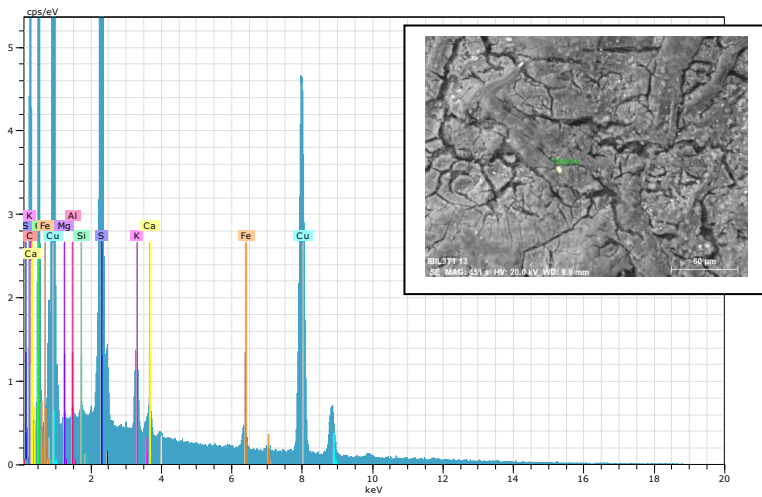


Figura 404: Espectro EDX e imagen SEM con la zona analizada de la muestra BIL3T1, perteneciente a la Revisión de bolsas de insaculación de 1597 conservado en el Archivo Municipal de Ibi.

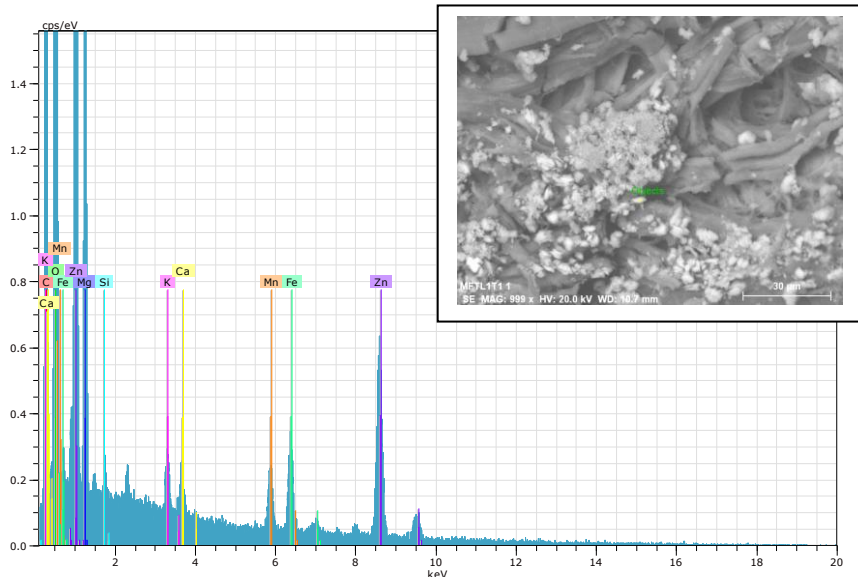


Figura 405: Espectro EDX e imagen SEM con la zona analizada de la muestra MFTL1T1, perteneciente a un recibo de Pedro Rodríguez, mercader de Monforte del Cid, de 1593.

Se he realizado, además, un estudio e identificación de valores atípicos desde el punto de vista estadístico teniendo en cuenta a los elementos presentes en las tintas que hemos reconocido como de mayor interés por la procedencia de los mismos de los elementos constitutivos de las mismas. Así, hemos valorado la relación que existe entre: S, K, Ca, Fe, Cu y Zn. La identificación de los datos aberrantes<sup>32</sup> junto con el límite de detección proporciona unos intervalos de

<sup>32</sup> En este sentido debemos considerar que los datos aberrantes se han asociado a puntos de análisis en concreto. Se podría pensar que un punto aberrante no lo es al hacer una relación entre elementos, pero se ha visto que generalmente un punto aberrante no lo es por la concentración de más de un elemento.

concentración de estos elementos que se tomaran en consideración para evaluar si existe alguna relación entre ellos (tabla 57).

Tabla 40: Valores mínimos y máximos de los elementos de mayor interés en las tintas que se van a estudiar por comparación.

Valor mínimo LD=2	S>2	K>2	Ca>2	Fe>2	Cu>2	Zn>2
Valor máximo	S<58	K<32	No presenta valores aberrantes	Fe<85	Cu<10	Zn<15

A partir de las condiciones de máximos y mínimos - de acuerdo con el límite de detección 2- recogidas en la tabla A.3, se ha realizado una representación multivariante (figura 406).

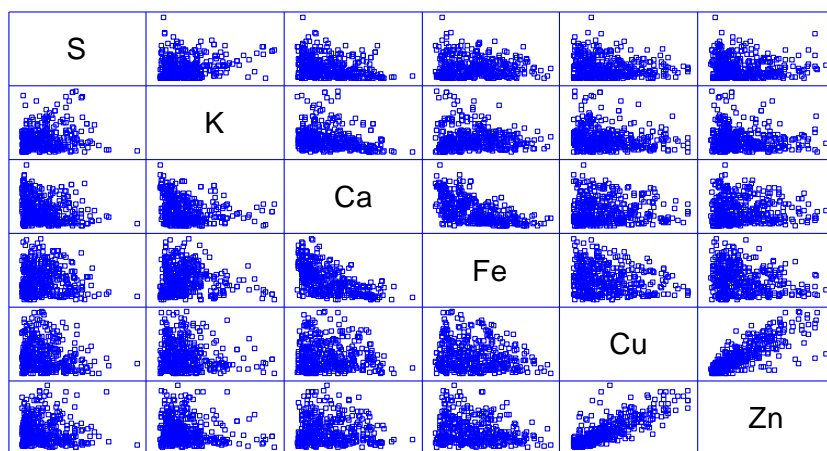


Figura 406: Representación multivariante de la relación entre los principales elementos inorgánicos constitutivos de las tintas.



En esta imagen se puede apreciar que hay una fuerte relación entre el cobre y el zinc -como estudiaremos en el con mayor detenimiento-, y en menor medida entre otros elementos como el calcio y el hierro, el potasio y el calcio, o el hierro y potasio.

### **5.1.1. Análisis de los resultados de la concentración de Fe**

Comenzamos el estudio con el componente más importante de las tintas, el hierro, que proviene del sulfato utilizado su fabricación que, después de los análisis realizados, tiene por lo general algunas impurezas pero conocían bien el producto y en muchos casos fue usado buscando el mejor, como bien relataban las recetas, aunque fuera de importación de Chipre o Inglaterra (ver capítulo 4.1).

#### **a) Concentración del Fe según el archivo**

A continuación presentamos un gráfico de caja y bigotes (figura 407) con la distribución de los valores de concentración del hierro según los archivos de los que hemos tomado muestra. El gráfico de caja y bigotes crea una caja entre el primer y el tercer cuartil donde se agrupan el 50% de los valores de las muestras de cada archivo. La línea que se observa en la caja se refiere a la mediana y la cruz roja a la media de los resultados. La vertical se prolonga hasta las concentraciones máximas y mínimas, y fuera de ella quedan los valores aberrantes, que se denominan puntos extremos -a más de 1.5 veces el rango intercuartílico-; y puntos extremos lejanos -a

más de 3 puntos el rango intercuartílico por arriba o por debajo de la caja. En el gráfico podemos observar como la mayoría de los archivos tienen unos valores muy similares -entre el 10 y 40 las cajas-, que oscilan en razón del punto de análisis y la receta empleada por cada escribano; excepto el caso del archivo 26 – Pina de Montalgrao- del que se tienen muy pocas muestras y las concentraciones de hierro son muy superiores al resto. El archivo de Ibi (21), tiene la horquilla más amplia de valores al igual que el archivo de Requena (27). El resto de puntos aberrantes dispersos podría corresponder a análisis puntuales de cristales de sulfato, ya que todos se distribuyen en valores superiores al máximo de cada archivo.

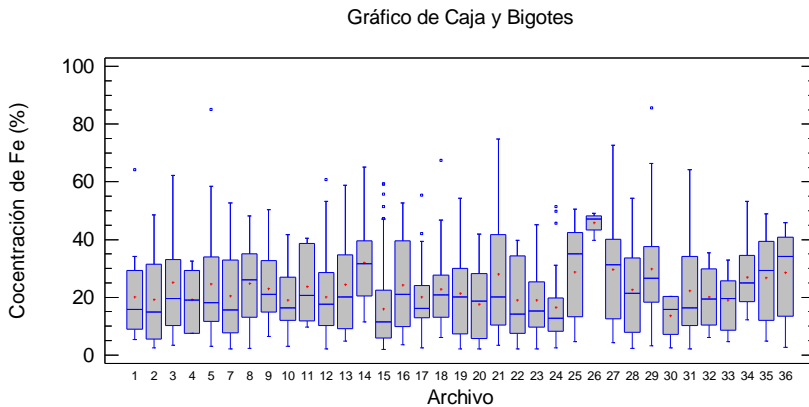


Figura 407: Gráfica de caja y bigotes de la concentración de Fe según los diferentes archivos.

A continuación presentamos el resumen estadístico de estos valores de concentración de hierro donde se determina el promedio de este elemento detectado en las muestras de cada uno de ellos, con los máximos y los mínimos, así como los

valores de desviación estándar y coeficiente de variación (tabla 41). Podemos observar que el coeficiente de variación entre los valores mínimos y máximos es bastante elevado en todos los archivos, lo que sin duda se debe a la diferencia de área de análisis de la muestra. Se detecta una excepción en el archivo de Pina de Montalgrao (26) en el que el coeficiente de variación es de tan sólo 8,93%, y el mínimo de hierro detectado en las muestras analizadas –tan solo 4 de las que desconocían la datación y no estaban catalogadas, pero por el tipo de escritura dedujimos que eran anteriores a 1600- es bastante elevado con respecto a los demás – 39,81%. Sin embargo, a pesar de este dato, el estado de consevación de las mismas era bastante bueno (figura 408).

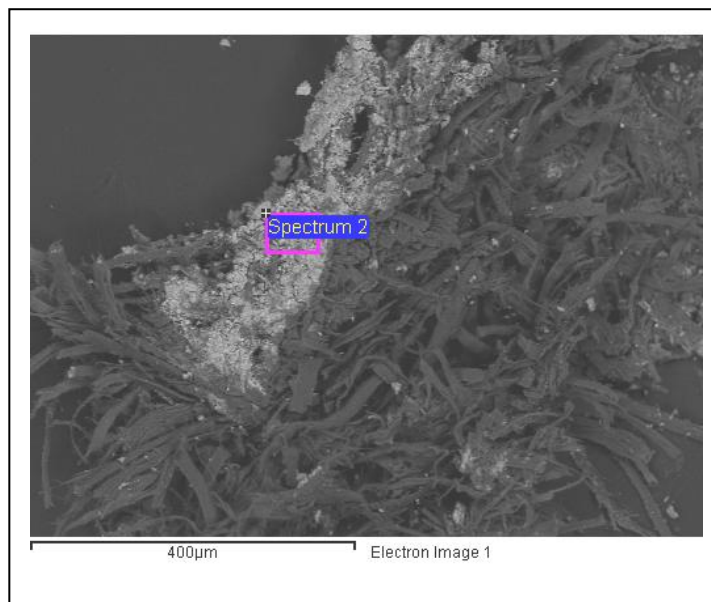


Figura 408: Imagen SEM de la muestra de Pina de Montalgrao PINL1T1.

Tabla 41: Resumen Estadístico para Fe.

Archivo	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
1	16	20,2	15,4	76,7%	5,3	64,2	58,8
2	50	19,1	14,9	78,1%	2,4	48,5	46,03
3	25	25,1	17,6	70,1%	3,4	62,2	58,7
4	6	19,1	12,1	63,6%	7,4	32,4	25,0
5	26	24,6	19,5	79,2%	3,0	85,0	82,0
7	68	20,3	14,3	70,3%	2,0	52,6	50,5
8	58	24,7	12,6	51,2%	2,2	48,2	45,9
9	24	23,0	11,8	51,5%	6,3	50,3	44,0
10	7	19,1	12,2	64,1%	3,0	41,6	38,5
11	10	23,7	12,4	52,2%	9,6	40,5	30,8
12	83	20,1	13,3	66,3%	2,0	60,8	58,8
13	20	24,4	17,0	69,8%	4,7	58,7	54,0
14	18	32,0	14,4	45,0%	11,4	65,1	53,7
15	126	15,9	13,1	82,7%	2,0	59,4	57,4
16	24	24,3	15,8	65,2%	3,4	52,7	49,2
17	21	20,0	12,8	64,1%	2,5	55,4	52,8
18	17	22,7	15,8	69,6%	5,9	67,4	61,4
19	22	21,3	15,0	70,5%	2,0	54,2	52,1
20	25	17,6	12,5	70,7%	2,0	41,9	39,8
21	15	27,9	21,0	75,2%	3,3	74,7	71,4
22	16	18,9	13,3	70,1%	2,0	39,7	37,7
23	22	18,9	12,2	64,7%	2,1	45,0	42,8
24	34	16,5	12,4	75,5%	2,5	51,4	48,9
25	14	28,7	15,9	55,5%	4,6	50,6	46,0
26	4	45,7	4,0	8,9%	39,8	49,0	9,26
27	25	29,6	18,1	61,1%	4,2	72,7	68,4
28	60	22,6	15,2	67,2%	2,3	54,3	52,0
29	30	29,8	19,7	66,1%	3,2	85,6	82,3
30	8	13,6	7,26	53,3%	2,4	20,2	17,7
31	28	22,2	17,2	77,7%	2,0	64,1	62,1
32	4	20,1	12,6	62,8%	6,1	35,4	29,3
33	13	18,9	9,8	51,6%	4,6	32,8	28,2
34	21	27,0	11,7	43,5%	12,2	53,1	40,9
35	10	26,8	14,3	53,5%	4,7	48,8	44,1
36	12	28,5	15,3	53,6%	2,7	45,8	43,0
Total	962	21,8	15,0	69,0%	2,0	85,6	83,5

Sin embargo, observando la tabla se pueden destacar varios archivos por los máximos que presentan. Alzira (5) y Segorbe (29) concentran los máximos detectados - considerando los puntos extremos-, seguidos por Ibi (21) y Requena (27). Veremos en un apartado posterior cómo coinciden estos archivos y sobresalen por la concentración de hierro. Podríamos pensar que fuera el sulfato empleado si coincidieran en la misma área geográfica, pero al ser tan distantes el uno del otro, sólo puede referirse a un tipo de receta con una concentración más elevada de esta sal.

Se ha relazado un análisis ANOVA de la concentración de hierro en función del archivo (tabla 42). Se clasifican en intragrupos, donde se mide la variabilidad entre muestras del mismo archivo y entre grupos, que mide la variabilidad entre muestras de diversos archivos. La razón-F prueba la hipótesis de que la respuesta media para todas las muestras es la misma; si fuera lo suficientemente grande se debería de rechazar y la hipótesis es nula.

Tabla 42: Tabla ANOVA para Fe por Archivo.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	19276,8	34	566,966	2,64	0,0000
Intra grupos	198713,	927	214,362		
Total (Corr.)	217990,	961			

Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Fe entre un archivo y otro, con una confianza del 95,0%. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, hemos realizado pruebas de múltiples rangos, (tabla 43).

Tabla 43: Pruebas de Múltiple Rangos para Fe por Archivo. Método: 95,0 porcentaje LSD .

Archivo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
30	8	13,6108	xxx
15	126	15,9336	x
24	34	16,5468	xx
20	25	17,685	xxx
23	22	18,9775	xxxxxxx
33	13	18,9818	xxxxxxx
22	16	18,9927	xxxxxxx
10	7	19,1176	xxxxxxxxx
4	6	19,1302	xxxxxxxxxxx
2	50	19,1971	xxxx
17	21	20,0507	xxxxxxx
32	4	20,1125	xxxxxxxxxxx
12	83	20,1568	xxxx
1	16	20,2047	xxxxxxx
7	68	20,398	xxxxx
19	22	21,3422	xxxxxxxxx
31	28	22,2237	xxxxxxx
28	60	22,613	xxxxx
18	17	22,7438	xxxxxxxxxxx
9	24	23,0892	xxxxxxxxx
11	10	23,7453	xxxxxxxxxxx
16	24	24,3409	xxxxxxxxx
13	20	24,4717	xxxxxxxxxxx
5	26	24,6329	xxxxxxxxx
8	58	24,7346	xxxxxxx
3	25	25,1909	xxxxxxxxx
35	10	26,8105	xxxxxxxxxxx
34	21	27,0275	xxxxx
21	15	27,9674	xxxxx
36	12	28,542	xxxxx
25	14	28,7339	xxxxx
27	25	29,689	xxx
29	30	29,8129	xx
14	18	32,0752	xx
26	4	45,7792	x

No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Se han identificado 10 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas y que hemos querido representar gráficamente para ver si existía alguna relación entre ellos. Advertimos, según los colores, algunos archivos que comparten medias de proporción de hierro muy similares. Veamos a continuación si tienen alguna relación geográfica:

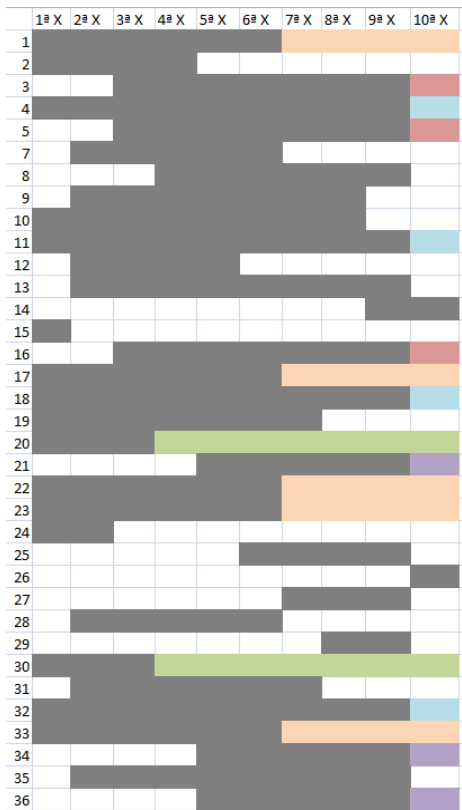
- Albalat de la Ribera (1), Dénia (17), Ontinyent (22), Orihuela (24) y Villena (33) corresponden a un grupo que se enmarca en el sur de la provincia de Valencia y la provincia de Alicante, pero la similitud geográfica no es evidente.

- Altura (4), Castelfort (11), Diputación de Valencia (18) y Villafranca del Cid (32) corresponden a otro conjunto de archivos con porcentajes similares de hierro en la composición de sus tintas y se enmarcan en la provincia de Castellón, principalmente.

- Alicante (3), Alzira (5) y Culla (16) no tendrían tampoco vinculación directa.

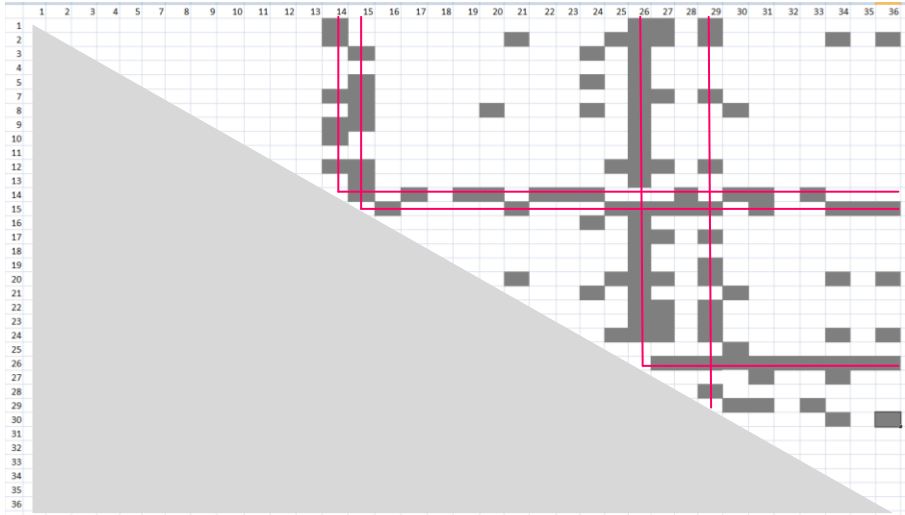
- Gandia (20) y Sueca (30) son poblaciones cercanas.

- Ibi (21), Xàtiva (34), Castalla (36) también son municipios de un ámbito geográfico común.



A continuación presentamos con los contrastes y las diferencias establecidas y aquellos datos aberrantes que resulta en la relación de cada archivo<sup>33</sup>, y que resumimos en la siguiente tabla donde se somborean los valores aberrantes localizados (tabla 44):

Tabla 44: Valores de concentración de Fe en los que la diferencia entre los archivos es más significativa.



Como podemos observar, llama poderosamente la atención el caso del archivo de Pina de Moltalgrao (26) en el que los valores de concentración del hierro -los más elevados, como hemos visto en la tabla 44.- son significativamente diferentes a todos los archivos excepto al de Cincorres (14) y al de Pego (25). A su vez el archivo de Cincorres tiene unos valores significativamente diferentes a la mayoría del resto de

<sup>33</sup> La tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 116 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza.



archivos, como el de Cocentaina (15). Cabe señalar que el número de muestras de esta última población respecto al resto es bastante numeroso, y esto puede añadir más variables potenciales a las concentraciones localizadas.

### b) Concentración de Fe en función de la fecha

Hemos realizado una redistribución de fechas agrupando los datos en intervalos de 50 años en la tabla 45 y en el gráfico de la figura 409.

Tabla 45: Tabla de frecuencias para fecha.

	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>			<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>
<i>Clase</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>	<i>Punto Medio</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Relativa</i>	<i>Acumulada</i>	<i>Rel. Acum.</i>
	menor o igual	1200,0		0	0,0000	0	0,0000
1	1200,0	1250,0	1225,0	0	0,0000	0	0,0000
2	1250,0	1300,0	1275,0	38	0,0386	38	0,0386
3	1300,0	1350,0	1325,0	51	0,0518	89	0,0904
4	1350,0	1400,0	1375,0	97	0,0985	186	0,1888
5	1400,0	1450,0	1425,0	107	0,1086	293	0,2975
6	1450,0	1500,0	1475,0	154	0,1563	447	0,4538
7	1500,0	1550,0	1525,0	197	0,2000	644	0,6538
8	1550,0	1600,0	1575,0	315	0,3198	959	0,9736
9	1600,0	1650,0	1625,0	21	0,0213	980	0,9949
10	1650,0	1700,0	1675,0	4	0,0041	984	0,9990
11	1700,0	1750,0	1725,0	0	0,0000	984	0,9990
12	1750,0	1800,0	1775,0	1	0,0010	985	1,0000
13	1800,0	1850,0	1825,0	0	0,0000	985	1,0000
14	1850,0	1900,0	1875,0	0	0,0000	985	1,0000
	mayor de	1900,0		0	0,0000	985	1,0000

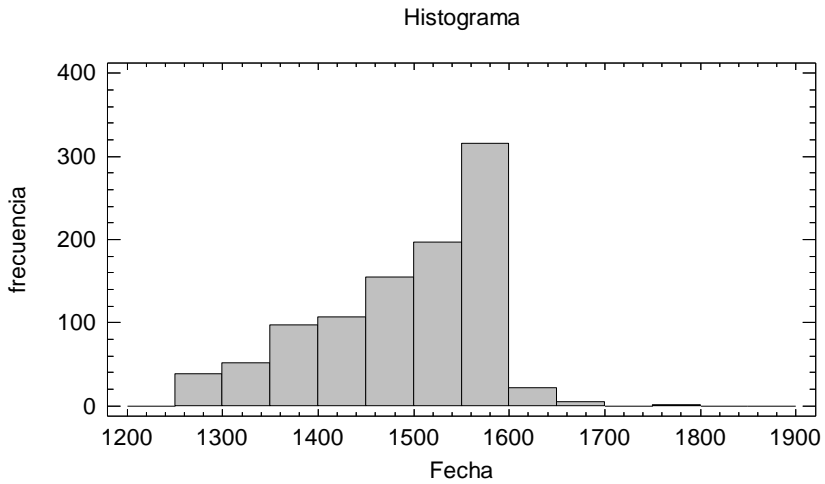


Figura 409: Histograma de las frecuencias agrupadas en intervalos de 50 años.

Se puede observar en la tabla y en la gráfica el número de muestras que se agrupan en cada intervalo no es constante, por lo que habrá que tenerlo en cuenta a la hora de realizar el análisis.

Hemos analizado la concentración de hierro en función de la fecha y obtenemos la siguiente tabla (tabla 46) con el recuento del número de fechas de cada grupo, el promedio de este elemento, la desviación estándar, el coeficiente de variación, así como los mínimos y máximos.

Tabla 46: Relación del hierro en función de la fecha.

			<i>Desviación</i>	<i>Coefficiente</i>				<i>Sesgo</i>	<i>Curtosis</i>
<i>Fecha</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Estándar</i>	<i>de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>	<i>Estandarizado</i>	<i>Estandarizada</i>
1275	38	11,5	8,2	71,9%	2,0	35,3	33,3	2,1	0,4
1325	47	18,1	16,7	92,2%	2,0	59,4	57,3	3,2	0,3
1375	92	22,7	16,5	72,5%	2,5	85,6	83,0	3,8	2,4
1425	104	22,3	17,1	76,6%	2,0	85,0	82,9	4,9	2,6
1475	151	23,3	15,0	64,4%	2,0	64,5	62,4	3,8	-0,2
1525	192	19,0	13,3	69,9%	2,1	51,3	49,1	3,7	-1,9
1575	308	23,8	14,4	60,6%	2,0	74,7	72,7	4,4	0,2
1625	21	20,7	15,5	74,8%	3,0	50,3	47,3	0,8	-1,1
1675	4	29,7	5,0	16,8%	24,3	35,4	11,1	0,0	-1,2
1775	1	15,2			15,2	15,2	0,0		
Total	958	21,7	15,0	69,1%	2,0	85,6	83,5	10,5	2,4

Podemos observar cómo el mayor número de muestras se concentra en el período comprendido entre 1550 y 1600, que coincide con el período del que más muestras se han recogido. Si atendemos a los coeficientes de variación, el más alto corresponde al período de 1300- 1350. Si atendemos a los máximos registrados, dos períodos continuados alcanzan muestras en las que se detecta hasta un 85%, 1350-1450. Sin embargo el mínimo más elevado corresponde a las muestras del siglo XVII.

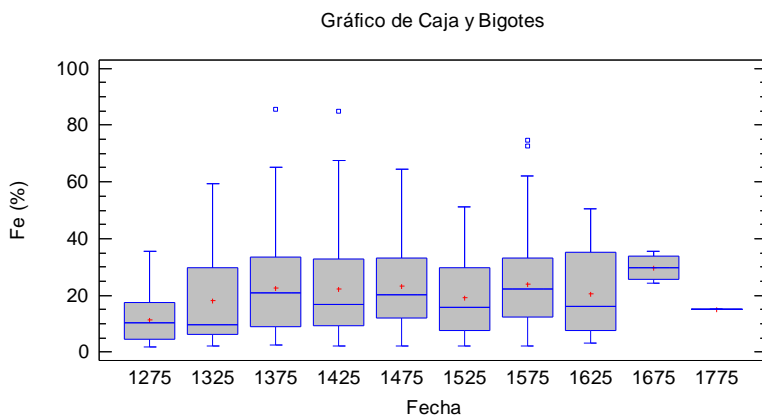


Figura 410: Gráfico de caja y bigotes de las concentraciones medias de Fe según los intervalos de fechas.

En la tabla (tabla 46) y en la gráfica (figura 410) observamos una desviación estadística es grande, ya que los estudios no se realizaron teniendo en cuenta el área de análisis y las muestras no son homogéneas. Sin embargo, se aprecia una tendencia creciente en las medias, entre 11 y 23 hasta el siglo XVII,.

Recuperando las concentraciones de hierro tomados de las recetas y que comentamos en el apartado 4.2, los valores medios de la proporción de sulfato de hierro empleado rondaba el  $36,6\% \pm 7,6\%$  La proporción es mayor a los valores obtenidos en los análisis; pero aquí estamos hablando de la sal empleada que, primero desconocemos su pureza, y segundo hemos observado cómo la proporción de hierro disminuye de una tinta recién elaborada a una con meses desde su preparación (ver capítulo de metodología). Lo que sí podemos

comparar es que en ambos casos los valores obtenidos siguen un patrón y son muy similares.

A continuación realizamos un test ANNOVA<sup>34</sup> de la concentración de Fe en función de la fecha, cuyos valores vienen reflejados en la tabla 47.

Tabla 47: Tabla ANOVA para Fe por Fecha.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	8137,25	9	904,139	4,13	0,0000
Intra grupos	207496,	948	218,877		
Total (Corr.)	215633,	957			

El procedimiento de comparación múltiple para determinar qué medias son significativamente diferentes de otras se representa en la tabla 48. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 13 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza.

---

<sup>34</sup> La tabla ANOVA descompone la varianza de Fe en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 4,13081, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Fe entre un nivel de Fecha y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 48: Comparación múltiple de las medias de concentración de Fe significativamente diferentes según la fecha.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1275 - 1325	*	-6,65383	6,32584
1275 - 1375	*	-11,2524	5,59159
1275 - 1425	*	-10,8485	5,49648
1275 - 1475	*	-11,8285	5,26259
1275 - 1525	*	-7,56153	5,14838
1275 - 1575	*	-12,3222	4,98563
1275 - 1625	*	-9,21729	7,88449
1275 - 1675	*	-18,2717	15,2424
1275 - 1775		-3,71739	29,3758
1325 - 1375		-4,59855	5,19893
1325 - 1425		-4,19472	5,0965
1325 - 1475	*	-5,17472	4,84333
1325 - 1525		-0,9077	4,71898
1325 - 1575	*	-5,66835	4,54087
1325 - 1625		-2,56347	7,61106
1325 - 1675		-11,6179	15,1027
1325 - 1775		2,93644	29,3036
1375 - 1425		0,403831	4,15018
1375 - 1475		-0,576173	3,83504
1375 - 1525	*	3,69085	3,67675
1375 - 1575		-1,0698	3,44516
1375 - 1625		2,03508	7,01269
1375 - 1675		-7,01935	14,8102
1375 - 1775		7,53499	29,1539
1425 - 1475		-0,980005	3,695
1425 - 1525		3,28702	3,53043
1425 - 1575		-1,47363	3,28856
1425 - 1625		1,63125	6,9371
1425 - 1675		-7,42318	14,7746
1425 - 1775		7,13116	29,1358
1475 - 1525	*	4,26702	3,15397
1475 - 1575		-0,493628	2,88066
1475 - 1625		2,61126	6,75329
1475 - 1675		-6,44317	14,6891
1475 - 1775		8,11116	29,0926
1525 - 1575	*	-4,76065	2,66629
1525 - 1625		-1,65577	6,66467
1525 - 1675		-10,7102	14,6486
1525 - 1775		3,84414	29,0722
1575 - 1625		3,10488	6,53976
1575 - 1675		-5,94955	14,5922
1575 - 1775		8,60479	29,0438
1625 - 1675		-9,05443	15,819
1625 - 1775		5,4999	29,6791
1675 - 1775		14,5543	32,4193

\* indica una diferencia significativa.

Tabla 49: Comparación múltiple de las medias de concentración de Fe significativamente diferentes según la fecha.

	1275	1325	1375	1425	1475	1525	1575	1625	1675	1775
1275										
1325										
1375										
1425										
1475										
1525										
1575										
1625										
1675										
1775										

Sobre la tabla anterior podemos destacar que los volúmenes más antiguos, hasta 1350, tienen unos valores de concentración de hierro que los destaca del resto (tabla 49). La razón puede deberse a que las tintas más antiguas se elaboraban con menos ingredientes y la posible proporción de cada uno de ellos varía en función de esto. La laguna documental sobre recetas de este período no nos permite proponer los factores determinantes de esta sustancial diferencia.

Se han identificado 4 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas (tabla 50). No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Tabla 50: Grupos homogéneos de medias de concentración de Fe según la datación.  
Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Fecha</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1275	38	11,5054	X
1775	1	15,2228	XXXX
1325	47	18,1593	XX
1525	192	19,067	X
1625	21	20,7227	XXX
1425	104	22,354	XXX
1375	92	22,7578	XX
1475	151	23,334	X
1575	308	23,8276	X
1675	4	29,7772	XXX

Evaluando la gráfica de barras de las medias de concentración de hierro en relación con las fechas (figura 411) podemos observar la variación de las mismas. En la primera franja, la media de concentración es menor, para después advertir un aumento paulatino que se mantiene hasta 1650 en que tiene una subida considerable. Al estudiar la horquilla de variación de las medias, vemos tienen los datos extremos muy similares hasta que en el siglo XVIII comienzan a expandirse, lo que puede augurar un uso muy diversificado de recetas y de ingredientes. De hecho, hemos comentado cómo en esta época se introducen aditivos como la hiel de carnero, vinagre, lapislázuli, índigo, palo morado, palo campeche o hematites; el empleo de este último elevaría de forma considerable la concentración de hierro en las tintas. En cambio, disminuye la proporción de goma utilizada si hacemos caso a las recetas documentadas. También vimos cómo en este momento histórico la proporción de sulfato de hierro empleado en las recetas elaboradas con vino disminuye ligeramente mientras que la proporción de aquellas tintas elaboradas con agua se mantiene. Esto podría ofrecernos pistas de la variación en la elaboración de recetas en este momento.



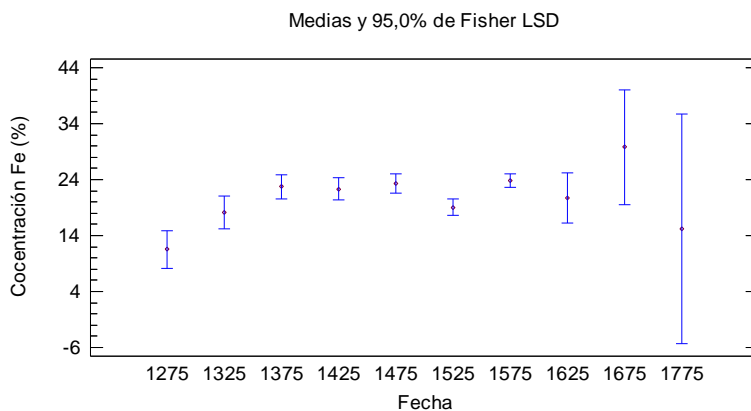


Figura 411: Variación de las medias de concentración de Fe según la datación.

Al ajustar estos valores a un modelo lineal (figura 412 y tablas 51 y 52) podemos advertir de forma más clara cómo se comportan las medias de concentración, dentro de unos parámetros similares, excepto el en siglo XVIII.

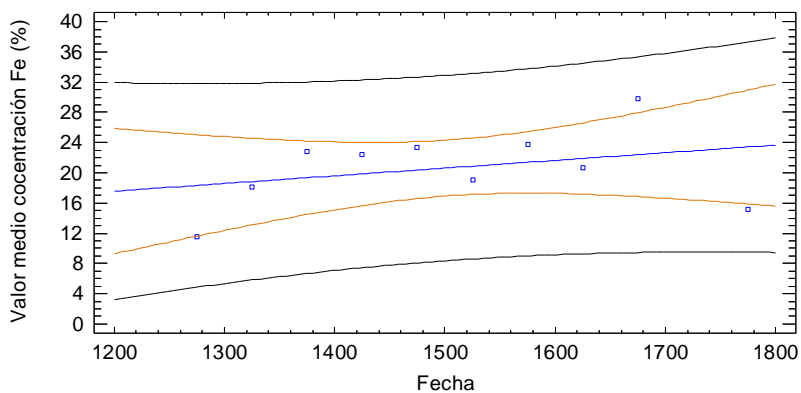


Figura 412: Modelo lineal del valor medio de las concentraciones de Fe según la datación. Tabla 51: Coeficientes del modelo lineal del valor medio de las concentraciones de Fe según la datación.

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	5,38494	15,967	0,337255	0,7446
Pendiente	0,010158	0,0105556	0,962337	0,3641

Tabla 52: Análisis de varianza de los coeficientes del modelo lineal del valor medio de las concentraciones de Fe según la datación.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	23,8359	1	23,8359	0,93	0,3641
Residuo	205,905	8	25,7381		
Total (Corr.)	229,741	9			

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0,05, no hay una relación estadísticamente significativa entre la concentración promedio de Fe y valor medio fecha con un nivel de confianza del 95,0% ó más.

Si excluimos del análisis la única muestra de 1775 y volvemos a repetir el modelo lineal del valor medio de las concentraciones de Fe según la datación, obtenemos una gráfica lineal mucho más ajustada en los valores de concentración de Fe (figura 413 y tablas 53 y 54).

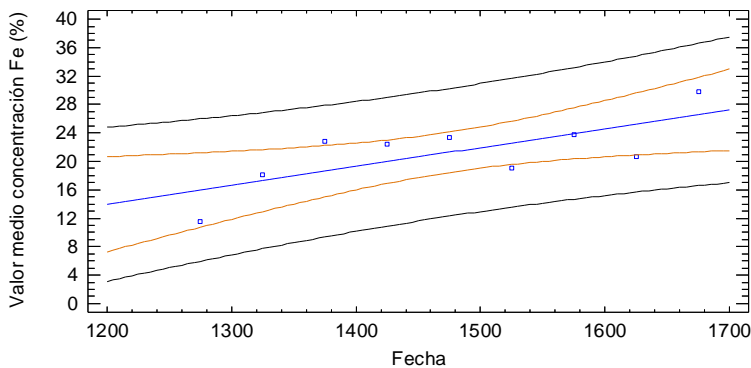


Figura 413: Modelo lineal del valor medio de las concentraciones de Fe según la datación, excluyendo la muestra de 1775.

Tabla 53: Coeficientes del modelo lineal del valor medio de las concentraciones de Fe según la datación, eliminando la muestra de 1775.

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	-17,8731	13,7883	-1,29625	0,2360
Pendiente	0,0265433	0,00931237	2,85033	0,0247

Tabla 54: Análisis de varianza del modelo lineal del valor medio de las concentraciones de Fe según la datación, eliminando la muestra de 1775.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	105,682	1	105,682	8,12	0,0247
Residuo	91,0562	7	13,008		
Total (Corr.)	196,738	8			

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre la concentración promedio de Fe y el valor medio de la fecha con un nivel de confianza del 95,0%.

En resumen podríamos señalar que el valor medio de la concentración de hierro observa una pequeña tendencia al aumento. La ampliación en la variedad de los ingredientes y aditivos -en los que algunos tienen importante concentración de hierro como los hematíes-, así como la diferencia de preparación y concentración de sulfato de hierro según el solvente, podrían ser la clave de este cambio de tendencia.

A continuación presentamos dos gráficos (figura 414 y 415) que representan la concentración de hierro en relación a la fecha y al archivo. Advertimos que los extremos más altos se testimonian en la franja entre 1450 y 1550, que coincide con los documentos más deteriorados.

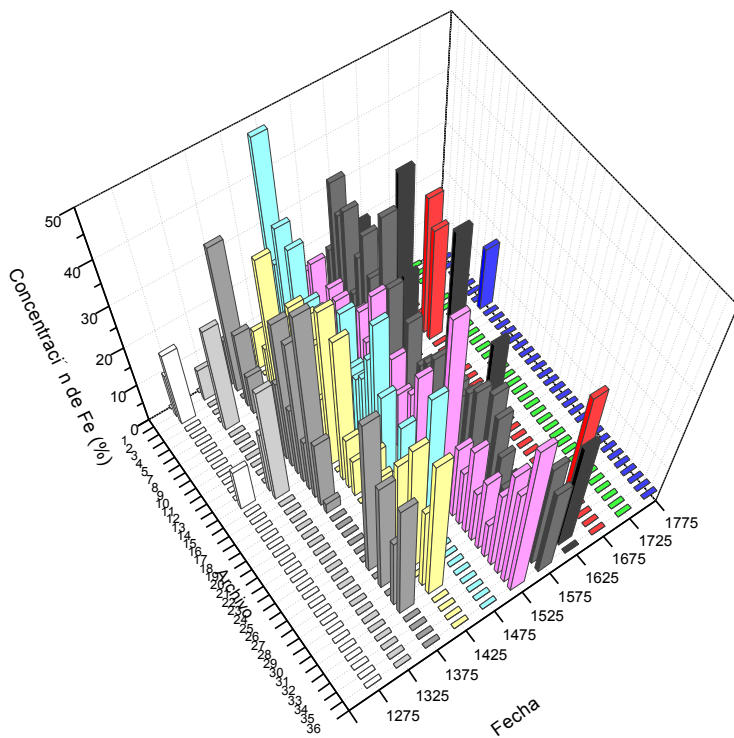


Figura 414: Concentración del Fe en relación al archivo y la fecha.

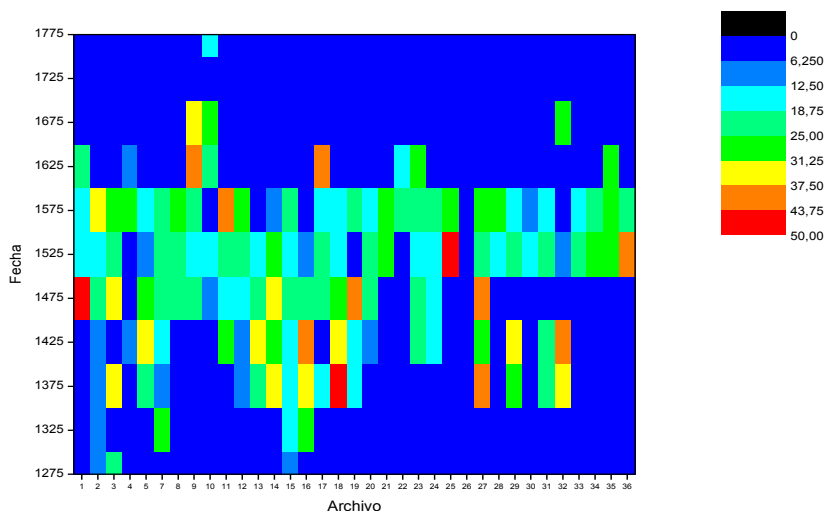


Figura 415: Concentración del Fe en relación al archivo y la fecha.

Al estudiar con detenimiento los valores de las tablas 70 y 71 podemos observar la tendencia de cada archivo en función de la fecha. De este modo, tenemos como concentraciones más elevadas en los archivos de Albalat de la Ribera (1), Diputación de Valencia (18) y Pego (25), no afines geográficamente. Además, tampoco coincide el período histórico en el que se acumulan ya que en la Diputación es un período temprano, entre 1350 y 1400, mientras que en Albalat la concentración media más elevada de Fe se recoge desde mediados del siglo XV a mediados del siglos XVI; y Pego, un siglo posterior. Conviene destacar que sólo en el caso de Requena (27), hay dos momentos históricos con una concentración elevada en las medias de Fe, patrón que no se repite en ningún otro archivo. Por lo tanto, no advertimos un patrón geográfico que pueda

aproximarnos a la utilización de un tipo de sulfato u otro ingrediente, ni a una datación concreta, que podría relacionarse con las proporciones medias descritas en las recetas.

### **5.1.2. Análisis de los resultados de la relación de concentración potasio-hierro**

La razón de estudiar elementos por comparación viene justificada porque puede darse el caso de analizar áreas con mucha tinta en la que se eleven las cantidades de hierro u otro elemento y, sin embargo, en otra tinta más diluida los valores de concentración descenderán.

Se ha calculado la relación de concentración entre dos elementos fundamentales como el K/Fe para cada muestra, suponiendo que el potasio proviene de las agallas y de la goma -y en el caso de las tintas andalusíes del mirto; no tenemos documentado el uso de este ingrediente en otras recetas fuera de ese ámbito pero desconocemos su la tradición heredada se impuso en alguna ocasión-, y el hierro del sulfato, y el resultado se observa en los siguientes gráficos (figura 416).

Gráfico de Caja y Bigotes

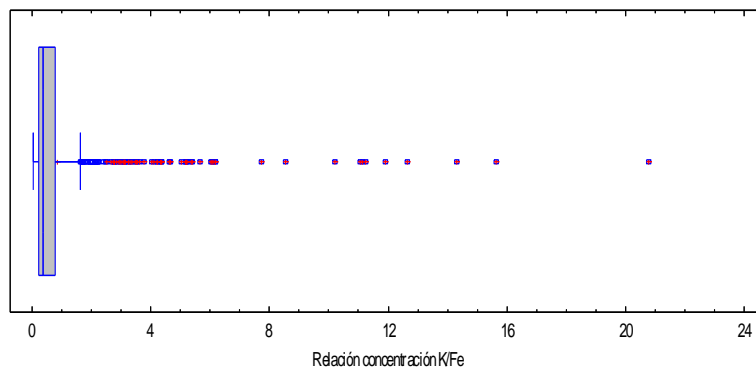


Figura 416: Gráfico de caja y bigotes de la relación de concentración de relación de concentración K/Fe.

Como se ve en la gráfica (tabla 55), hay un gran número de valores aberrantes que corresponden a un valor de la relación mayor a 1,9.

Tabla 55: Valores aberrantes de la relación Fe/K.

Línea	Archivo	Código	Fecha	K (%)	Fe (%)	Relación de concentración K/Fe con LD
399	7	AYTL14T1	1490	45,59	2,19	20,77
539	28	SAXL11T1	1526	40,84	2,61	15,65
956	28	SAXL26T1	1599	33,24	2,32	14,30
876	28	SAXL24T1	1588	31,76	2,51	12,66
3	15	COCL37T1	1260	29,34	2,47	11,89
242	20	GANL8T1	1429	38,25	3,40	11,25
955	28	SAXL26T1	1599	32,00	2,87	11,14
933	19	ELXL14T1	1598	23,06	2,09	11,04
131	15	COCL57T1	1374	30,90	3,03	10,21
627	20	GANL9T1	1547	41,50	4,86	8,53
202	2	ACIL1T1	1411	28,47	3,68	7,74
731	17	DENL10T1	1563	15,48	2,50	6,19

877	28	SAXL24T1	1588	18,36	2,98	6,17
900	20	GANL11T1	1593	35,20	5,77	6,10
507	28	SAXL7T1	1521	30,56	5,04	6,06
483	24	ORHL21T1	1512	15,37	2,56	6,01
831	24	ORHL18T1	1581	32,87	5,79	5,68
506	8	BIAL18T1	1521	12,38	2,29	5,41
246	19	ELXL17T1	1430	35,25	6,56	5,37
470	2	ACIL18T1	1508	16,07	3,08	5,22
551	2	ACIL18T2	1528	16,07	3,08	5,22
471	2	ACIL18T1	1508	12,66	2,45	5,17
552	2	ACIL18T2	1528	12,66	2,45	5,17
584	28	SAXL14T1	1535	38,66	7,69	5,03
496	23	ONTL26T1	1520	10,16	2,18	4,66
182	15	COCL38T1	1399	20,76	4,49	4,63
232	23	ONTL11T1	1423	27,59	6,31	4,38
911	27	REQL14T1	1593	34,81	8,00	4,35
949	17	DENL3T1	1599	39,98	9,24	4,33
597	2	ACIL16T1	1540	31,15	7,40	4,21
643	2	ACIL16T2	1549	31,15	7,40	4,21
679	24	ORHL15T1	1555	28,85	7,01	4,12
2	15	COCL37T1	1260	8,75	2,17	4,02
398	7	AYTL14T1	1490	39,01	10,35	3,77
674	12	CTLL18T1	1554	24,14	6,66	3,62
725	7	AYTL21T1	1561	22,74	6,42	3,54
366	13	CVL21T1	1487	16,74	4,74	3,53
14	15	COCL39T1	1275	16,43	4,74	3,47
859	22	MFTL3T2	1552	23,37	6,92	3,38
656	8	BIAL4T1	1551	14,75	4,41	3,35
82	15	COCL52T1	1344	16,13	4,96	3,26
916	12	CTLL10T1	1595	6,69	2,06	3,25
708	20	GANL7T4	1560	11,28	3,57	3,16
787	34	XATL8T1	1573	38,59	12,44	3,10
472	3	ALIL2T1	1508	24,79	8,01	3,10



820	3	ALIL2T2	1579	24,79	8,01	3,10
274	12	CTLL24T2	1439	29,27	9,52	3,07
706	29	SEGL14T1	1559	11,52	3,86	2,99
730	7	AYTL20T1	1562	16,36	5,52	2,96
533	28	SAXL10T1	1525	15,42	5,27	2,92
194	18	DIPL23T1	1406	18,59	6,54	2,84
303	24	ORHL6T2	1489	11,38	4,09	2,78
976	4	ALTL3T1	1625	20,70	7,45	2,78
946	7	AYTL8T1	1598	15,28	5,52	2,77
603	31	VLRL16T1	1541	33,99	12,36	2,75
116	15	COCL53T1	1369	17,58	6,60	2,66
832	24	ORHL18T1	1581	28,78	11,43	2,52
176	13	CVL11T1	1400	14,02	5,63	2,49
9	15	COCL24T1	1275	15,83	6,57	2,41
789	30	SCL14T1	1574	5,56	2,49	2,23
543	15	COCL29T1	1527	10,25	4,60	2,23
746	12	CTLL20T1	1565	25,10	11,30	2,22
726	7	AYTL21T1	1561	12,27	5,55	2,21
881	25	PEGL2T1	1590	29,33	13,41	2,19
678	24	ORHL15T1	1555	17,76	8,21	2,16
886	3	ALIL1T1	1591	16,55	7,68	2,15
418	35	XIXL2T1	1494	25,73	12,02	2,14
112	13	CVL3T1	1367	18,52	8,66	2,14
312	34	XTL14T1	1461	29,30	13,72	2,13
786	29	SEGL15T1	1573	6,90	3,27	2,11
910	27	REQ14SE C	1593	25,54	12,15	2,10
134	15	COCL61T1	1376	9,90	4,83	2,05
272	12	CTLL24T1	1439	26,98	13,24	2,04
875	28	SAXL24T1	1588	18,28	9,05	2,02
652	32	VLFL1T1	1550	12,26	6,12	2,00
632	7	AYTL3T1	1547	18,80	9,49	1,98
639	7	AYTL3T2	1548	18,80	9,49	1,98
381	20	GANL8T3	1487	4,14	2,10	1,97

285	5	ALZL12T1	1446	20,84	10,64	1,96
-----	---	----------	------	-------	-------	------

Atendiendo a los resultados apreciamos que la mayoría de datos aberrantes se centran en el período comprendido entre 1550 y 1600, al que le sucede en número el inmediatamente anterior, por lo que el siglo XVI concentra el mayor número de valores aberrantes de esta relación; lo cual, además, coincide con el mayor número de muestras analizadas y con las más deterioradas en general. Algunos archivos destacan por el número de muestras; Sax (28), Cocentaina (15) y Alcoi (2) pertenecen a un ámbito geográfico muy cercano, por lo que la razón podría estar en algún ingrediente de la zona, pero no se refleja esta anomalía tan acusada en otros archivos próximos como Ibi (21), Biar (8), Castalla (36) o Xixona (35). El Ayuntamiento de Valencia (7) y el Archivo Municipal de Orihuela (24) también destacan por tener un número significativo de datos aberrantes en relación a estos dos elementos.

Si eliminamos estos valores y volvemos a repetir el gráfico de caja y bigotes (figura 417 y tabla 56).

Gráfico de Caja y Bigotes

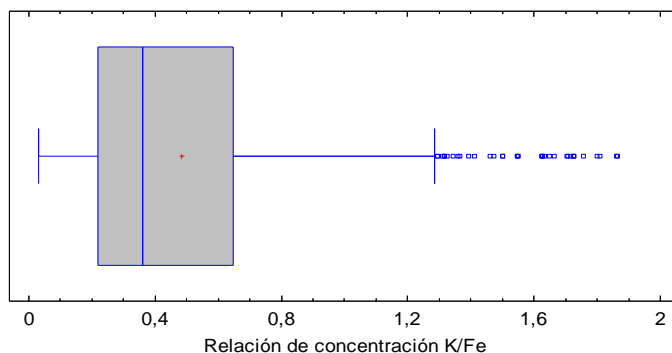


Figura 417: Gráfico de caja y bigotes de la relación de concentración K/Fe, una vez eliminados los valores aberrantes.

Tabla 56: Resumen Estadístico para K/Fe.

Recuento	799
Promedio	0,483372
Desviación Estándar	0,370451
Coefficiente de Variación	76,6389%
Mínimo	0,0303883
Máximo	1,8638
Rango	1,83341
Sesgo Estandarizado	15,9716
Curtosis Estandarizada	9,40064

El sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar cualquier prueba estadística con referencia a la desviación estándar.

Realizamos ahora el histograma con estos valores y obtenemos la siguiente figura (figura 418), que puede desglosarse en la tabla 57 de frecuencias para la relación de concentración K/Fe, con una distribución de percentiles que se describen en la tabla 57.

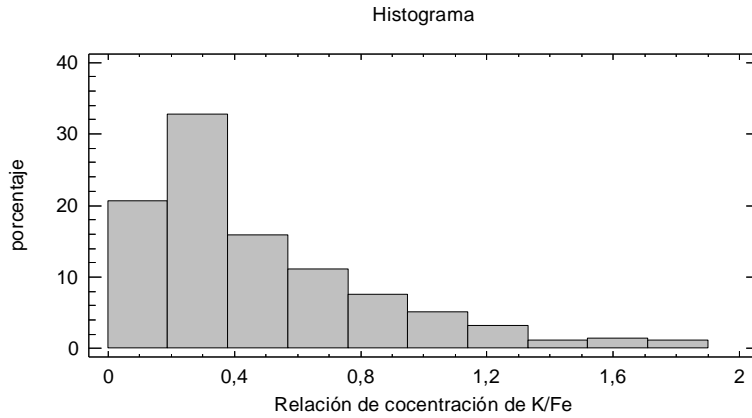


Figura 418: Histograma de la relación de concentración de relación de concentración K/Fe.

Tabla 57: Tabla de Frecuencias para relación de concentración K/Fe.

	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>			<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>
<i>Clase</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>	<i>Punto Medio</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Relativa</i>	<i>Acumulada</i>	<i>Rel. Acum.</i>
	menor o igual	0,0		0	0,0000	0	0,0000
1	0,0	0,19	0,095	165	0,2065	165	0,2065
2	0,19	0,38	0,285	262	0,3279	427	0,5344
3	0,38	0,57	0,475	127	0,1589	554	0,6934
4	0,57	0,76	0,665	89	0,1114	643	0,8048
5	0,76	0,95	0,855	60	0,0751	703	0,8798
6	0,95	1,14	1,045	41	0,0513	744	0,9312
7	1,14	1,33	1,235	26	0,0325	770	0,9637
8	1,33	1,52	1,425	9	0,0113	779	0,9750
9	1,52	1,71	1,615	11	0,0138	790	0,9887
10	1,71	1,9	1,805	9	0,0113	799	1,0000
	mayor de	1,9		0	0,0000	799	1,0000

Media = 0,483372 Desviación Estándar = 0,370451

Tabla 58: Percentiles para relación de concentración K/Fe.

	Percentiles
1,0%	0,0595667
5,0%	0,0916485
10,0%	0,126247
25,0%	0,220763
50,0%	0,361313
75,0%	0,647226
90,0%	1,02588
95,0%	1,23175
99,0%	1,72406

Como se puede ver en las tablas 57 y 58, el 50% de los valores están por debajo del 0,362 y el 90% tienen un valor menor a 1,03.

Al realizar un ajuste de las curvas de distribución obtenemos las siguientes líneas de frecuencia (figura 419 y tabla 59):

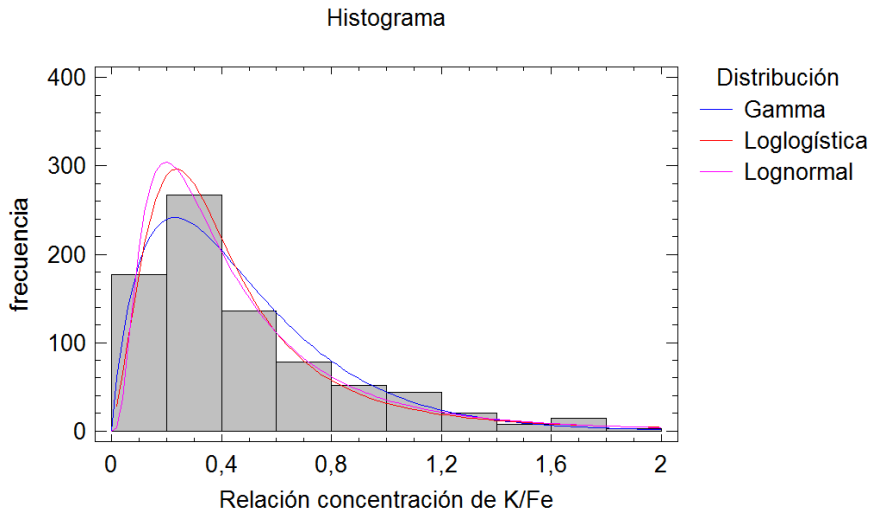


Figura 419: Ajustes de curvas de distribución de las frecuencias de concentración de K/Fe.

En este histograma se observa una curva inmodal que significa que la representación es lógica y sin datos aberrantes, por tanto, no hay poblaciones diferentes. La curva que más se ajusta es la lognormal<sup>35</sup> ya que, como observamos en la prueba de Kolmogorov-Smirnov (tabla 60). El caso de la distribución gamma los valores-P están por debajo de 0,05, lo que nos indicarían que la relación de concentración K/Fe no proviene de la distribución seleccionada con 95% de confianza y por lo tanto no se adecúa, y entre las otras dos, la más ajustada es la que nos ofrece un valor más alto. Con esta curva podemos prever que si analizamos más tintas es posible predecir dentro de estos límites la concentración de estos dos elementos.

Tabla 59: Distribuciones Ajustadas de las frecuencias de concentración de K/Fe.

<i>Gamma</i>	<i>Loglogística</i>	<i>Lognormal</i>
forma = 1,90844	mediana = 0,36784	media = 0,493043
escala = 3,94818	forma = 0,453042	desviación estándar = 0,451132
		Escala log: media = -1,01128
		Escala log: desv. est. = 0,779905

Tabla 60: Prueba de Kolmogorov-Smirnov de bondad de ajuste para relación de concentración K/Fe.

	<i>Gamma</i>	<i>Loglogística</i>	<i>Lognormal</i>
DMAS	0,0668158	0,0270712	0,0190334
DMENOS	0,0377153	0,0368811	0,0347922
DN	0,0668158	0,0368811	0,0347922
Valor-P	<b>0,00159501</b>	0,227696	0,289466

---

<sup>35</sup> Gamma: distribución de probabilidad continua con dos parámetros.  
 Loglogística: distribución de probabilidad continua cuya función de distribución es la función logística, que aparece en el contexto de la regresión logística.  
 Lognormal: es una distribución que probablemente de una variable aleatoria cuyo logaritmo está normalmente distribuido.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci%C3%B3n\\_log%C3%ADstica](https://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci%C3%B3n_log%C3%ADstica) (7 de julio de 2015)

Si realizamos un ajuste de los valores de concentración de Fe frente a los valores de concentración de K, considerando los intervalos anteriores que descartan los valores aberrantes (tablas 61 y 62) obtenemos la siguiente representación (figura 420).

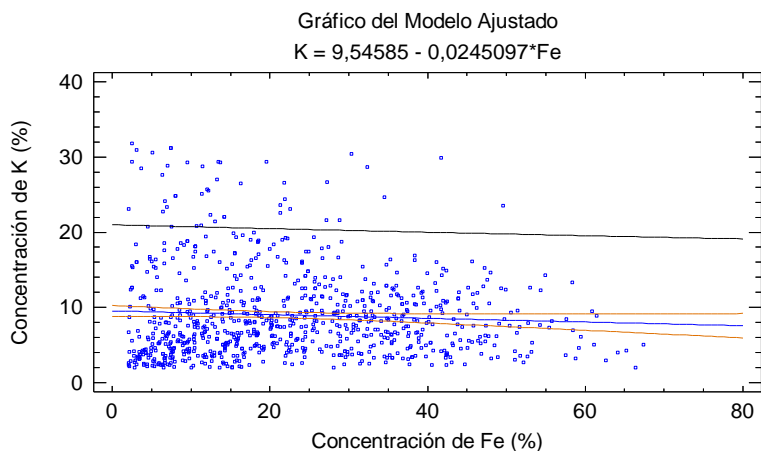


Figura 420: Gráfico de modelo ajustado de los valores de concentración del hierro frente al potasio.

Tabla 61: Coeficientes.

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	9,54585	0,370544	25,7617	0,0000
Pendiente	-0,0245097	0,0139356	-1,75878	0,0786

Tabla 62: Análisis de varianza.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	104,943	1	104,943	3,09	0,0786
Residuo	29108,2	858	33,9256		
Total (Corr.)	29213,1	859			

Coefficiente de Correlación = -0,0599359

R-cuadrada = 0,359231 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 0,243099 por ciento

Error estándar del est. = 5,82457

Error absoluto medio = 4,39491

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0,05, no hay una relación estadísticamente significativa entre la concentración de K y Fe con un nivel de confianza del 95,0% ó más.

### a) Relación de concentración K/Fe en función de la fecha

Si representamos los valores de la relación de concentración K/Fe en función de la fecha promedio, eliminando la muestra posterior a 1700 obtenemos la siguiente gráfica de cajas y bigotes (figura 421 y tabla 63)

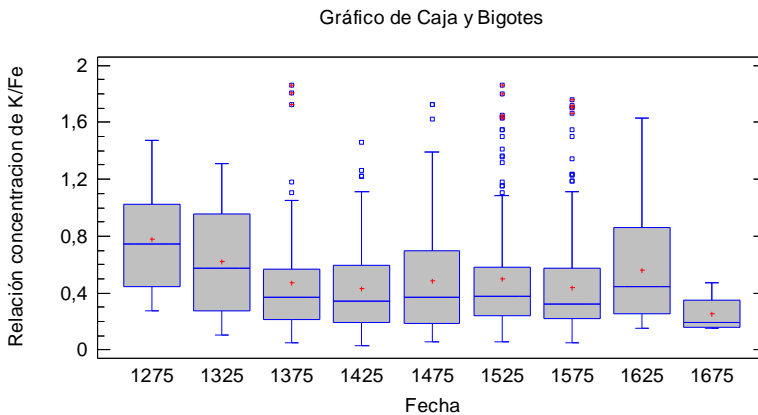


Figura 421: Gráfico de cajas y bigotes de la relación de concentración de K/Fe con respecto a la fecha, eliminando la muestra posterior a 1700.

En esta figura observamos que las mayores variaciones de relación entre estos dos elementos se encuentran en torno a 1600-1650. Los valores medios son muy similares entre 1350 y 1600, que corresponde al ámbito principal de nuestro estudio,



y se observa cierta homogeneidad, que es algo más elevada en los años anteriores donde tenemos recogidas un menor número de muestras pero las diferencias entre ellas se advierten más significativas.

Los datos aberrantes se destacan también en la franja central del período estudiado.

Tabla 63: Resumen estadístico de los datos/variable relación de concentración K/Fe.

			<i>Desviación</i>	<i>Coficiente</i>				<i>Sesgo</i>
<i>Fecha</i>	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Estándar</i>	<i>de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>	<i>Estandarizado</i>
1275	30	0,7	0,3	45,4%	0,2	1,4	1,1	0,6
1325	36	0,6	0,3	60,2%	0,1	1,3	1,2	0,7
1375	76	0,4	0,3	81,4%	0,0	1,8	1,8	6,6
1425	85	0,4	0,3	76,9%	0,0	1,4	1,4	4,5
1475	135	0,4	0,3	77,2%	0,0	1,7	1,6	5,5
1525	159	0,5	0,3	77,7%	0,0	1,8	1,8	8,3
1575	249	0,4	0,3	78,9%	0,0	1,7	1,7	10,9
1625	20	0,5	0,3	69,2%	0,1	1,6	1,4	2,2
1675	4	0,2	0,1	58,0%	0,1	0,4	0,3	1,4
Total	794	0,4	0,3	76,4%	0,0	1,8	1,8	15,9

De nuevo vuelve a haber una gran desviación estándar debida a la propia naturaleza de las muestras.

Si realizamos un análisis ANOVA de la relación de concentración K/Fe, obtenemos unos valores que podemos reconocer en la tabla 64 y en la figura 422.

Tabla 64: Análisis Anova para relación de concentración K/Fe comprados según la fecha.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	4,42201	8	0,552751	4,16	0,0001
Intra grupos	104,255	785	0,132809		
Total (Corr.)	108,677	793			

Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la relación K/Fe entre un nivel de fecha y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. Observamos en la figura ... que las medias son más elevadas hasta 1350, establecen un nivel bastante similar hasta 1600, y vuelven a subir para emprender un cambio de tendencia en el período más tardío.

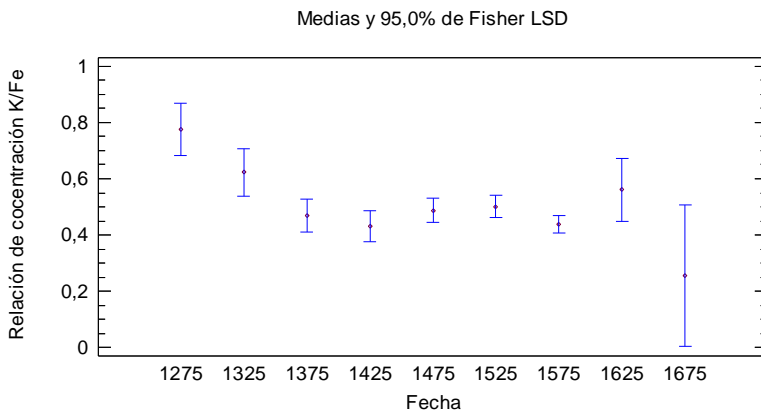


Figura 422: Relación de concentración de medias de K/Fe según la datación.

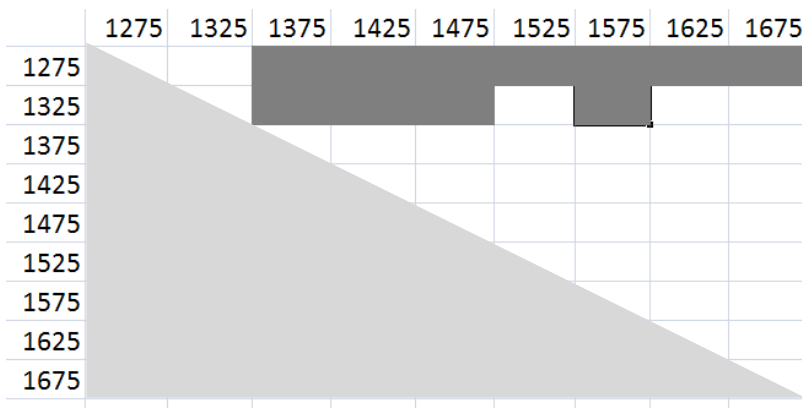
De igual modo que en el caso del hierro realizamos una agrupación de estos valores que nos ofrece dos grupos destacados (tabla 65). Por un lado las siguientes franjas temporales: 1250-1300, 1350-1400, 1400-1450, 1450-1500 y 1550-1600. Y, por otro: 1300-1350, 1500-1550 y a partir de 1600 en adelante. No obstante, las medias son muy similares como vimos en el gráfico de medias (figura 422).

Tabla 65: Grupos homogéneos de medias de concentración de K/Fe según la datación. Método: 95,0 porcentaje LSD

Fecha	Casos	Media	Grupos Homogéneos
1675	4	0,2	XX
1425	85	0,4	X
1575	249	0,4	X
1375	76	0,4	X
1475	135	0,4	X
1525	159	0,5	XX
1625	20	0,5	XX
1325	36	0,6	XX
1275	30	0,7	X

A continuación detallamos cuáles son los datos que indican una diferencia significativa de la relación de valores de relación de concentración K/Fe según su datación (tabla 66), donde comprobamos que la primera centuria de estudio, la que corresponde a la utilización de papel andalusí como soporte de escritura, los valores son significativamente diferentes a los períodos posteriores. Podríamos aventurarnos en señalar que las tintas en estos momentos todavía bebieran del modo de preparación tradicional musulmana con ingredientes como la mirto o el zumo de granada, o incluso que el papel estuviera aportando valores diferentes en uno u otro período histórico.

Tabla 66: Diferencias significativas entre los valores medios de relación de concentración K/Fe según la datación.



## b) Relación de concentración K/Fe en función del archivo

A continuación realizamos una gráfica de caja y bigotes de la relación K/Fe por archivo para valores de Fe/k menores de 1,9 (figura 423), que acompañamos de un resumen estadístico (tabla 67) donde se recogen los coeficientes de variación en los que destacan por su elevado porcentaje las muestras de los archivos municipales de Xixona (35), Castelfort (11) y Alcoi (2). Cabe destacar que el coeficiente de variación en el archivo con mayor número de muestras como es Cocentaina (15), está por debajo de la media del total del coeficiente de variación del resto de archivos, por lo que las muestras son similares entre ellas para la relación de estos elementos.

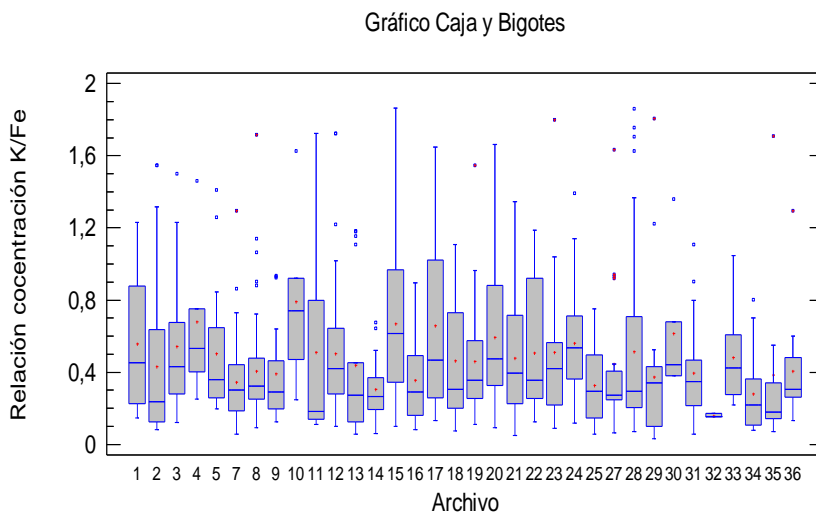


Figura 423: Gráfico de caja y bigotes de la relación de concentración K/Fe por archivo

Tabla 67: Resumen estadístico de los valores de relación de concentración K/Fe menores a 1,19.

Archivo	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
1	15	0,5	0,3	65,0%	0,1	1,2	1,0
2	35	0,4	0,4	101,1%	0,0	1,5	1,4
3	20	0,5	0,3	65,8%	0,1	1,5	1,3
4	5	0,6	0,4	69,7%	0,2	1,4	1,2
5	23	0,5	0,3	64,6%	0,1	1,4	1,2
7	48	0,3	0,2	69,9%	0,0	1,2	1,2
8	52	0,4	0,2	73,3%	0,0	1,7	1,6
9	22	0,3	0,2	66,5%	0,1	0,9	0,8
10	6	0,7	0,4	59,8%	0,2	1,6	1,3
11	8	0,5	0,5	114,8%	0,1	1,7	1,6
12	70	0,5	0,3	64,7%	0,1	1,7	1,6
13	17	0,4	0,4	97,2%	0,0	1,1	1,1
14	17	0,3	0,1	59,6%	0,0	0,6	0,6
15	104	0,6	0,3	57,7%	0,1	1,8	1,7
16	23	0,3	0,2	68,7%	0,0	0,8	0,8
17	19	0,6	0,4	74,4%	0,1	1,6	1,5
18	16	0,4	0,3	73,2%	0,0	1,1	1,0
19	19	0,4	0,3	73,4%	0,1	1,5	1,4
20	19	0,5	0,4	68,3%	0,0	1,6	1,5
21	14	0,4	0,3	76,2%	0,0	1,3	1,2
22	14	0,5	0,3	71,9%	0,1	1,1	1,0
23	18	0,5	0,4	83,1%	0,0	1,7	1,7
24	25	0,5	0,3	57,5%	0,1	1,3	1,2
25	13	0,3	0,2	77,4%	0,0	0,7	0,6
27	19	0,4	0,3	86,5%	0,0	1,6	1,5
28	47	0,5	0,4	94,5%	0,0	1,8	1,7
29	26	0,3	0,3	102,4%	0,0	1,8	1,7
30	6	0,6	0,3	62,5%	0,3	1,3	0,9
31	22	0,3	0,2	70,3%	0,0	1,1	1,0
32	3	0,1	0,0	6,35%	0,1	0,1	0,0
33	11	0,4	0,2	49,3%	0,2	1,0	0,8
34	18	0,2	0,2	76,0%	0,0	0,8	0,7
35	9	0,3	0,5	134,1%	0,0	1,7	1,6
36	11	0,4	0,3	78,9%	0,1	1,2	1,1
Total	794	0,4	0,3	76,4%	0,0	1,8	1,8

Se he realizado, además, un estudio ANOVA para comparar la relación de concentración K/Fe en función del archivo, que resumimos en la tabla 68.

Tabla 68: Análisis Anova para la relación de concentración K/Fe por archivo.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	10,128	33	0,30691	2,37	0,0000
Intra grupos	98,549	760	0,12967		
Total (Corr.)	108,677	793			

Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la relación de concentración K/Fe entre un nivel de archivo y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

Para determinar qué medias son significativamente diferentes de otras, se han seleccionados las pruebas de múltiples rangos, (tabla 69), y se han obtenido grupos homogéneos que describimos según las X's:

Tabla 69: Grupos homogéneos en la relación K/Fe.

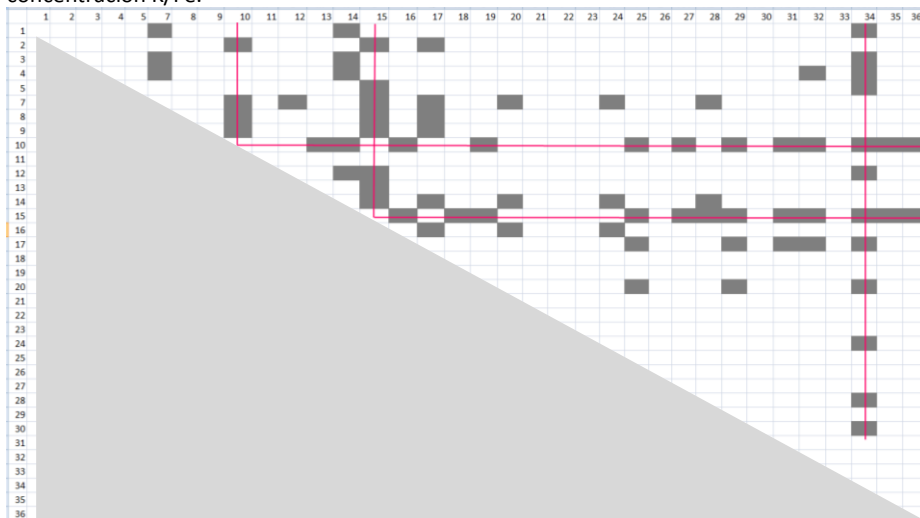
Método: 95,0 porcentaje LSD

Archivo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
32	3	0,1	XXXXXX
34	18	0,2	X
14	17	0,3	XX
25	13	0,3	XXXX X X
7	48	0,3	XX
16	23	0,3	XXX X
29	26	0,3	XXXX X X
35	9	0,3	XXXXXXXX XX
9	22	0,3	XXXXXXXX XX
31	22	0,3	XXXXXXXX XX
8	52	0,4	XXXXXXXX XX
36	11	0,4	XXXXXXXX XX
2	35	0,4	XXXXXXXX XX
13	17	0,4	XXXXXXXX XX
27	19	0,4	XXXXXXXX XX
19	19	0,4	XXXXXXXX XX
18	16	0,4	XXXXXXXXXX XX
21	14	0,4	XXXXXXXXXXXXXX
33	11	0,4	XXXXXXXXXXXXXX
5	23	0,5	XXXXXXXX XX
12	70	0,5	XXXXXX XX
22	14	0,5	XXXXXXXXXXXXXX
11	8	0,5	XXXXXXXXXXXXXX
23	18	0,5	XXXXXXXXXXXXXX
28	47	0,5	XXXXXX XX
3	20	0,5	XXXXXXXXXXXXXX
1	15	0,5	XXXXXXXXXXXXXX
24	25	0,5	XX XXXXX
20	19	0,5	X XXX X
30	6	0,6	XXXXXXXXXXXXXX
17	19	0,6	XXX
15	104	0,6	X
4	5	0,6	XXXXXX
10	6	0,7	XX

Se han identificado 11 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

De ellos cabe destacar que el más numeroso es el de las 9 X's y que no se pueden establecer relaciones geográficas según los resultados. A continuación vamos a estudiar los pares que resultan estadísticamente significativos y que resumimos en la tabla 70.

Tabla 70: Pares con diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la relación concentración K/Fe.



Estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza.

Observamos que los archivos de Cabanes (10), Cocentaina (15) y Xàtiva (34) presentan las diferencias estadísticas más apreciables con el resto de los archivos. Desconocemos las causas de esta variación, pero si retrocedemos a la tabla... en la que se recogen los coeficientes de variación observamos que el de Xàtiva es prácticamente igual al de la media de todos, Cocentaina y Cabanes están en torno al 58% de variación y, sin embargo, los valores de las muestras del archivo de Vilafranca del Cid (32), con valores muy bajos de variación porque se recogieron pocas muestras por la



disponibilidad del archivo, no resultan significativamente diferentes con el resto en esta tabla.

La tendencia señalada depende de la composición de cada una de las tintas. Conocemos su composición inorgánica pero desconocemos una parte fundamental que son los elementos orgánicos, con los que poder determinar el tipo de ingrediente utilizado. Como aventuramos en la metodología, el intercambio de conocimiento de las culturas que convivieron en la comunidad valenciana podría darnos la explicación parcial de este resultado, ya que las muestras anteriores a 1400, que corresponderían al uso del papel andalusí, advierten una relación más alta de estos materiales, que luego se estabiliza. Esta diferencia podría venir determinada por el uso de algún ingrediente -como por ejemplo las hojas de mirto, de uso en las recetas andalusíes y que aportan una concentración significativa de potasio a la muestra-, o incluso el modo de elaboración del papel -encolado con almidón y desfibrado a mano, no como en la etapa posterior que se incorporan utensilios de madera y metales como el hierro en el proceso de desfibrado.

### **5.1.3. Análisis de los resultados de la relación de concentración Fe/Ca**

Hemos elegido el hierro y el calcio porque ambos elementos son habituales y muy abundantes en las muestras de tintas valencianas analizadas y, en general, en las tintas metalogálicas (tabla 71). El sulfato de hierro es un componente fundamental en la reacción con el ácido gálico de las agallas

para formar la tinta, mientras que el calcio procede de la fabricación del papel o de las tintas en el caso de que el solvente haya sido el agua. El estudio estadístico de las distribuciones de valores de la relación de concentraciones de hierro frente a calcio, lo hemos realizado sobre un total de 908 muestras de tinta, y el resumen de los valores lo apuntamos en la tabla 88. Los siguientes gráficos ilustran los resultados obtenidos en esta comparación de elementos: el primero de caja y bigotes, con un valor de confianza del 95% para la mediana 0,883358 - 1,24003 (figura 424); y el segundo un histograma que presenta los valores en barras (figura 425). En ambos casos se observa a simple vista que la relación de valores se concentra en el primer tramo, y la mayoría de las muestras comparten este valor.

Tabla 71: Resumen Estadístico para Fe/Ca.

Recuento	908
Promedio	2,72
Desviación Estándar	4,39
Coefficiente de Variación	161,189%
Mínimo	0,0250072
Máximo	40,7202
Rango	40,6952
Sesgo Estandarizado	39,9852
Curtosis Estandarizada	87,5455

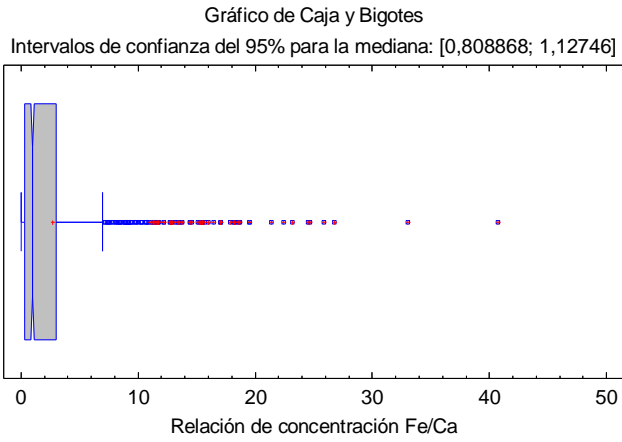


Figura 424: Gráfica de cajas y bigotes de los valores de la relación entre la concentración de Fe/Ca.

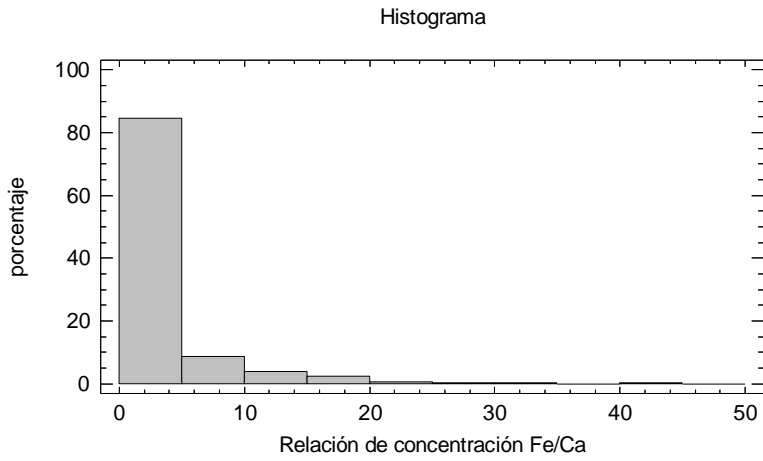


Figura 425: Histograma de los valores de la relación entre la concentración de Fe/Ca.

A continuación presentamos una tabla de frecuencias para la relación de los elementos citados (tabla 72) en la que se advierten 10 grupos de frecuencia muy diferenciados. La variante de cada uno de ellos corresponde al límite inferior, superior y punto medio de cada uno de los valores del total de las muestras analizadas. La media del punto medio es 2,72 (con una desviación estándar de 4,39).

Tabla 72: Tabla de Frecuencias para Fe/Ca.

	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>			<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>
<i>Clase</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>	<i>Punto Medio</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Relativa</i>	<i>Acumulada</i>	<i>Rel. Acum.</i>
	menor o igual	0,0		0	0,0000	0	0,0000
1	0,0	5,0	2,5	767	0,8447	767	0,8447
2	5,0	10,0	7,5	77	0,0848	844	0,9295
3	10,0	15,0	12,5	34	0,0374	878	0,9670
4	15,0	20,0	17,5	21	0,0231	899	0,9901
5	20,0	25,0	22,5	5	0,0055	904	0,9956
6	25,0	30,0	27,5	2	0,0022	906	0,9978
7	30,0	35,0	32,5	1	0,0011	907	0,9989
8	35,0	40,0	37,5	0	0,0000	907	0,9989
9	40,0	45,0	42,5	1	0,0011	908	1,0000
10	45,0	50,0	47,5	0	0,0000	908	1,0000
	mayor de	50,0		0	0,0000	908	1,0000

Estudiando la tabla podemos observar cómo el 85 % de los valores de punto medio son menores o iguales al 10, y cerca del 97 % se encuentran por debajo de 15. Los puntos aberrantes están indicados en la siguiente tabla (tabla 73). Detallamos en ella el número de muestra, el archivo al que pertenece, el código de la misma, la datación y la relación de concentración Fe/Ca. A estos puntos vamos a añadir el estado de conservación así como los niveles de Ca y Fe con el fin de determinar si existe alguna relación en estas muestras.

Tabla 73: Puntos aberrantes de la relación Fe/Ca.

Muestra	Archivo	Código	Fecha	Fe/Ca con LD	Conservación	Ca	Fe
120	29	SEGL28T1	1371	40,72		2,10	85,61
188	29	SEGL1T1	1401	33,06	perforada	2,01	66,39
66	15	COCL54T1	1327	26,73		2,22	59,43
865	28	SAXL3T1	1586	25,88	perforada	2,10	54,35
349	3	ALIL9T2	1475	24,65	perforada	2,01	49,57
567	3	ALIL4T2	1570	24,52		2,51	61,44
387	27	REQL18T1	1489	23,17		2,79	64,55
117	14	CTRL2T1	1371	22,43		2,91	65,19
788	9	BOCL16T1	1574	21,36	perforada	2,14	45,74
863	28	SAXL3T1	1586	19,54	perforada	2,26	44,08
207	5	ALZL3T1	1412	19,48	perforada	4,36	85,03
150	18	DIPL24T1	1383	18,71		2,50	46,69
343	13	CVL20T1	1475	18,58		3,16	58,78
490	2	ACIL12T1	1517	18,54	perforada	2,62	48,52
133	15	COCL50T1	1375	18,26		2,59	47,35
385	15	COCL31T1	1489	18,26		2,58	47,05
712	27	REQL22T1	1560	18,18		4,00	72,71
844	22	MFTL2T1	1584	17,88	perforada	2,10	37,51
658	8	BIAL4T2	1551	17,07		2,06	35,21
428	8	BIAL12T1	1496	17,04		2,22	37,81
531	28	SAXL9T1	1525	17,01		2,19	37,30
429	8	BIAL12T1	1496	16,48		2,68	44,19
383	31	VLRL13T1	1489	15,99	perforada	2,96	47,31
585	25	PEGL7T1	1536	15,72	perforada	2,74	43,04
782	21	IBIL6T1	1571	15,47	perforada	4,83	74,76
548	14	CTRL15T1	1527	15,45	perforada	2,25	34,79
661	12	CTLL15T1	1551	15,45	perforada	2,25	34,79
67	7	AYTL1T1	1327	15,34		2,50	38,28
879	3	ALIL8T1	1589	15,22		3,84	58,49
690	19	ELXL11T1	1555	15,09		2,82	42,49

Si nos fijamos en el archivo de procedencia de las muestras vemos que hay una variedad importante, ya que para las 30 muestras aberrantes, el 63,3% de ellas pertenecen a archivos diferentes. Sin embargo, los cuatro archivos con mayor número de muestras aberrantes -Cocentaina (15), Sax (28), Alicante (3) y Biar (8)- pertenecen a un ámbito geográfico bastante aproximado. Podríamos considerar que pudiera haber una composición similar de estas tintas dadas bien por algún ingrediente, o bien por la proporcionalidad entre los más importantes por una similitud en la receta. Sin embargo, al estudiar detalladamente los valores de porcentaje ofrecidos en el SEM-EDX observamos cómo la concentración de calcio es muy similar en todas estas muestras, y la de hierro es proporcionalmente muy superior. Si nos vamos a la imagen ofrecida por el microscopio electrónico, podemos determinar cómo la diferencia de análisis de cada muestra ofrece unos valores que, en este caso no podemos comparar directamente porque en algunos casos el objeto de análisis es un área, como las figuras 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434 y 435; y en otra es un punto concreto que puede coincidir con una sal de hierro (figuras 436, 437, 438, 439, 440 y 441).

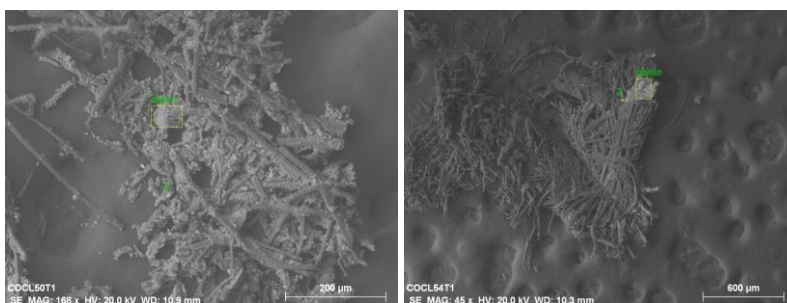


Figura 426: Muestra de la tinta 1 del libro 50 del Archivo Municipal de Cocentaina.

Figura 427: Muestra de la tinta 1 del libro 54 del Archivo Municipal de Cocentaina.

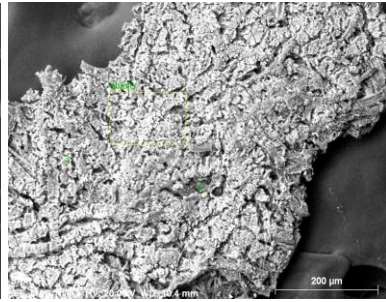
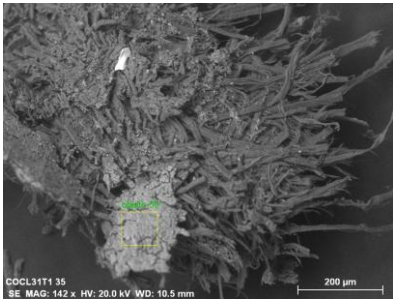


Figura 428: Muestra de la tinta 1 del libro 31 del Archivo Municipal de Cocentaina.

Figura 429: Muestra de la tinta 1 del libro 3 del Archivo Municipal de Sax.

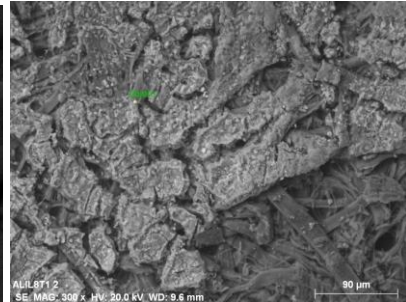
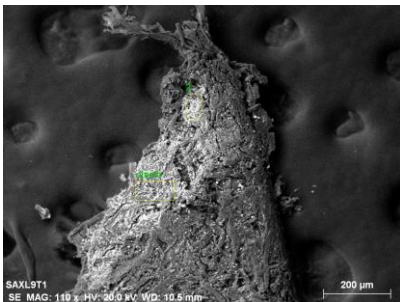


Figura 430: Muestra de la tinta 1 del libro 9 del Archivo Municipal de Sax.

Figura 431: Muestra de la tinta 1 del libro 8 del Archivo Municipal de Alicante.

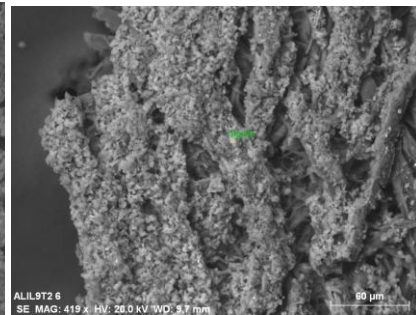
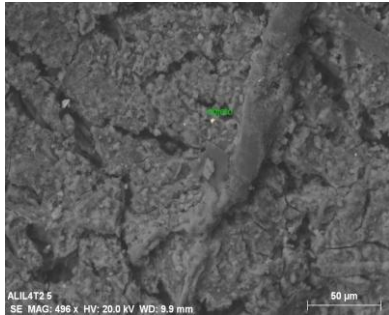


Figura 432: Muestra de la tinta 2 del libro 4 del Archivo Municipal de Alicante.

Figura 433: Muestra de la tinta 2 del libro 9 del Archivo Municipal de Alicante.

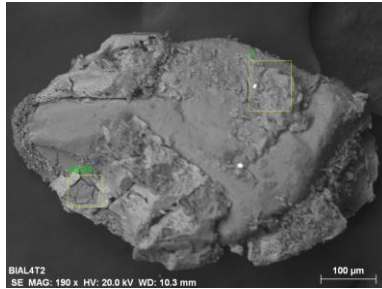
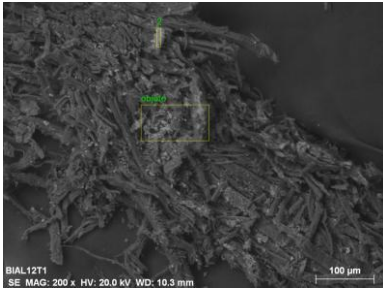


Figura 434: Muestra de la tinta 1 del libro 12 del Archivo Municipal de Biar.

Figura 435: Muestra de la tinta 2 del libro 4 del Archivo Municipal de Biar.

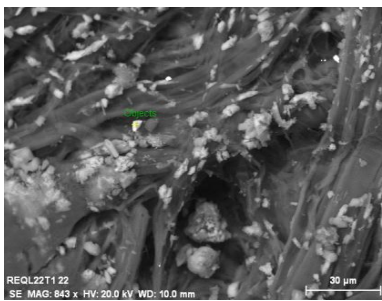
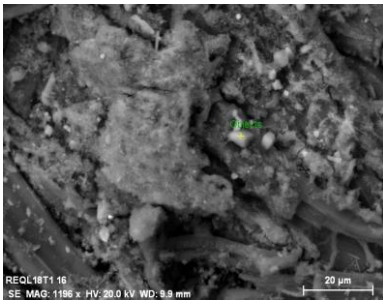


Figura 436: Muestra de la tinta 1 del libro 18 del Archivo Municipal de Requena.

Figura 437: Muestra de la tinta 1 del libro 22 del Archivo Municipal de Requena.

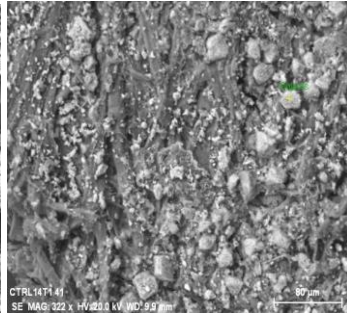
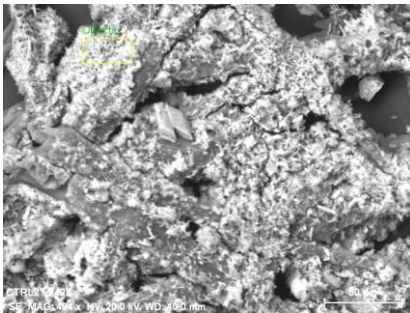


Figura 438: Muestra de la tinta 1 del libro 2 del Archivo Municipal de Cincorres.

Figura 439: Muestra de la tinta 1 del libro 14 del Archivo Municipal de Cincorres.



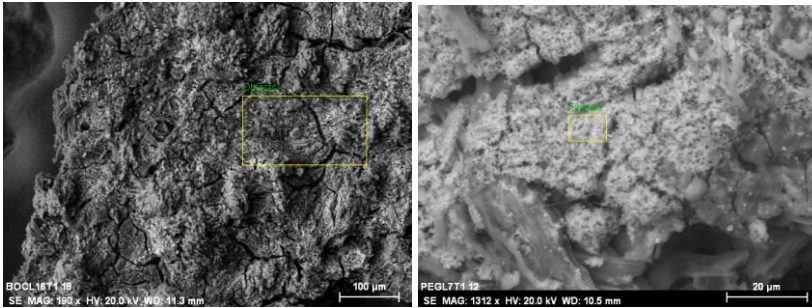


Figura 440: Muestra de la tinta 1 del libro 16 del Archivo Municipal de Bocairé.

Figura 441: Muestra de la tinta 1 del libro 7 del Archivo Municipal de Pego.

Podemos advertir que, a pesar de haber muestras de todos los períodos, el grueso está en mediados del siglo XV y el XVI, que es la franja donde más muestras hay en términos generales, por lo que la datación tampoco sería un factor determinante. Por lo que respecta al estado de conservación, sí que se advierte, y quizá podría ir en relación a la alta concentración de hierro encontrada en estas muestras, que el 50% de las muestras aberrantes en este caso están en un estado de oxidación tan avanzado que han taladrado el papel, respecto al valor general, de un 37,1% del total de las muestras analizadas.

Si repetimos el análisis para aquellos valores de la relación de concentración Ca/Fe menores de 15, que hemos visto que se incluían en esta franja el 97% de las muestras, obtenemos las siguientes gráficas de caja y bigotes (figura 442), y el histograma (figura 443).

Gráfico de Caja y Bigotes

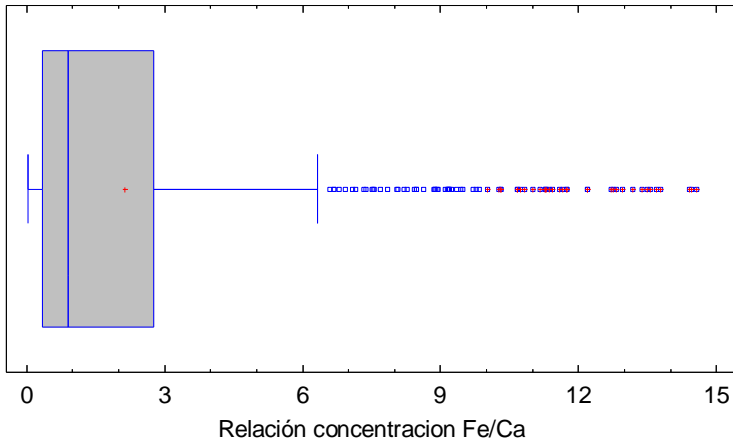


Figura 442: Gráfico de caja y bigotes para la relación Fe/Ca con valores inferiores a 15.

Histograma

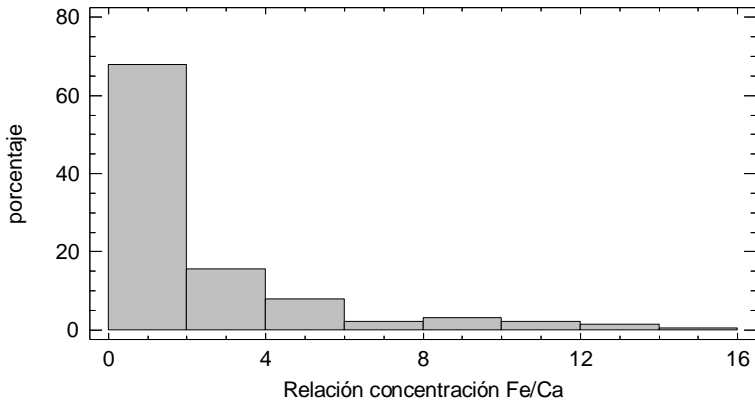


Figura 443: Histograma para la relación de concentración Fe/Ca con valores inferiores a 15.

En el resumen estadístico que describimos en la tabla 74 podemos determinar las variantes de las 878 muestras que se distribuyen en esta franja, con un valor de promedio de relación del 2,1302. Observando los resultados obtenidos, podemos comprobar (tabla 75) cómo el 68% de los valores están por debajo de 2 en el punto medio de la relación de estos elementos y el 93% por debajo de 8.

Tabla 74: Resumen estadístico para Fe/Ca.

Recuento	878
Promedio	2,13
Desviación Estándar	2,86
Coefficiente de Variación	134,409%
Mínimo	0,0250072
Máximo	14,5796
Rango	14,5546
Sesgo Estandarizado	26,2839
Curtosis Estandarizada	27,6223

Tabla 75: Tabla de frecuencias de la relación de concentración Fe/Ca por debajo de 15.

	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>			<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>
<i>Clase</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>	<i>Punto Medio</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Relativa</i>	<i>Acumulada</i>	<i>Rel. Acum.</i>
	menor o igual	0,0		0	0,0000	0	0,0000
1	0,0	2,0	1,0	596	0,6788	596	0,6788
2	2,0	4,0	3,0	136	0,1549	732	0,8337
3	4,0	6,0	5,0	68	0,0774	800	0,9112
4	6,0	8,0	7,0	18	0,0205	818	0,9317
5	8,0	10,0	9,0	26	0,0296	844	0,9613
6	10,0	12,0	11,0	19	0,0216	863	0,9829
7	12,0	14,0	13,0	12	0,0137	875	0,9966
8	14,0	16,0	15,0	3	0,0034	878	1,0000
	mayor de	16,0		0	0,0000	878	1,0000

Los valores aberrantes que se obtienen con esta relación inferior a 15 en el punto medio son los que presentamos en la tabla 76. De nuevo, al intentar comprender si existe una relación entre ellos, observamos que no la hay.

Tabla 76: Valores aberrantes de la relación Fe/Ca con valores inferiores a 15.

Muestra	Archivo	Código	Fecha	Fe/Ca	Conservación	Ca	Fe
359	12	CTLL5T1	1481	14,58		2,57	37,47
210	31	VLR8T1	1413	14,46		4,44	64,15
975	9	BOCL29P1	1625	14,41		25,77	36,93
688	12	CTLL14T2	1555	13,77	perforada	3,42	47,10
124	14	CTRL3T1	1374	13,70		3,77	51,69
77	15	COCL49T1	1344	13,55		3,28	44,42
530	28	SAXL9T1	1525	13,49	perforada	2,81	37,87
699	28	SAXL17T1	1558	13,38	perforada	2,39	31,92
529	28	SAXL8T1	1525	13,18	perforada	2,64	34,84
823	28	SAXL20T1	1579	12,96	perforada	3,76	48,71
686	12	CTLL14T2	1555	12,82	perforada	2,52	1,99
700	28	SAXL17T1	1558	12,76	perforada	2,88	36,76
974	9	BOCL7T1	1624	12,72	perforada	2,77	35,23
535	12	CTLL7T2	1525	12,19		3,02	36,79
740	12	CTLL9T1	1564	12,19		3,02	36,79
574	36	CASL5T1	1532	11,75		3,44	40,37
737	15	COCL5T1	1564	11,75	perforada	3,44	40,37
702	18	DIPL15T1	1558	11,65	perforada	2,38	27,75
252	13	CVL16T1	1438	11,59		4,96	57,50
824	28	SAXL20T1	1579	11,43	perforada	4,53	51,75
790	29	SEGL16T1	1574	11,36	perforada	2,92	33,20
972	23	ONTL5T1	1613	11,30		3,62	40,94
442	31	VLR14T1	1499	11,28	perforada	5,42	61,17
449	29	SEGL12T1	1500	11,27		3,44	38,74
179	15	COCL10T1	1399	11,16		3,64	40,68
475	7	AYTL24T1	1510	11,02		4,34	47,85
873	17	DENL6T1	1588	10,83	perforada	2,64	28,58
305	17	DENL15T1	1457	10,73		5,16	55,40
960	25	PEGL6T1	1600	10,67	perforada	4,50	48,03
721	7	AYTL7T2	1561	10,66	perforada	4,50	48,03
414	8	BIAL9T1	1493	10,31		3,51	36,16
452	31	VLR128T1	1501	10,31	perforada	2,89	29,78
469	9	BOCL12T1	1508	10,28		2,23	22,91
229	5	ALZL5T1	1422	10,03		4,32	43,27
65	15	COCL54T1	1327	9,84		5,67	55,79
68	7	AYTL1T1	1327	9,77		4,27	41,68
925	21	IBL8T4	1596	9,71	perforada	3,61	35,05
738	27	REQL6T1	1564	9,48	perforada	5,27	49,95
338	5	ALZL16T1	1472	9,44	perforada	6,19	58,41
827	7	AYTL15T1	1579	9,35		4,27	39,96
814	12	CTLL16T1	1578	9,24	perforado	4,71	43,47
318	19	ELXL9T1	1463	9,18		5,09	46,71
722	7	AYTL7T2	1561	9,18	perforada	5,74	52,66
883	19	ELXL24T1	1590	9,17		4,07	37,34
987	26	PINL1T1		9,16		5,18	47,42
564	24	ORHL14T1	1530	9,15		2,77	25,31
123	15	COCL51T1	1372	9,09		4,42	40,22
921	22	MFTL4T1	1595	8,96		3,97	35,54
630	12	CTLL23T1	1547	8,92	perforada	4,91	43,83
764	27	REQL24T1	1568	8,88		2,78	24,67
849	22	MFTL2T6	1595	8,87	perforada	3,72	32,98
572	27	REQL23T1	1531	8,85		4,08	36,09
934	2	ACIL15T2	1598	8,63	perforada	5,24	45,23
491	2	ACIL12T1	1517	8,47	perforada	5,10	43,19
197	27	REQL8T1	1409	8,47		5,47	46,30
211	29	SEGL3T1	1414	8,42		5,04	42,40

501	20	GANL1T1	1521	8,28	perforada	4,31	35,73
561	3	ALIL15T2	1529	8,20	perforada	3,11	25,53
687	12	CTLL14T2	1555	8,06	perforada	5,58	44,98
856	8	BIAL22T1	1586	8,05	perforada	4,78	38,50

Si repetimos el estudio para los valores de la relación de concentración Fe/Ca menor que 2 obtenemos los siguientes gráficos de distribución (figura 444).

Gráfico de Caja y Bigotes

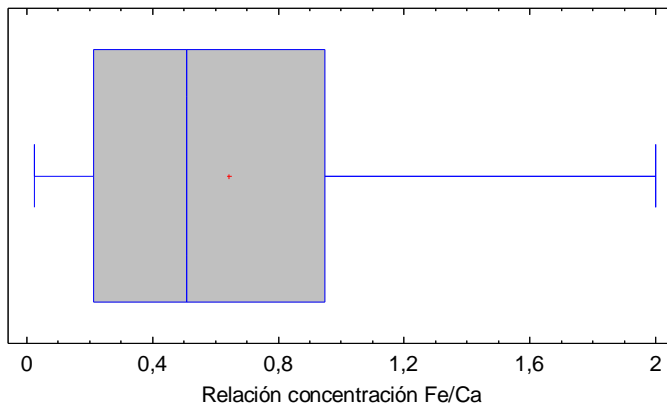


Figura 444: Gráfico de caja y bigotes de la relación de concentración de Fe/Ca.

En este caso ya no se observan puntos aberrantes. Volvemos a realizar la tabla del histograma (figura 445) de la relación de concentración Fe/Ca, y su relación de frecuencias (tablas 77 y 78).

Histograma

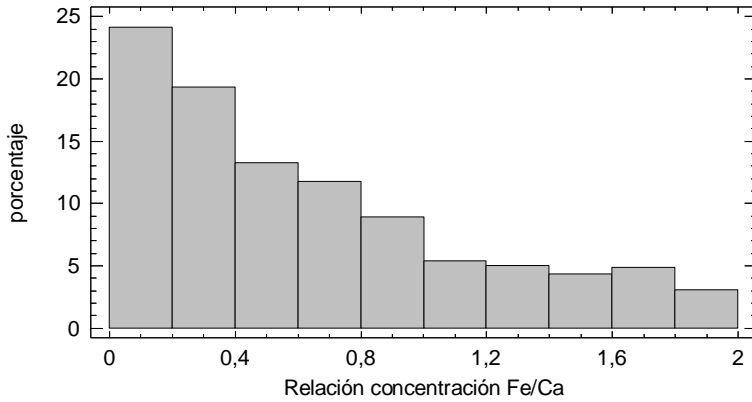


Figura 445: Histograma de la relación de concentración Fe/Ca.

Tabla 77: Frecuencias para el Fe/Ca.

	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>			<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>
<i>Clase</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>	<i>Punto Medio</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Relativa</i>	<i>Acumulada</i>	<i>Rel. Acum.</i>
	menor o igual	0,0		0	0,0000	0	0,0000
1	0,0	0,2	0,1	144	0,2416	144	0,2416
2	0,2	0,4	0,3	115	0,1930	259	0,4346
3	0,4	0,6	0,5	79	0,1326	338	0,5671
4	0,6	0,8	0,7	70	0,1174	408	0,6846
5	0,8	1,0	0,9	53	0,0889	461	0,7735
6	1,0	1,2	1,1	32	0,0537	493	0,8272
7	1,2	1,4	1,3	30	0,0503	523	0,8775
8	1,4	1,6	1,5	26	0,0436	549	0,9211
9	1,6	1,8	1,7	29	0,0487	578	0,9698
10	1,8	2,0	1,9	18	0,0302	596	1,0000
	mayor de	2,0		0	0,0000	596	1,0000

Tabla 78: Resumen estadístico para la relación de concentraciones de Fe/Ca.

Recuento	596
Promedio	0,64
Desviación Estándar	0,52
Coefficiente de Variación	81,5132%
Mínimo	0,0250072
Máximo	1,99896
Rango	1,97395
Sesgo Estandarizado	8,46366
Curtosis Estandarizada	-1,57257

Por tanto, estos 596 valores tienen una distribución que sugiere una composición homogénea, con un valor promedio de 0,6 pero con un coeficiente de variación muy grande del 81 %.

Se ha intentado ajustar algún modelo de distribución que se ajuste a los valores, que mostrara cierta intencionalidad o proceso establecido (gaussina o logística). Sin embargo, el único que se ajustaría sería un modelo gamma (según la figura 446 y las tablas 79 y 80).

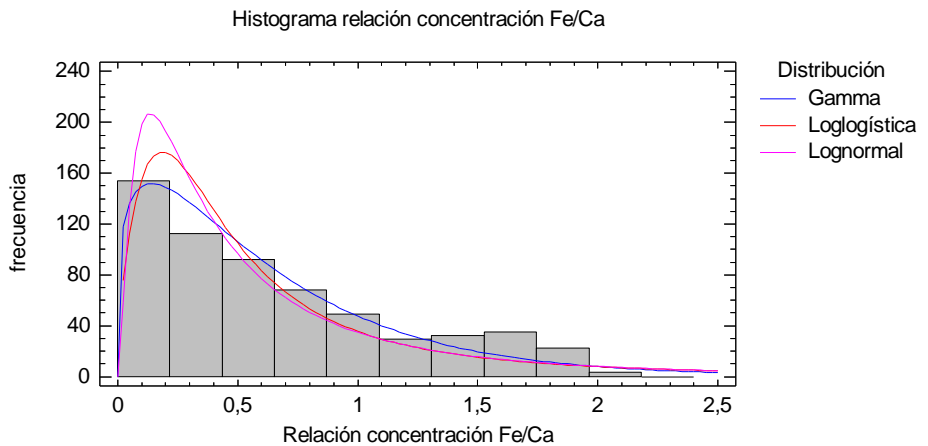


Figura 446: Histograma de la relación de concentración Fe/Ca.

Tabla 79: Distribuciones ajustadas

<i>Gamma</i>	<i>Loglogística</i>	<i>Lognormal</i>
forma = 1,28098	mediana = 0,449389	media = 0,725419
escala = 1,99287	forma = 0,614739	desviación estándar = 1,04172
		Escala log: media = -0,880566
		Escala log: desv. est. = 1,05789

Tabla 80: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la bondad de los ajustes para la relación de concentración Fe/Ca.

	<i>Gamma</i>	<i>Loglogística</i>	<i>Lognormal</i>
DMAS	0,0390906	0,0810735	0,0684925
DMENOS	0,0388071	0,0549754	0,0819448
DN	0,0390906	0,0810735	0,0819448
Valor-P	0,324263	0,000791361	0,000668098

Los valores-P menores que 0,05 indicarían que la relación de concentraciones Fe/Ca no proviene de la distribución seleccionada con 95% de confianza. Por eso en este caso la única curva significativa sería la Gamma, con un recorrido inmodal. Esta curva nos puede predecir los valores de concentración de estos elementos, en los que siempre serán valores más bien pequeños.

Se ha realizado un estudio para ver si existe una relación entre la concentración de Fe y Ca (figura 447 y tablas 81 y 82).



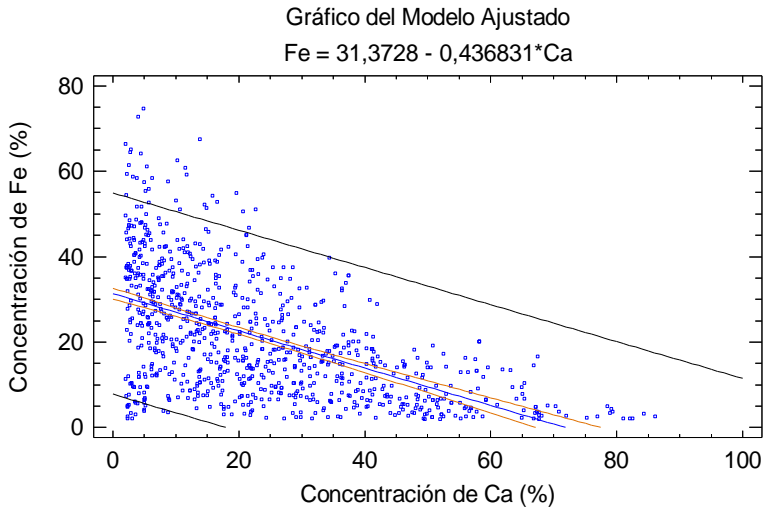


Figura 447: Gráfico de modelo ajustado de la concentración Fe/Ca.

Tabla 81: Coeficientes del ajuste lineal.

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	31,3728	0,652755	48,0621	0,0000
Pendiente	-0,436831	0,0221432	-19,7276	0,0000

Tabla 82: Análisis de varianza.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	56116,8	1	56116,8	389,18	0,0000
Residuo	130350,	904	144,193		
Total (Corr.)	186467,	905			

Coefficiente de Correlación = -0,548586

R-cuadrada = 30,0947 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 30,0174 por ciento

Error estándar del est. = 12,008

Error absoluto medio = 9,39208

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las concentraciones de Fe y Ca con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 30,0947% de la variabilidad en Fe. El coeficiente de correlación es igual a -0,548586, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 12,008.

#### 5.1.4. Análisis de los resultado de la relación concentraciones Ca/K

Hemos calculado la relación de concentración de calcio frente a la de potasio, de manera que obtenemos la siguiente gráfica de bigotes (figura 448), donde se observan una serie de valores aberrantes.

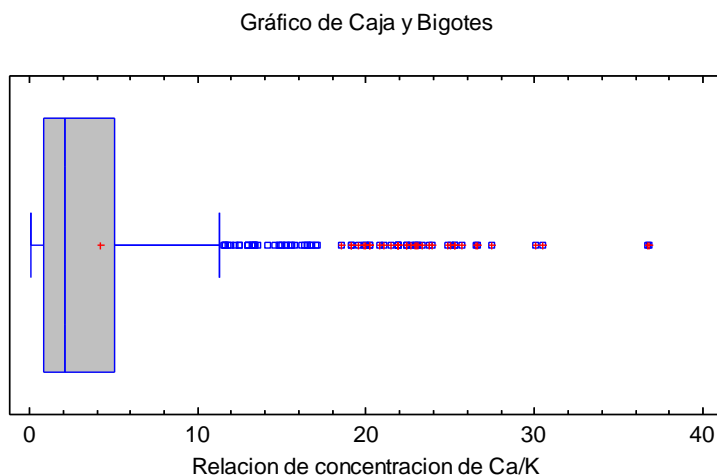


Figura 448: Gráfico de caja y bigotes con los valores aberrantes de la relación de concentración de Ca/K.

Estos valores aberrantes en la relación de concentración de estos dos elementos, son más numerosos a partir de un valor, por lo que se descartan todos aquellos superiores, fijando un límite de  $\text{Ca}/\text{K} < 17$  (figura 449).

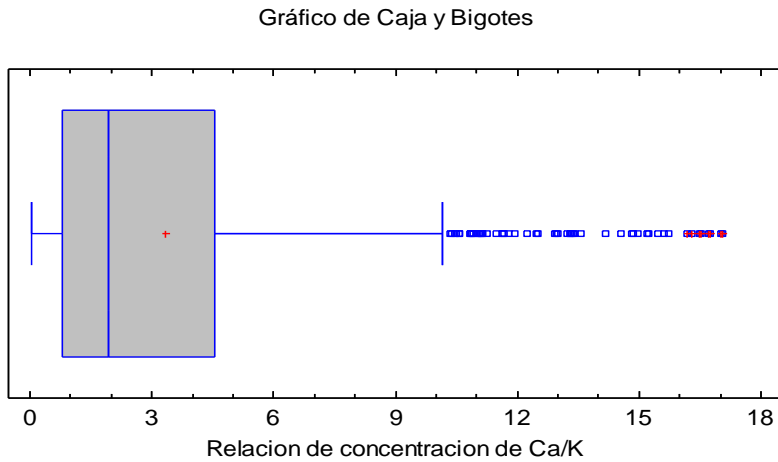


Figura 449: Gráfico de caja y bigotes con los valores aberrantes  $< 17$  de la relación de concentración de  $\text{Ca}/\text{K}$ .

A continuación se ha realizado un análisis de la distribución de los valores de la relación de concentración  $\text{Ca}/\text{K}$  dando lugar a un histograma de frecuencias que se ajusta a dos modelos de distribución (figura 450).

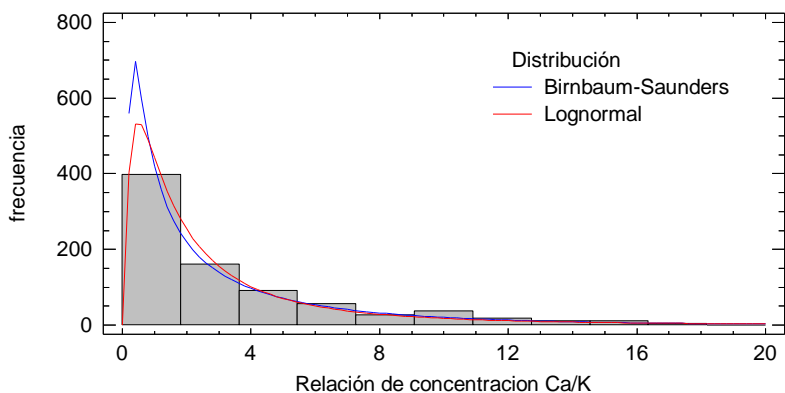


Figura 450: Distribución de la relación de concentración Ca/K.

Se ha calculado que existen 812 valores con rango desde 0,0551593 a 16,746 (tabla 83 y 84).

Tabla 83: Distribuciones Ajustadas.

<i>Birnbaum-Saunders</i>	<i>Lognormal</i>
forma = 1,33881	media = 3,60669
escala = 1,70854	desviación estándar = 6,0515
	Escala log: media = 0,613294
	Escala log: desv. est. = 1,15715

Tabla 84: Prueba de Kolmogorov-Smirnov de bondad del ajuste para la relación de concentraciones Ca/K.

	<i>Birnbaum-Saunders</i>	<i>Lognormal</i>
DMAS	0,0178709	0,0283618
DMENOS	0,0460952	0,0405079
DN	0,0460952	0,0405079
Valor-P	0,0634526	0,13925

Esta tabla muestra los resultados de las pruebas realizadas para determinar si Ca/K puede ser modelada adecuadamente por varias distribuciones. Valores-P menores que 0,05 indicarían que los valores de la relación de

concentración Ca/K no provienen de la distribución seleccionada con 95% de confianza.

Si realizamos un ajuste de los valores de concentración de Ca frente a los valores de concentración de K teniendo en cuenta los intervalos anteriores obtenemos la siguiente representación (figura 451 y tablas 85 y 86).

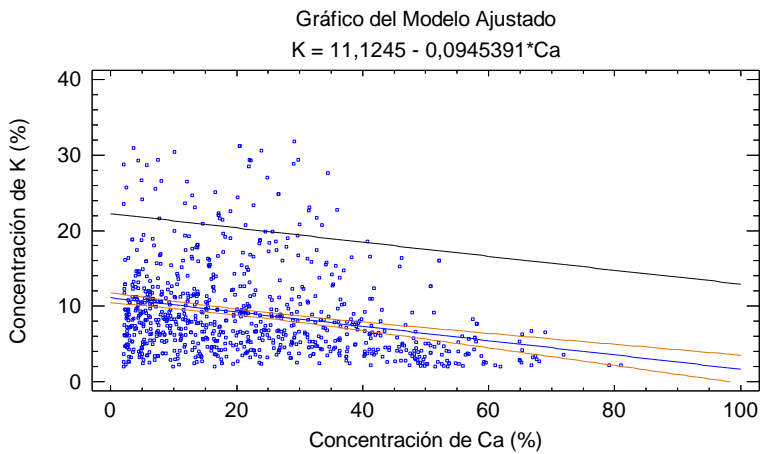


Figura 451: Gráfico de modelo ajustado de la relación de concentración de Ca/K.

Tabla 85: Coeficientes del ajuste lineal.

Parámetro	Mínimos Cuadrados Estimado	Estándar Error	Estadístico T	Valor-P
Intercepto	11,1245	0,332846	33,4224	0,0000
Pendiente	-0,0945391	0,0119703	-7,89782	0,0000

Tabla 86: Análisis de varianza.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2004,46	1	2004,46	62,38	0,0000
Residuo	26704,4	831	32,1353		
Total (Corr.)	28708,9	832			

Coefficiente de Correlación = -0,264235

R-cuadrada = 6,98201 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 6,87007 por ciento

Error estándar del est. = 5,6688

Error absoluto medio = 4,13923

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre la concentración de K y Ca con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 6,98201% de la variabilidad en K. El coeficiente de correlación es igual a -0,264235, indicando una relación relativamente débil entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 5,6688.

#### a) Relación de concentración Ca/K en función de la fecha

A continuación se han comparado los valores de concentración de Ca/K en función de la fecha agrupada, y se ha obtenido la siguiente gráfica de cajas y bigotes (figura 452).

Gráfico Caja y Bigotes

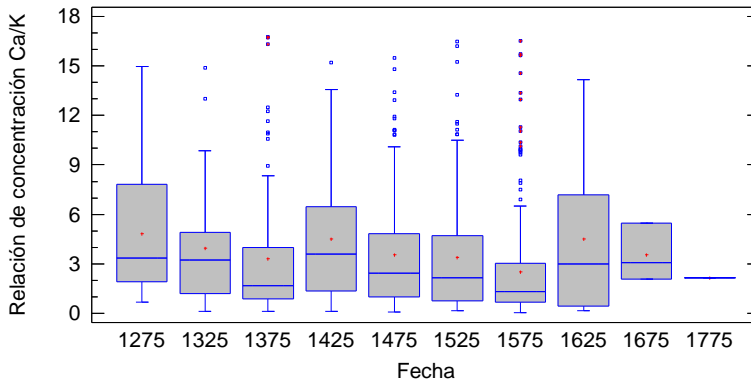


Figura 452: Gráfico de caja y bigotes de la relación de concentración Ca/K.

Tabla 87: Análisis ANOVA para Ca/K por Fecha agrupada.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	393,065	9	43,6739	3,61	0,0002
Intra grupos	9445,75	781	12,0944		
Total (Corr.)	9838,82	790			

La tabla ANOVA descompone la varianza de la relación Ca/K en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 3,61107, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la relación Ca/K entre un nivel de fecha agrupada y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

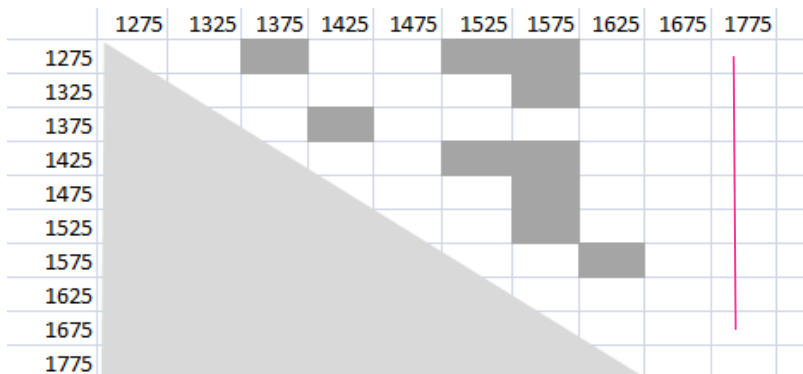
Tabla 88: Pruebas de Múltiple Rangos para la relación Ca/K por fecha agrupada.  
Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Fecha agrupada</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1775	1	2,16452	XXX
1575	251	2,51744	X
1375	80	3,33794	XX
1525	162	3,3914	X
1675	3	3,55363	XXX
1475	131	3,5766	XX
1325	34	3,94211	XX
1425	80	4,49713	X
1625	18	4,51925	XX
1275	31	4,83941	X

Se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas (tabla 88). No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.



Tabla 89: Diferencias significativas por fecha de la concentración de Ca/K.



Como podemos comprobar en la tabla 89, las anomalías más significativas en relación a la concentración de estos valores se sitúan en torno a 1550 -1600, que coincide con la etapa donde el estado de conservación de los documentos es, en general, más deteriorado.

### **b) Relación de concentración Ca/K en función del archivo**

De igual modo se ha realizado por el análisis en función del archivo que queda reflejada en la siguiente gráfica de cajas y bigotes (figura 453).

Gráfico Caja y Bigotes

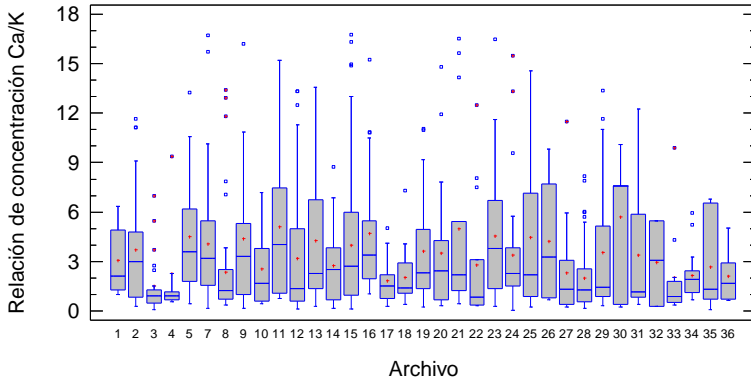


Figura 453: Gráfica de caja y bigotes de la relación de concentración de Ca/K.

Tabla 90: ANOVA para Ca/K por Archivo.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	706,515	34	20,7798	1,72	0,0072
Intra grupos	9191,95	760	12,0947		
Total (Corr.)	9898,46	794			

La tabla ANOVA (tabla 90) descompone la varianza de los valores de concentración Ca/K en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 1,7181, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de los valores de concentración Ca/K entre un nivel de archivo y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

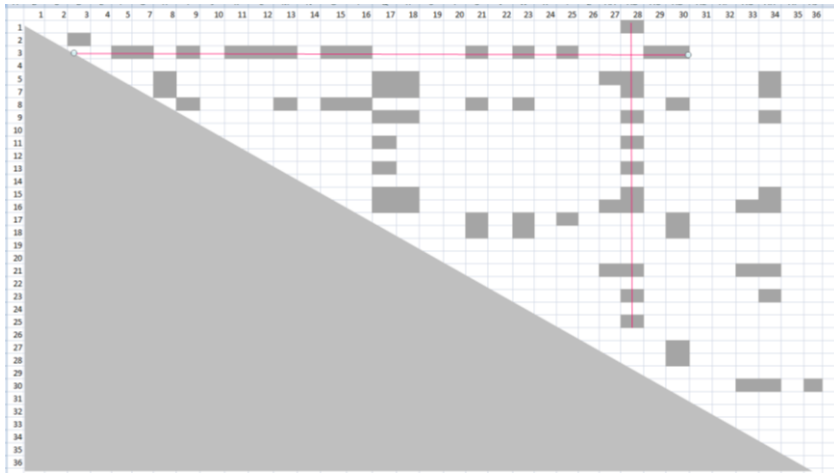
Tabla 91: Pruebas de Múltiple Rangos para Ca/K por archivo.  
Método: 95,0 porcentaje LSD

Archivo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
3	22	1,52603	X
17	17	1,85558	XXX
28	45	2,00052	XX
33	11	2,04193	XXXXXXX
18	17	2,05853	XXX XX
36	9	2,11025	XXXXXXXXX
34	19	2,14663	XXX XX
4	6	2,27115	XXXXXXXXX
27	18	2,3254	XXXXXX
8	52	2,3748	XXX X
10	6	2,57539	XXXXXXXXXX
35	7	2,68921	XXXXXXXXXX
14	16	2,76959	XXXXXXXXXX
22	14	2,788	XXXXXXXXXX
32	3	2,9498	XXXXXXXXXX
1	12	3,08032	XXXXXXXXXX
12	68	3,21264	XXXXXXXXXX
24	28	3,40909	XXXXXXXXXX
31	19	3,41017	XXXXXXXXXX
20	20	3,51631	XXXXXXXXXX
29	28	3,57985	XXXXXXXXXX
19	18	3,65003	XXXXXXXXXX
2	38	3,72193	XXXXXXXXXX
15	107	3,98914	X XXX
7	51	4,07177	X XXX
26	4	4,25589	XXXXXXXXXX
13	18	4,2594	XX XXX
9	19	4,39922	X XXX
25	12	4,48201	XXXXXX
5	22	4,51784	XXX
23	20	4,53774	X XXX
16	21	4,72533	XX
21	14	5,00312	XX
11	7	5,10631	XXXXXX
30	7	5,70835	X

Se han identificado 9 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas (tabla 91). No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. A continuación mostramos un esquema con las anomalías que se han detectado en la relación de estos elementos en función del archivo (tabla 92).

Tabla 92: Anomalías detectadas en la relación de Ca/K según el archivo.



Como podemos observar, el Archivo Municipal de Alicante (3) y, sobre todo, el Archivo Municipal de Sax (28) concentran el mayor número de anomalías. Por lo estamos viendo, la composición de las tintas de este archivo varían significativamente de todas las demás, y de ahí podría venir el problema del estado de conservación de las mismas.

### 5.1.5. Análisis de los resultado de la relación concentraciones Cu/Zn

Al realizar el análisis de las muestras de tinta valenciana hemos detectado que muchas de ellas tenían una presencia simultánea de cobre y zinc. Si representamos las concentraciones de cobre frente a las de zinc se observa que la mayoría de los puntos tienen una correspondencia lineal (figura 454).

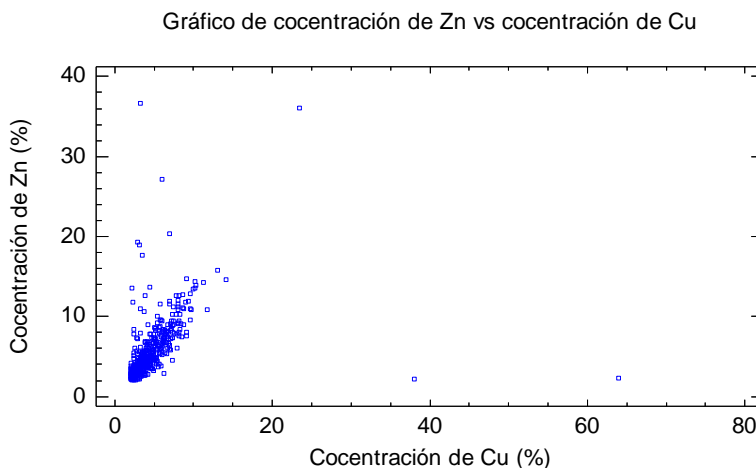


Figura 454: Representación de la concentraciones de Cu frente a la de Zn.

También se observa en la figura que hay puntos de análisis que se caracterizan por una gran concentración de cobre y por una gran concentración de zinc.

En cuanto al cobre destacan (tabla 93):

Tabla 93: Puntos de análisis con una gran concentración de Cu.

Línea	ARCHIVO	CÓDIGO	Cu (%)	Zn (%)
156,00	29,00	SEGL18T1	64,00	2,34
927,00	21,00	IBIL3T1	44,90	<LD
385,00	15,00	COCL31T1	38,00	2,19
293,00	31,00	VLRL11T1	23,50	36,10

En el caso de la línea 927, se ha detectado mucho cobre (44,9 %) y una concentración de zinc por debajo del 2%. Cabe recordar que en algunas recetas se recomienda el uso del vitriolo azul, que correspondería a las trazas de cobre. En las fuentes se menciona asociado a la caparrosa, como en el comentario de José Casanova<sup>36</sup> en el que recomienda su uso “buscando en ella unos pedacitos que hay más azules”; o en las anotaciones de Alejo Piamontés<sup>37</sup> advirtiendo de que la caparrosa “debe ser de buen azul dentro”. Como vemos, eran conscientes del tipo de sulfato seleccionado y el hecho de usar el de cobre puede ser intencionado. Si se tratara de impurezas de alguna mina, deberían ofrecer una correlación los archivos que resultan con muestras aberrantes, sin embargo, Segorbe, Ibi, Cocentaina (15) y Vila-real (31) resultan muy lejanos entre sí como para barajar esta hipótesis.

En cuanto a la concentración de zinc el 95% de los valores está por debajo del 12 % (figura 455).

---

<sup>36</sup> Receta 58.

<sup>37</sup> Receta 50.

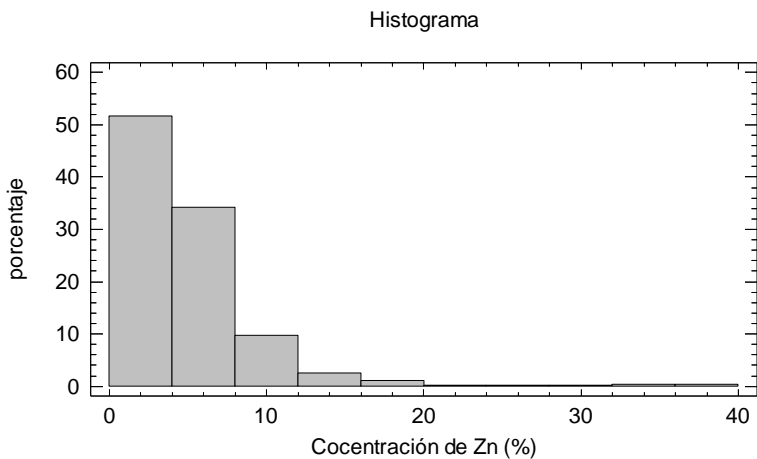


Figura 455: Porcentaje con los valores de zinc de las muestras estudiadas.

Así que fijando este nivel, obtenemos unos resultados que en el caso de zinc, hay más análisis en los que se ha detectado una importante concentración de zinc en relación con una concentración de cobre inferior al 2% (tabla 94).

Tabla 94: Análisis en los que se ha detectado una importante concentración de zinc.

Línea	ARCHIVO	CÓDIGO	FECHA MUESTRA	Cu (%)	Zn (%)
372	36	CASL3T1	1483	<LD	58,20
524	7	AYTL25T1	1523	3,22	36,70
293	31	VLRL11T1	1449	23,50	36,10
587	31	VLRL23T1	1537	<LD	34
749	17	DENL9T1	1566	<LD	32,70
901	22	MFTL1T1	1593	<LD	29,70
526	7	AYTL25T1	1523	6,01	27,20
68	7	AYTL1T1	1327	6,93	20,30
767	31	VLRL19T1	1569	<LD	19,60
560	28	SAXL12T1	1529	2,94	19,30
558	28	SAXL12T1	1529	3,17	18,90
386	15	COCL31T1	1489	<LD	18,60
384	15	COCL31T1	1489	3,49	17,70
818	25	PEGL10T2	1578	<LD	16,20
396	7	AYTL14T1	1490	13,0	15,80
127	12	CTLL1T1	1374	9,14	14,70
319	34	XTL24T1	1463	14,10	14,60
174	2	ACIL8T2	1397	10,20	14,40
56	15	COCL35T1	1316	11,30	14,30
500	8	BIAL3T1	1520	10,30	13,90
635	12	CTLL17T1	1548	4,41	13,70
950	7	AYTL18T1	1599	10,20	13,60
827	7	AYTL15T1	1579	2,13	13,50
478	29	SEGL27T1	1511	10,00	13,40
170	15	COCL33T1	1395	9,60	12,80
957	28	SAXL26T1	1599	8,61	12,70
110	29	SEGL5T1	1366	8,19	12,60
836	34	XTL19T1	1582	7,76	12,60
109	7	AYTL6T1	1365	3,88	12,60
520	8	BIAL17T1	1523	8,04	12,0



Realizando una selección de los valores de concentración, se obtiene un ajuste más o menos lineal, lo que indica que hay una correlación de estos elementos en esos puntos (figura 456 y tabla 95).

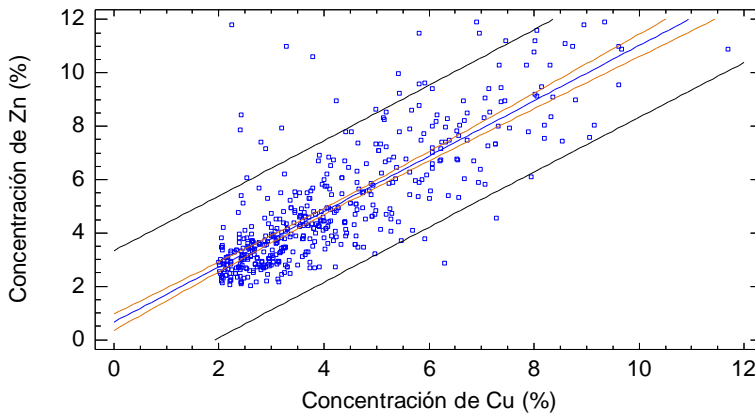


Figura 456: Relación de la concentración Cu<20, Cu>2, Zn>2 y Zn<12.

Tabla 95: Coeficientes del ajuste lineal.

Parámetro	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	Valor-P
Intercepto	0,65741	0,155011	4,24105	0,0000
Pendiente	1,03688	0,0347415	29,8455	0,0000

Coefficiente de Correlación = 0,804653

R-cuadrada = 64,7466 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 64,6739 por ciento

Error estándar del est. = 1,34971

Error absoluto medio = 0,925707

Estadístico Durbin-Watson = 2,14044 (P=0,9393)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,0722551

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 64,7466% de la variabilidad en la concentración de Zn.

El coeficiente de correlación es igual a 0,804653, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables.

De igual modo si analizamos la relación de concentración de cobre frente a zinc para cada uno de los puntos obtenemos la siguiente distribución (figura 457).

Gráfico de Caja y Bigotes

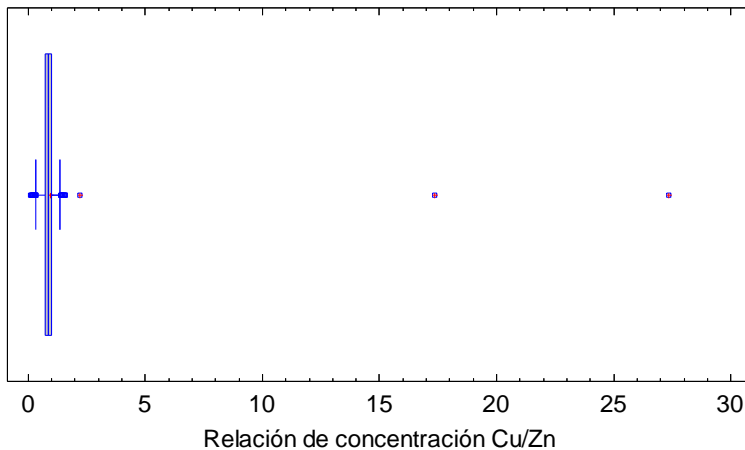


Figura 457: Gráfico de caja y bigotes para la relación de concentración Cu/Zn.

Los puntos aberrantes son todos aquellos cuya relación de concentración Cu/Zn es mayor que 2 que se recogen en esta tabla (tabla 96).

Tabla 96: Puntos aberrantes de la relación de concentración Cu/Zn es mayor que 2.

Muestras	ARCHIVO	CÓDIGO	Cu/Zn	Año	Cu (%)	Zn (%)
156,00	29,00	SEGL18T1	27,35	1386	64,02	2,34
385,00	15,00	COCL31T1	17,35	1489	38,00	2,19
157,00	31,00	VLRL6T1	2,20	1386	6,29	2,86

Conviene destacar que el estado de conservación de estas tres muestras aberrantes era aceptable a pesar de los valores de Cu que detecta el microscopio.

Si eliminamos esos puntos la distribución, resulta más homogéneo el gráfico, como podemos ver en la figura 458, así como el histograma (figura 459).

Gráfico de Caja y Bigotes

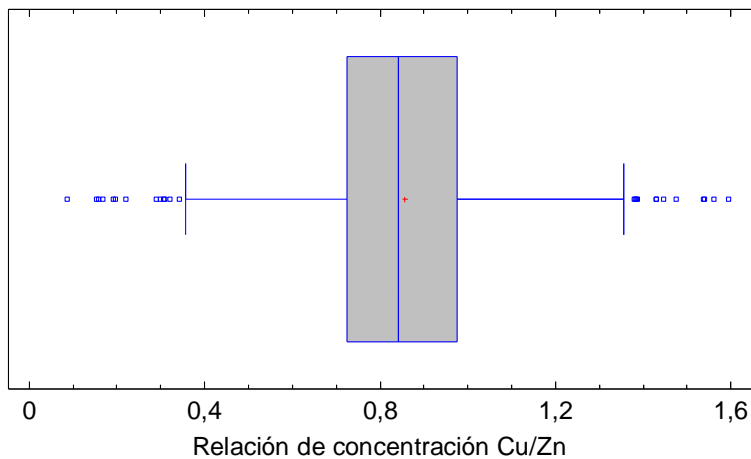


Figura 458: Relación de concentración Cu/Zn sin valores aberrantes.

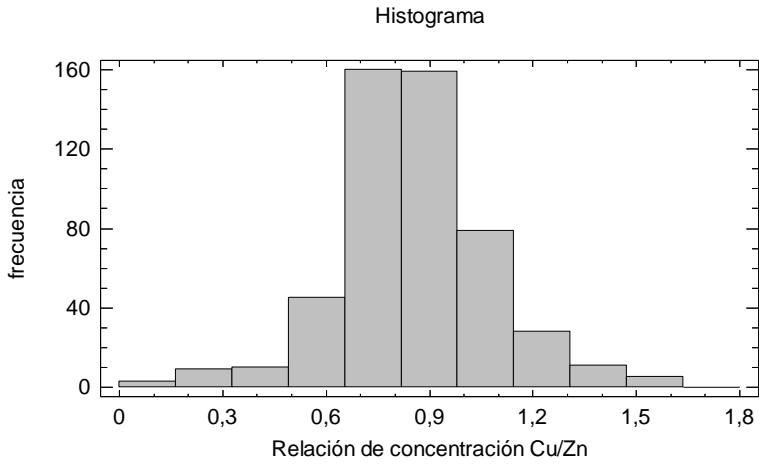


Figura 459: Relación de concentración Cu/Zn sin valores aberrantes.

Si hacemos un ajuste de la distribución se obtienen dos modelos muy parecidos que observamos en el figura 460 donde tanto la curva logística como normal proporcionan un buen ajuste (tabla 97).

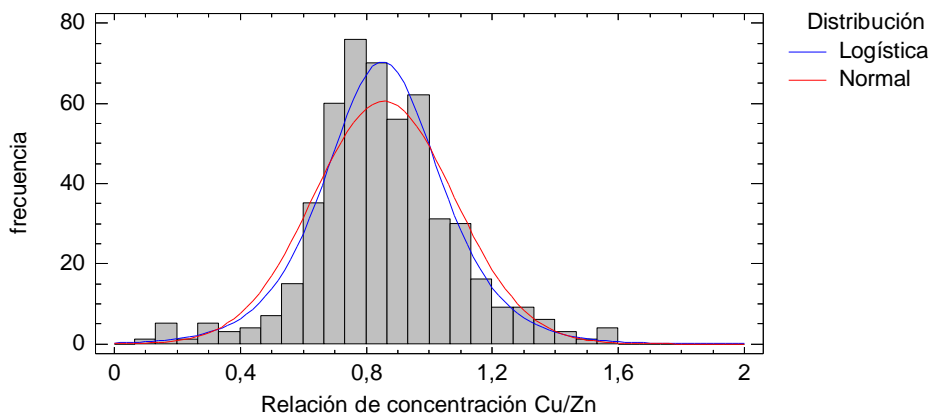


Figura 460: Ajustes de curvas de distribución de las frecuencias de concentración de Cu/Zn.

Tabla 97: Distribuciones ajustadas. 616 valores con rango desde 0,0877384 a 1,59519.

<i>Logística</i>	<i>Normal</i>
media = 0,849072	media = 0,853466
desviación estándar = 0,22264	desviación estándar = 0,227436

Como observamos en la tabla 98 de pruebas de bondad del ajuste, vemos cómo los valores-P son mayores a 0,05, por lo que la distribución de los valores de la relación de concentraciones Cu/Zn pueden explicarse con estos modelos.

Tabla 98: Pruebas de bondad de ajuste de la relación Cu/Zn. Prueba de Kolmogorov-Smirnov.

	<i>Logística</i>	<i>Normal</i>
DMAS	0,0340772	0,0529557
DMENOS	0,0328181	0,0532821
DN	0,0340772	0,0532821
Valor-P	0,481568	0,0605393

Ambos modelos se ajustan bien a la distribución de datos. Por tanto, estos 616 puntos estudiados muestran una distribución que indica intencionalidad o un mismo mineral.

### a) Relación Cu/Zn en función del archivo

La distribución de la relación de concentración Cu/Zn en función del archivo se representa en el siguiente diagrama de bigotes (figura 461):

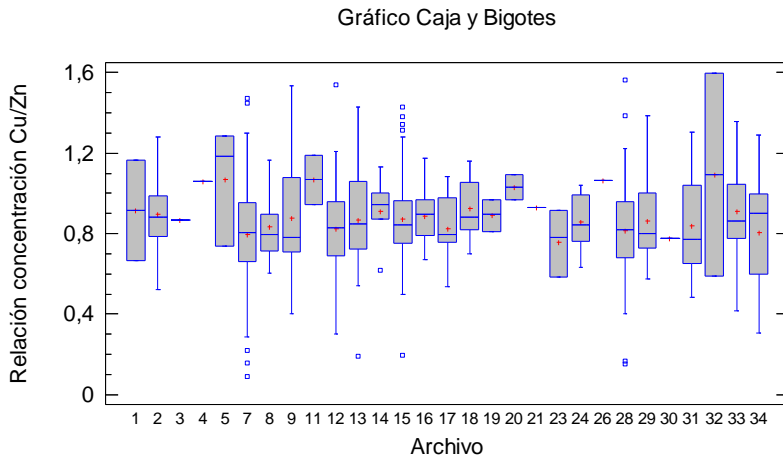


Figura 461: Gráfico de caja y bigotes de la concentración Cu/Zn en función del archivo.

Tabla 99: Resumen estadístico de la concentración Cu/Zn según el archivo.

Archivo	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
1	2	0,91	0,35	38,6073%	0,664921	1,16429	0,499364
2	49	0,90	0,17	18,4946%	0,522581	1,28212	0,759542
3	1	0,87		%	0,869198	0,869198	0,0
4	1	1,06		%	1,06102	1,06102	0,0
5	3	1,07	0,29	27,1984%	0,73913	1,28713	0,547998
7	49	0,80	0,31	39,4666%	0,0877384	1,47439	1,38666
8	42	0,83	0,14	17,2574%	0,605063	1,163	0,557932
9	11	0,88	0,33	37,7242%	0,403631	1,5365	1,13287
11	2	1,07	0,17	16,2842%	0,945087	1,19106	0,24597
12	66	0,82	0,22	26,1971%	0,299091	1,5387	1,23961
13	18	0,87	0,26	30,2078%	0,190678	1,43066	1,23998
14	5	0,91	0,19	20,9187%	0,615846	1,13023	0,514386
15	109	0,87	0,20	22,9885%	0,197175	1,4291	1,23193
16	17	0,89	0,14	15,9082%	0,670841	1,17597	0,505132
17	6	0,82	0,19	23,1892%	0,535433	1,08276	0,547326
18	9	0,93	0,15	16,0419%	0,69697	1,15806	0,461095
19	3	0,89	0,08	8,90333%	0,81	0,968553	0,158553
20	2	1,03	0,09	8,72602%	0,967213	1,09442	0,127207
21	1	0,93		%	0,927602	0,927602	0,0
23	3	0,76	0,17	21,9629%	0,581921	0,912879	0,330958
24	12	0,86	0,14	16,4147%	0,631498	1,03873	0,407234
26	1	1,06		%	1,0628	1,0628	0,0
28	40	0,82	0,27	33,2572%	0,152332	1,56201	1,40967
29	17	0,86	0,21	24,0557%	0,574275	1,3878	0,81353
30	3	0,77	0,00	0,0%	0,774194	0,774194	0,0
31	7	0,84	0,27	31,9815%	0,481409	1,30328	0,82187
32	2	1,09	0,71	65,0921%	0,589595	1,59519	1,00559
33	13	0,91	0,25	27,7946%	0,416118	1,35484	0,93872
34	15	0,80	0,27	32,9664%	0,306616	1,28968	0,983067
Total	509	0,86	0,22	26,1217%	0,0877384	1,59519	1,50745

Al repasar el resumen estadístico advertimos que el mayor coeficiente de variación se observa en el archivo de Vilafranca del Cid (32), lo que no nos sorprende ya que tan sólo son dos las muestras tomadas en él (tabla 99).

Se ha realizado un análisis ANOVA (tabla 100):

Tabla 100: ANOVA para la relación Cu/Zn por Archivo.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,15362	28	0,0412008	0,82	0,7362
Intra grupos	24,2167	480	0,0504514		
Total (Corr.)	25,3703	508			

La razón-F, que en este caso es igual a 0,816643, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la relación de concentraciones Cu/Zn entre un nivel de archivo y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

### **b) Relación concentraciones de Cu/Zn en función de la fecha**

De igual modo se ha realizado el análisis por fecha de la relación entre la concentración de cobre y zinc y, como vemos en la figura 462, los valores medios son muy similares en todos los periodos a excepción del final, donde, por otro lado, tenemos menor número de muestras y ya no son objeto de estudio.

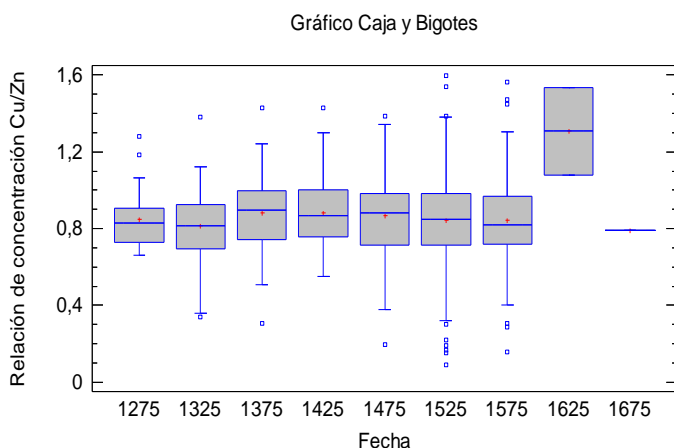


Figura 462: Gráfico de caja y bigotes de la relación de concentración de Cu/Zn según la datación.



Al realizar un recuento entre los valores que se detallan en el resumen estadístico (tabla 101) podemos observar que la variación mayor corresponde al periodo de 1500-1550, y están muy próximos los inmediatamente anterior y posterior. Esta alta variabilidad se podría deber a la presencia de casos extremos.

Tabla 101: Resumen estadístico de la relación Cu/Zn en relación a la datación.

Fecha_agrupada	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
1275	34	0,85	0,15	17,5752%	0,66287	1,28179	0,618917
1325	43	0,81	0,20	24,6104%	0,341379	1,38148	1,0401
1375	61	0,88	0,21	24,1805%	0,307937	1,4291	1,12117
1425	56	0,88	0,19	21,2637%	0,550943	1,43066	0,879714
1475	73	0,87	0,20	23,3538%	0,197175	1,3878	1,19063
1525	104	0,84	0,28	32,904%	0,0877384	1,59519	1,50745
1575	134	0,84	0,22	26,5057%	0,157778	1,56201	1,40423
1625	2	1,31	0,32	24,7623%	1,0786	1,5365	0,457894
1675	1	0,79		%	0,789659	0,789659	0,0
Total	508	0,86	0,22	26,1378%	0,0877384	1,59519	1,50745

En análisis ANOVA indica que no se advierte una diferencia entre los grupos (tabla 102).

Tabla 102: Tabla anova para la relación Cu/Zn según la datación.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,621036	8	0,0776294	1,57	0,1317
Intra grupos	24,7062	499	0,0495115		
Total (Corr.)	25,3273	507			

La razón-F, que en este caso es igual a 1,56791, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa

entre la media de la relación de concentración Cu/Zn entre un nivel de datación y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

### 5.1.6. Análisis de los resultados de relación Cu/Ca con tintas en las que se ha detectado solo cobre.

Realizamos a continuación el análisis de los puntos en los que se ha identificado cobre y la concentración de zinc es menor de 2%. Se ha normalizado la concentración de cobre a la de calcio, de igual modo que se hizo con el hierro.

Presentamos los valores obtenidos en la siguiente figura 463 e histograma (figura 464).

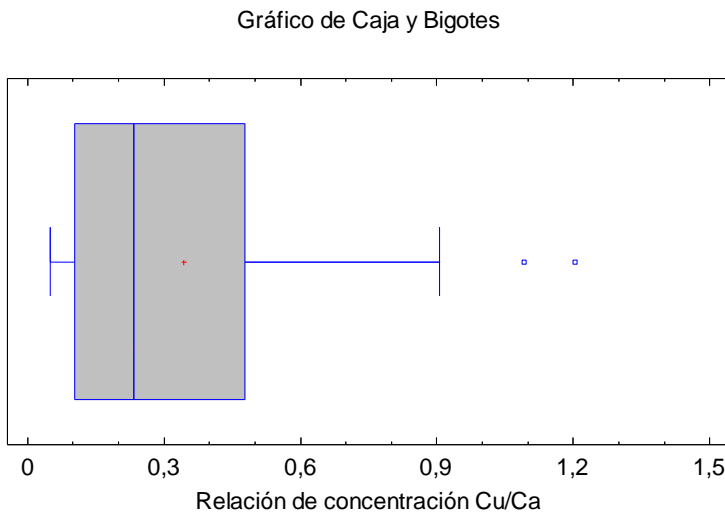


Figura 463: Gráfico de caja y bigotes de la relación Cu/Ca para las tintas con concentración de Zn<LD.

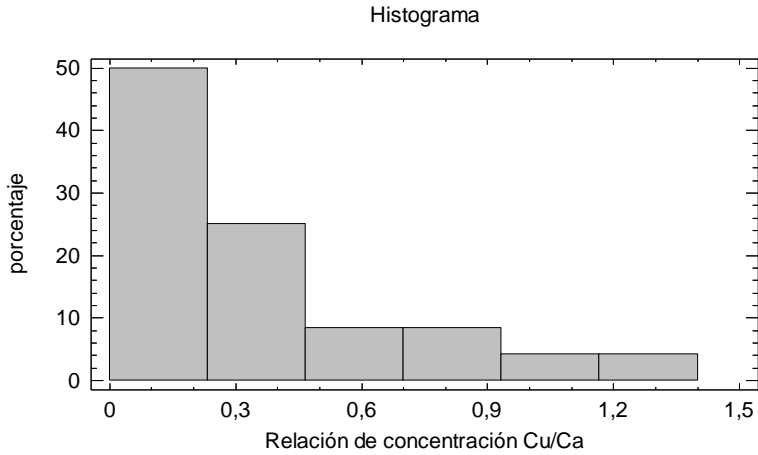


Figura 464: Histograma de la relación Cu/Ca para las tintas con concentración de Zn<LD.

Tabla 103: Tabla de Frecuencias para Cu/Ca.

	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>			<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>
<i>Clase</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>	<i>Punto Medio</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Relativa</i>	<i>Acumulada</i>	<i>Rel. Acum.</i>
	menor o igual	0,0		0	0,0000	0	0,0000
1	0,0	0,233333	0,116667	12	0,5000	12	0,5000
2	0,233333	0,466667	0,35	6	0,2500	18	0,7500
3	0,466667	0,7	0,583333	2	0,0833	20	0,8333
4	0,7	0,933333	0,816667	2	0,0833	22	0,9167
5	0,933333	1,16667	1,05	1	0,0417	23	0,9583
6	1,16667	1,4	1,28333	1	0,0417	24	1,0000
	mayor de	1,4		0	0,0000	24	1,0000

Como observamos en el gráfico de bigotes (figura 463), no se aprecian valores aberrantes de la relación Cu/Ca. La mayor parte de los valores de esta relación se concentra por

debajo de 1,4 tal y como se observa en el histograma (figura 464).

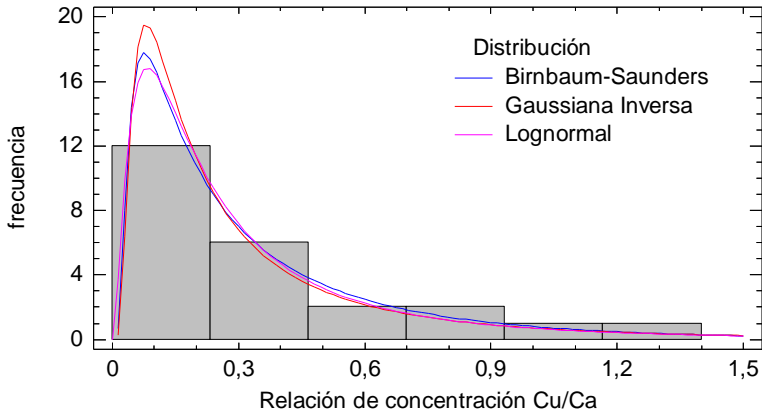


Figura 465: Ajustes de curvas de distribución de las frecuencias de concentración de Cu/Ca con concentración de Zn<LD.

Se ha ajustado el histograma de frecuencias a distintas distribuciones (figura 465), siendo las que más se adecúan las de la siguientes tablas (tablas 104 y 105).

Tabla 104: Valores de distribuciones ajustadas para la relación Cu/Ca.

<i>Birnbaum-Saunders</i>	<i>Gaussiana Inversa</i>	<i>Lognormal</i>
forma = 1,03453	media = 0,344114	media = 0,35509
escala = 0,225545	escala = 0,737183	desviación estándar = 0,453795
		Escala log: media = -1,51948
		Escala log: desv. est. = 0,983973

Tabla 105: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la relación Cu/Ca.

	<i>Birnbaum-Saunders</i>	<i>Gaussiana Inversa</i>	<i>Lognormal</i>
DMAS	0,127185	0,111641	0,123769
DMENOS	0,0818779	0,0817189	0,0820646
DN	0,127185	0,111641	0,123769
Valor-P	0,832335	0,925869	0,855775

Como vemos, los valores-P en las tres curvas son muy similares, si cabe el más elevado corresponde a la Gaussiana inversa. La curva es inmodal que significa que la representación es lógica y sin datos aberrantes, por tanto, no hay poblaciones diferentes.

#### **5.1.7. Análisis de los resultados de relación de concentración Zn/Ca con tintas que contienen solo zinc**

Realizamos el análisis de los puntos en los que se ha identificado zinc y la concentración de cobre es menor de 2%. Normalizamos la concentración de zinc a la de calcio, de igual modo que se hizo con el hierro y cobre. Como resultado obtenemos un gráfico de caja y bigotes (figura 466) aparentemente muy similar al de la relación Cu/Ca, y un histograma (figura 467) donde el 98% de los valores de esta relación se concentran se encuentra por debajo de 11,8.

Gráfico de Caja y Bigotes

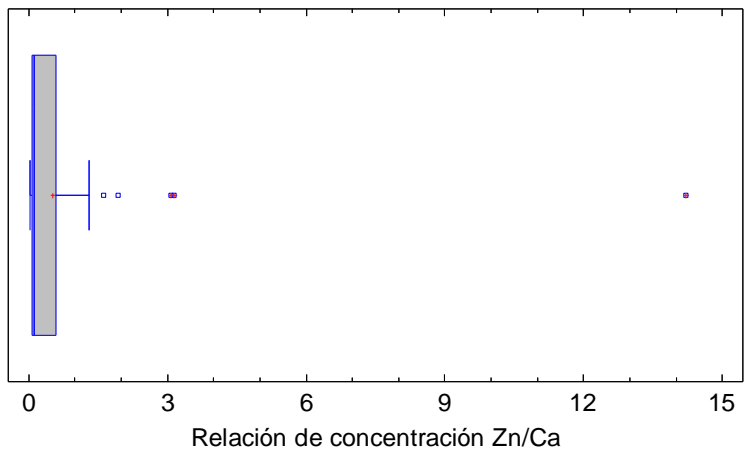


Figura 466: Gráfico de caja y bigotes de la relación Zn/Ca.

Histograma

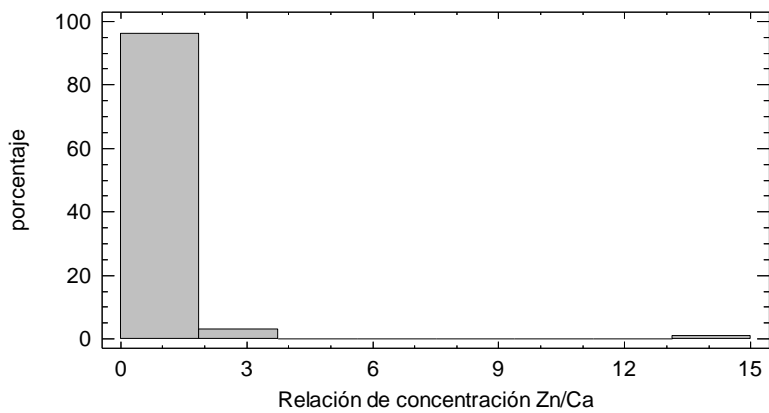


Figura 467: Histograma de la relación de concentración Zn/Ca.

En la siguiente tabla de frecuencias (tabla 106) podemos advertir que la mayoría de las muestras se concentran en la clase uno con un límite superior de 1,875.

Tabla 106: Frecuencias para la relación Zn/Ca.

	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>			<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>
<i>Clase</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>	<i>Punto Medio</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Relativa</i>	<i>Acumulada</i>	<i>Rel. Acum.</i>
	menor o igual	0,0		0	0,0000	0	0,0000
1	0,0	1,875	0,9375	98	0,9608	98	0,9608
2	1,875	3,75	2,8125	3	0,0294	101	0,9902
3	3,75	5,625	4,6875	0	0,0000	101	0,9902
4	5,625	7,5	6,5625	0	0,0000	101	0,9902
5	7,5	9,375	8,4375	0	0,0000	101	0,9902
6	9,375	11,25	10,3125	0	0,0000	101	0,9902
7	11,25	13,125	12,1875	0	0,0000	101	0,9902
8	13,125	15,0	14,0625	1	0,0098	102	1,0000
	mayor de	15,0		0	0,0000	102	1,0000

Si establecemos ese nivel de discriminación obtenemos por un lado los puntos que tiene un valor Zn/Ca por encima de ese valor.

Línea	ARCHIVO	CÓDIGO	Zn/Ca
767	31	VLRL19T1	3,14
901,00	22,00	MFTL1T1	14,21

Si eliminamos esos dos puntos del análisis, la distribución resulta como vemos en el gráfico de caja y bigotes (figura 468) y en el histograma (figura 469).

Gráfico de Caja y Bigotes

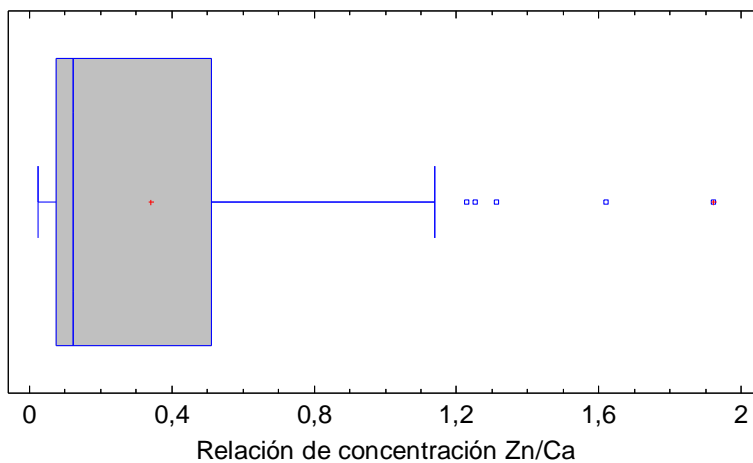


Figura 468: Gráfico de caja y bigotes de la relación Zn/Ca sin los valores aberrantes.

Histograma

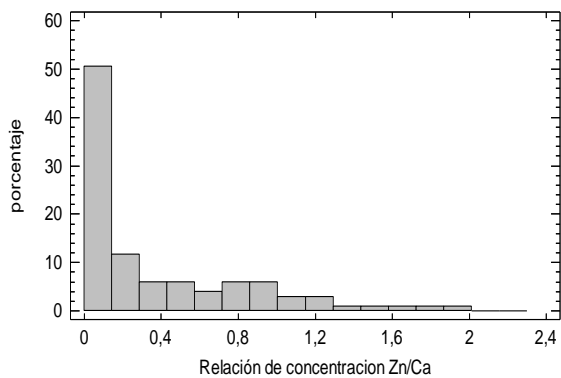


Figura 469: Histograma de la relación Zn/Ca, sin los valores aberrantes.



Tabla 107: Frecuencias para Zn/Ca.

	<i>Límite</i>	<i>Límite</i>			<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia</i>
<i>Clase</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>	<i>Punto Medio</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Relativa</i>	<i>Acumulada</i>	<i>Rel. Acum.</i>
	menor o igual	0,0		0	0,0000	0	0,0000
1	0,0	0,14375	0,071875	52	0,5049	52	0,5049
2	0,14375	0,2875	0,215625	12	0,1165	64	0,6214
3	0,2875	0,43125	0,359375	6	0,0583	70	0,6796
4	0,43125	0,575	0,503125	6	0,0583	76	0,7379
5	0,575	0,71875	0,646875	4	0,0388	80	0,7767
6	0,71875	0,8625	0,790625	6	0,0583	86	0,8350
7	0,8625	1,00625	0,934375	6	0,0583	92	0,8932
8	1,00625	1,15	1,07813	3	0,0291	95	0,9223
9	1,15	1,29375	1,22187	3	0,0291	98	0,9515
10	1,29375	1,4375	1,36563	1	0,0097	99	0,9612
11	1,4375	1,58125	1,50937	1	0,0097	100	0,9709
12	1,58125	1,725	1,65312	1	0,0097	101	0,9806
13	1,725	1,86875	1,79688	1	0,0097	102	0,9903
14	1,86875	2,0125	1,94062	1	0,0097	103	1,0000
15	2,0125	2,15625	2,08437	0	0,0000	103	1,0000
16	2,15625	2,3	2,22812	0	0,0000	103	1,0000
	mayor de	2,3		0	0,0000	103	1,0000

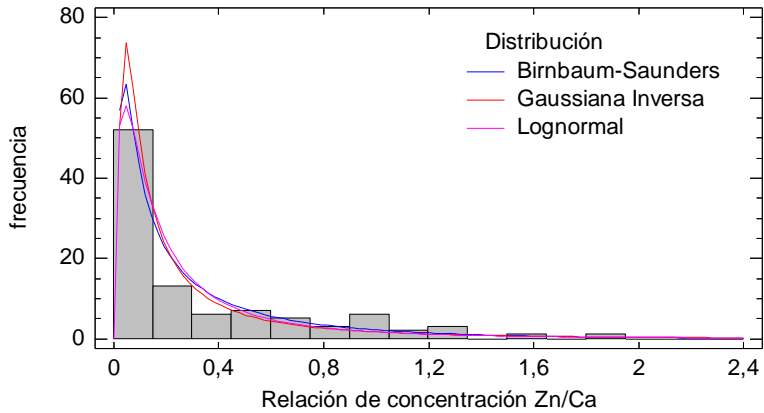


Figura 470: Histograma de frecuencias de la relación Zn/Ca.

Tabla 108: Distribuciones Ajustadas.

<i>Birnbaum-Saunders</i>	<i>Gaussiana Inversa</i>	<i>Lognormal</i>
forma = 1,33105	media = 0,340555	media = 0,354131
escala = 0,183455	escala = 0,391308	desviación estándar = 0,633551
		Escala log: media = -1,75571
		Escala log: desv. est. = 1,19801

Tabla 109: Prueba de Kolmogorov-Smirnov de bondad del ajuste.

	<i>Birnbaum-Saunders</i>	<i>Gaussiana Inversa</i>	<i>Lognormal</i>
DMAS	0,137897	0,0940047	0,130168
DMENOS	0,0640823	0,0946944	0,0894505
DN	0,137897	0,0946944	0,130168
Valor-P	0,0463321	0,339631	0,0698294

Se ha ajustado el histograma de frecuencias (figura 470) a distintas distribuciones, siendo las que más se adecúan las de las tablas (tablas 108 y 109) el modelos de la gaussina inversa.

## **5.2. Análisis en relación al estado de conservación de las tintas**

El objetivo de la toma de muestras de tinta de los archivos valencianos es estudiar los elementos inorgánicos que aparecen en ellas y establecer una relación, principalmente, con el grado de deterioro. Por eso, a la vez que se tomaron las muestras, se anotó su estado de conservación. De las 989 muestras analizadas, 367 presentaban problemas de conservación, lo que supone un 37,1% del total.

Se observaron los siguientes daños: empaldecimiento, perforación, oxidación, pasmado, papel muy ácido, presencia de microorganismos, virado del color a gris, migración intensa y pudrición. En la figura 471 se pueden observar la incidencia de estos valores en las muestras analizadas. Como vemos, el daño más relevante corresponde a la perforación del soporte por la oxidación de las tintas, por lo que será el que tomemos en consideración para posteriores análisis.



Figura 471: Representación de los deterioros observados en las muestras recogidas en las que se advierte el tipo de daño en porcentajes.

Del mismo modo se ha establecido una relación de las muestras dañadas según el archivo al que pertenecía, del que hemos obtenido el resultado que aparece en la figura Resulta curioso que los 9 municipios donde más del 52,94% de las muestras de tinta que hemos tomado están en mal estado, corresponden a la zona del sur de la provincia de Valencia y a la provincia de Alicante. El más destacado es el archivo de Sax, con un 88,88% de las muestras seleccionadas para el análisis, que están mal conservadas, al que le sigue con un porcentaje también alto el archivo de Gandia (88%) y el de Alicante (84%). Con un porcentaje entre el 76,42% y el 59,09% podemos distinguir los municipios de Monforte, Pego, Dénia, Sueca, y Xàtiva. El archivo de Ibi se acerca al 50% de sus tintas más deterioradas. Los que tienen una conservación mejor son los archivos de Altura, Castelfort, Vilafranca del Cid, Pina de Montalgrao y la Catedral de Valencia -al menos en las series

consultadas-. Al ser valores inferiores al 10% no aparecen en la gráfica, lo que no significa que no esté ninguna deteriorada (figura 472).



Tabla 472: Representación del porcentaje de muestras deterioradas , y su distribución por archivos .

Cabe señalar que siempre hemos procurado tomar las muestras de las tintas más deterioradas por lo que esto facilitaba su extracción, pero estos porcentajes podrían ser representativos del estado de conservación de los documentos en los archivos visitados.

A continuación presentamos una tabla con la proporción de muestras dañadas por archivo y asociadas al tipo de deterioro descrito (figura 473). Destaca de nuevo en esta tabla que el daño más importante es la perforación del soporte

debido a la oxidación, y sobresale el caso de Sax con el mayor número de muestras con este problema.

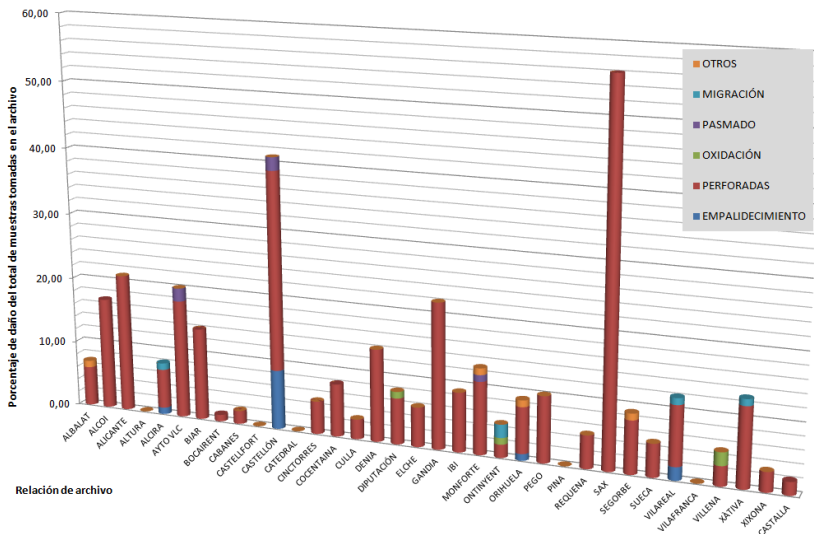


Figura 473: Representación del porcentaje de daños según el tipo de deterioro, y su distribución por archivos.

En esta gráfica podemos observar el porcentaje de muestras con deterioro del total de cada archivo, que representaría el total de la barra, y con diversos colores podríamos diferenciar los daños más significativos: el rojo corresponde a las tintas que han perforado el soporte; el azul a procesos de empaldecimiento; el verde una oxidación de la tinta en un estado menos avanzado; el morado pasmado; el azul claro migración de la tinta; y en naranja el resto. Excepto en el Archivo Municipal de Castellón en el que advertimos un porcentaje significativo de tintas empaldecidas, el daño más representativo en todos ellos es la perforación.

Y para evaluar los daños de forma global, presentamos la siguiente figura con la proporción de tintas dañadas por archivo en una dicotomía de color, en rojo se representan las muestras dañadas y en verde las que soportan un mejor estado de conservación (figura 474):

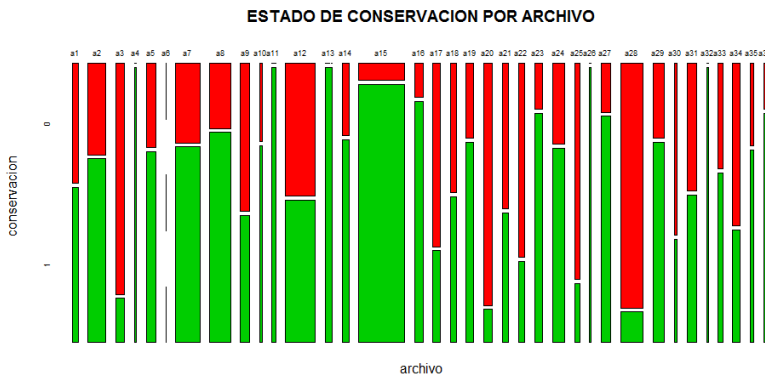


Figura 474: Relación de la proporción de tintas en mal estado en cada uno de los archivos.

Ya hemos visto que el daño más habitual en las muestras recogidas es la perforación por oxidación de las tintas e hidrólisis ácida de la celulosa. Hemos estipulado qué archivos son los que sufren más de este daño en sus documentos, y ahora vamos a ver la relación temporal de este deterioro en las muestras recogidas (figura 475).

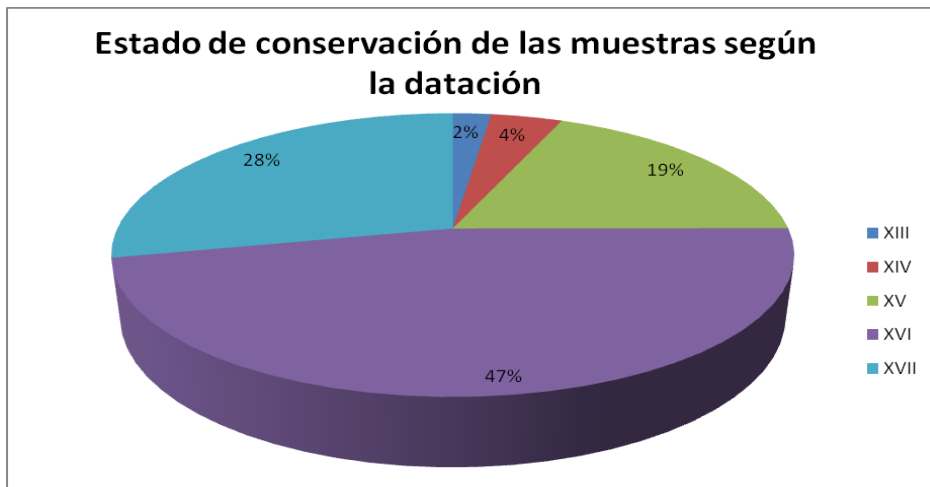


Figura 475: Distribución porcentual del número de muestras dañadas según la datación.

Como podemos observar, el siglo XVI es el que peor estado de conservación presentan las muestras en general, y esto es debido, probablemente a dos factores: por una lado el mayor uso del vino como solvente en las tintas, lo que acrecentaría la hidrólisis ácida del papel ya que este líquido tiene un pH en torno a 3; y, por otro lado, la menor calidad del papel de esta centuria. Se pasa del papel andalusí, con un grosor importante, y después de un papel de transición, a un papel tipo italiano de diversa calidad ya que no en todos los casos provenía de la región de Génova que era la gran exportadora de buenos papeles, sino que están documentados molinos papeleros franceses e hispanos que copiaban las marcas de agua y vendían este papel como si fuera original. El grosor disminuye, y su incidencia en el trazo es determinante.



### La particularidad del Archivo Municipal de Sax

Hemos visto cómo las tintas más deterioradas se concentran en el archivo municipal de Sax. Éste tiene una particularidad y es que muchos de los documentos que se custodian han sido redactados en otras ciudades y, dado el carácter fronterizo de este municipio, el número de documentos "externos" es más elevado que el resto.

Salvando todas las limitaciones que hemos ido explicando a lo largo de este capítulo, hemos querido observar más de cerca estas muestras por ver si ofrecían algún dato significativo.

A continuación mostramos los resultados de elementos que nos ofrece la analítica, con el cálculo del promedio y de la desviación estándar de cada grupo. Hemos tratado de agrupar las muestras en zonas geográficas, y tenemos la siguiente distribución:

- Albacete, Almansa, Chinchilla, Corral Rubio, La Roda y San Clemente
- Burgos y Valladolid
- Toledo
- Madrid
- Murcia

Por el número de muestras, el primer grupo es el más significativo y corresponde a la zona de Albacete (tabla 110). Todas las muestras son del siglo XVI y han oxidado hasta taladrar el papel el 81,25%, un porcentaje muy superior para el

que vimos del total 73,1%. Sin embargo, si observamos los valores de promedio de las muestras, la mayoría están cercanos a la mediana de los valores generales descritos con la probabilidad; y solo el sodio y el potasio -ambos elementos que, como veremos, podemos suponer por los datos que afectan a la conservación cuanto más concentración tengan- tiene unas concentraciones que los sitúan en el tercer cuartil de ambos elementos. No podemos con este número de muestras extraer unas conclusiones pertinentes, pero es un dato significativo a considerar.

Tabla 110: Valores de concentración de los elementos de las muestras de la zona de Albacete, obtenidas con SEM-EDX.

Línea	ARCH	CÓDIGO	LIBRO	Año	CONSERV.	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fa	Cu	Zn
808,00	28	SAXI225EC	ALBACETE- DENUNCIACI DEL ALGUACIL MAYOR DEL MARQUESADC	1577		<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	4,06	<LD	2,15	<b>79,16</b>	<LD	4,38	2,68	3,39
810,00	28	SAXI2271	ALBACETE- DENUNCIACI DEL ALGUACIL MAYOR DEL MARQUESADC	1577	perforad.	12,11	6,10	5,86	6,22	2,55	9,43	<LD	7,90	12,54	<LD	26,75	4,18	3,70
807,00	28	SAXI225EC	ALBACETE- DENUNCIACI DEL ALGUACIL MAYOR DEL MARQUESADC	1577		5,09	2,55	3,56	2,49	2,46	9,38	<LD	4,89	38,72	<LD	18,03	4,35	6,06
811,00	28	SAXI2271	ALBACETE- DENUNCIACI DEL ALGUACIL MAYOR DEL MARQUESADC	1577	perforad.	7,82	6,15	5,55	4,81	2,51	8,00	<LD	6,80	26,00	<LD	17,20	<b>6,21</b>	6,70
809,00	28	SAXI225EC	ALBACETE- DENUNCIACI DEL ALGUACIL MAYOR DEL MARQUESADC	1577		5,85	5,52	6,56	3,47	<b>6,93</b>	17,23	<LD	6,18	10,12	2,60	20,60	4,99	8,64
750,00	28	SAXI1971	ALMANSA- ESCRITOS RELATIVOS A LA PRESENTACION DEL CONC	1566	perforad.	5,53	6,44	8,15	4,16	2,11	15,89	<LD	4,93	11,82	2,38	27,16	5,18	4,71
751,00	28	SAXI1971	ALMANSA- ESCRITOS RELATIVOS A LA PRESENTACION DEL CONC	1566	perforad.	3,20	5,11	7,32	5,73	<LD	15,15	<LD	4,03	21,71	2,40	22,16	3,90	6,70
539,00	28	SAXI1171	CHINCHILLA- TRASLADO DE CARTA REAL DE RECUDIMIENTO	1526	perforad.	18,84	<LD	<LD	<LD	<LD	<b>29,98</b>	<LD	<b>40,84</b>	<LD	<LD	2,61	<LD	<LD
538,00	28	SAXI1171	CHINCHILLA- TRASLADO DE CARTA REAL DE RECUDIMIENTO	1526	perforad.	3,58	<LD	3,60	2,08	<LD	<b>22,61</b>	<LD	16,87	7,86	<LD	38,35	<LD	<LD
529,00	28	SAXI871	CORRAL RUBIO- TRASLADO DE CAPÍTULOS	1525	perforad.	<b>31,74</b>	4,86	3,23	2,68	<LD	2,94	<LD	6,57	2,64	<LD	34,84	3,13	2,26
528,00	28	SAXI871	CORRAL RUBIO- TRASLADO DE CAPÍTULOS	1525	perforad.	20,98	4,77	2,21	3,38	<LD	9,73	<LD	6,91	10,82	<LD	30,17	2,55	3,07
876,00	28	SAXI2471	LA RODA- MANDAMIENTO DEL CORREGIDOR DE 33	1588	perforad.	<LD	<LD	<LD	2,06	<LD	<b>25,20</b>	<LD	<b>31,78</b>	29,13	<LD	2,51	2,07	2,14
875,00	28	SAXI2471	LA RODA- MANDAMIENTO DEL CORREGIDOR DE 33	1588	perforad.	6,41	3,84	3,38	4,74	<LD	15,17	<LD	18,28	23,54	2,10	9,05	5,10	<b>6,23</b>
877,00	28	SAXI2471	LA RODA- MANDAMIENTO DEL CORREGIDOR DE 33	1588	perforad.	<LD	<LD	<b>32,14</b>	<b>36,76</b>	<LD	<LD	<LD	18,38	<LD	<LD	2,98	<LD	<LD
838,00	28	SAXI2371	SAN CLEMENTE- MANDAMIENTO DEL GOBERNADOR DEL MARQI	1582	perforad.	3,13	9,90	3,76	3,99	<LD	12,68	<LD	4,46	26,85	<LD	26,30	2,90	3,56
837,00	28	SAXI2371	SAN CLEMENTE- MANDAMIENTO DEL GOBERNADOR DEL MARQI	1582	perforad.	4,76	<b>14,65</b>	5,75	6,07	<LD	6,03	<LD	5,68	15,29	2,78	24,15	<b>6,07</b>	<b>6,41</b>
			<i>promedio</i>			9,9273	6,3351	7,0065	6,3307	3,3129	13,5651		11,9129	22,5150	2,4527	19,2019	4,1003	4,8888
			<i>desviación estándar</i>			20,2303	8,5489	21,1637	24,5366	3,4083	18,3282		27,3580	54,1078	0,4808	25,3427	2,9274	3,2244

En el caso de las muestras madrileñas, menores en número, todas están perforadas y el elemento que más destaca es la elevada concentración de promedio de potasio en estas muestras. A pesar de no ser significativo el rastreo porque sólo pertenecen a dos documentos, cabe decir que las agallas y la goma aportan este elemento a la tinta. Y, comentamos que no todas las agallas son iguales y la concentración podría ser distinta en las agallas más grandes y puntiagudas características de, entre otras, la sierra de Madrid (tabla 111).

Tabla 111: Valores de concentración de los elementos de las muestras de Madrid, obtenidas con SEM-EDX.

Línea	ARCH CÓDIGO	LIBRO	HA MUES CONSERV	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn		
584,00	28	SAXL14T1	MADRID- PROVISIÓN REAL	1535	perforad:	17,28	2,18	<LD	<LD	<LD	21,47	<LD	38,66	2,57	<LD	7,89	2,06	3,36
581,00	28	SAXL14T1	MADRID- PROVISIÓN REAL	1535	perforad:	14,68	6,45	3,45	2,98	<LD	13,85	<LD	20,94	14,81	<LD	11,25	3,08	4,53
583,00	28	SAXL14T1	MADRID- PROVISIÓN REAL	1535	perforad:	<LD	2,14	<LD	2,91	<LD	33,68	<LD	2,45	48,82	<LD	<LD	<LD	<LD
955,00	28	SAXL26T1	MADRID- PROVISIÓN REAL FELIPE III	1599	perforad:	<LD	2,51	<LD	5,39	<LD	26,29	<LD	32,00	21,83	<LD	2,87	<LD	2,64
957,00	28	SAXL26T1	MADRID- PROVISIÓN REAL FELIPE III	1599	perforad:	2,11	<LD	<LD	2,27	<LD	9,67	<LD	19,34	11,76	4,65	25,56	8,61	12,67
956,00	28	SAXL26T1	MADRID- PROVISIÓN REAL FELIPE III	1599	perforad:	<LD	2,60	<LD	4,64	<LD	26,11	<LD	33,24	24,40	<LD	2,32	<LD	<LD
		promedio				11,3581	3,1752		3,6389		21,8446		24,4379	20,6652		9,9381	4,5806	5,7985
		desviación estándar				10,7268	3,0476		2,2062		16,9776		25,6043	32,7037		16,4332	4,6315	7,0923

Para las muestras de Toledo podemos decir que el nivel de potasio es algo menor, y destaca la concentración de zinc (tabla 112). Por el contrario, las de Valladolid y Burgos (tabla 113) tienen unos valores muy similares a las madrileñas.

Tabla 112: Valores de concentración de los elementos de las muestras de Madrid, obtenidas con SEM-EDX.

Línea	ARCH CÓDIGO	LIBRO	HA MUES CONSERV	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn		
530,00	28	SAXL9T1	TOLEDO - PROVISIÓN REAL DE DON CAF	1525	perforad:	3,71	3,43	10,46	2,94	<LD	26,58	<LD	4,93	2,81	<LD	37,87	<LD	2,68
531,00	28	SAXL9T1	TOLEDO - PROVISIÓN REAL DE DON CAF	1525	perforad:	3,39	3,27	10,37	4,13	<LD	23,66	<LD	7,50	2,19	<LD	37,30	2,72	2,72
533,00	28	SAXL10T1	TOLEDO - PROVISIÓN	1525	perforad:	<LD	4,66	2,22	5,91	<LD	33,05	<LD	15,42	20,72	<LD	5,27	3,45	4,84
532,00	28	SAXL10T1	TOLEDO - PROVISIÓN	1525	perforad:	2,44	8,68	3,37	5,27	<LD	25,32	<LD	8,72	13,47	4,25	7,38	6,91	11,91
559,00	28	SAXL12T1	TOLEDO -PROVISIÓN REAL DEL EMPERA	1529	perforad:	<LD	<LD	<LD	2,22	<LD	65,95	6,38	<LD	5,01	<LD	3,96	4,06	5,77
558,00	28	SAXL12T1	TOLEDO -PROVISIÓN REAL DEL EMPERA	1529	perforad:	9,96	5,84	3,40	3,85	<LD	11,85	<LD	5,86	15,09	<LD	15,93	3,17	18,91
560,00	28	SAXL12T1	TOLEDO -PROVISIÓN REAL DEL EMPERA	1529	perforad:	6,52	2,72	<LD	<LD	<LD	18,64	<LD	11,23	25,24	<LD	8,22	2,94	19,27
		promedio				5,2051	4,7671	5,9629	4,0521		29,2922		8,9430	12,0751		16,5613	3,8754	9,4427
		desviación estándar				5,3174	4,2144	5,8266	2,6092		38,2545		7,4176	16,2988		23,9780	2,9628	11,7026

Tabla 113: Valores de concentración de los elementos de las muestras de Burgos y Valladolid, obtenidas con SEM-EDX.

Línea	ARCH CÓDIGO	LIBRO	HA MUES CONSERV	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn		
507,00	28	SAXL7T1	BURGOS- CARTA DE DON CARLOS Y DO	1521	perforad:	2,89	<LD	<LD	<LD	<LD	26,14	<LD	30,56	23,88	<LD	5,04	<LD	3,00
502,00	28	SAXL7T1	BURGOS- CARTA DE DON CARLOS Y DO	1521	perforad:	3,11	<LD	2,09	4,67	<LD	18,23	<LD	16,70	29,80	<LD	10,26	3,20	7,94
700,00	28	SAXL17T1	VALLADOLID- CARTA COMPULSATORIA	1558	perforad:	9,13	4,61	10,17	4,60	<LD	14,62	<LD	8,87	2,88	<LD	36,76	2,37	2,73
699,00	28	SAXL17T1	VALLADOLID- CARTA COMPULSATORIA	1558	perforad:	6,03	15,73	8,38	2,80	<LD	13,45	<LD	9,51	2,39	<LD	31,92	3,35	3,87
256,00	27	REQL13T1	VALLADOLID- PROVISIÓN REAL	1434		<LD	3,42	17,53	2,74	<LD	4,36	<LD	<LD	36,81	<LD	28,47	<LD	<LD
		promedio				5,2889	7,9201	9,5428	3,7018		15,3618		16,4103	19,1508		22,4901	2,9764	4,3870
		desviación estándar				4,2568	9,6449	10,9177	1,3647		15,4008		15,3371	24,3386		22,4294	0,6930	3,6840

No podemos extraer conclusiones fundadas por el tipo de análisis y cuantificación así como por el número de muestras. Lo que resulta evidente es que éstas pertenecen todas a volúmenes del siglo XVI y a zonas castellanas, donde algunos valores como el potasio o el sodio se acercan a los valores de concentración detectados en el total de las muestras y podría influir esta característica en su estado de conservación.



### **5.3. Estudio de probabilidad de alcanzar un grado de deterioro que afecte a la integridad del soporte, dependiendo de la proporción de cada elemento químico presente en las muestras de tinta valencianas**

Vamos a realizar ahora una regresión de cada uno de los elementos que se han estudiado en el análisis de las tintas valencianas, con el objeto de hacer una estimación de las probabilidades que ese elemento aporta al grado de oxidación de las tintas, en referencia a la posibilidad de que lleguen a perforar el soporte. Debemos tener en cuenta tres factores fundamentales a la hora de establecer conclusiones de este estudio, y hacerlas con toda la precaución:

- Como hemos visto, los valores en porcentaje de los elementos que aparecen en la tabla A.3 son semicuantitativos, y vienen establecidos por el SEM-EDX. El hecho de que sean semicuantitativos ya nos puede poner en alerta de su precisión; además, el área de análisis no siempre es la misma.
- A la hora de establecer el estado de conservación de las tintas no hemos realizado un test individual ni establecido uno de los 5 niveles de degradación propuestos por Neevel, simplemente hemos anotado si el nivel de deterioro era el máximo y había llegado a perforar el papel. El motivo de esta división ha sido el hecho de que la perforación es la causa más importante de alteración a la que nos tenemos que enfrentar a

diario y uno de nuestros objetivos con este trabajo es comprender y aprender lo máximo posible de sus causas.

- No se ha tenido en cuenta el factor del papel porque no se ha analizado el de cada muestra, pero por los estudios que hemos llevado a cabo en otras ocasiones, el papel en si suele ser muy similar, compuesto de fibras de lino y ocasionalmente de cáñamo<sup>38</sup>. Parece ser, por lo que hemos podido observar a primera vista, que la perforación es más pronunciada y abundante en los papeles de factura italiana o "a la italiana", que los andalusíes o "de transición", ya que el grosor es un factor importante para este deterioro. Por eso el mayor número de muestras afectadas se localiza en el siglo XVI.

A pesar de las limitaciones expuestas, quisimos hacer la prueba de comparar cada uno de los elementos con la variable conservación, que atendía simplemente a dos valores: 0 bien conservado y 1 con perforación del soporte.

Una vez presentada la estimación de modelos en el que la variable explicada es una variable discreta, vamos a aplicarlo a nuestro estudio. Para ello realizaremos tantas regresiones como elementos químicos tengamos.

El desarrollo de este estudio atiende a los siguientes pasos, establecidos con el programa "R"<sup>39</sup> de estadística:

---

<sup>38</sup> Pedemonte, E. (2008): *La carta. Storia, produzione, degrado, restauro*. Venezia, pag. 17.

<sup>39</sup> R es un lenguaje y entorno de programación para análisis estadístico y gráfico. Fue desarrollado inicialmente por Robert Gentleman y Ross

734

- Presentamos un resumen de los archivos y tablas de contingencias; tablas en las que recogen el número de datos de cada uno de los elementos según el estado de conservación. En nuestro caso vamos a dividir los niveles de cada elemento en 3 intervalos.
- Representamos gráficamente los niveles de elementos químicos frente al estado de conservación con una nube de puntos, atendiendo, como en los estudios anteriores, a un límite de detección del SEM-EDX que hemos establecido no considerara aquellos que sean  $<2\%$ .
- Si los valores del elemento químico están muy concentrados en valores muy pequeños, volvemos a realizar el gráfico para observar con mayor claridad la distribución.
- Calculamos la regresión con variable explicada - bien o mal conservado- y la variable explicativa -el valor porcentual de la concentración proporcional de cada elemento en la tabla A.3 de las muestras de tinta analizadas.
- Representación gráfica conjunta de los gráficos anteriores, es decir, la nube de puntos en la que se

refleja el estado de conservación de un documento, y la estimación de la curva obtenida por el modelo logit<sup>40</sup>, que nos reflejará la probabilidad del estado de conservación.

Veamos cómo son los resultados en cada uno de los elementos detectados en las tintas valencianas:

A continuación vamos a evaluar el resultado de este estudio estadístico en que agruparemos los elementos detectados en el análisis con SEM-EDX de las muestras de tinta valencianas según su concentración la probabilidad de que influyan en su estado de conservación.

Para facilitar la presentación hemos realizado una ficha que recoge los principales valores para realizar esta estadística:

- VALORES: concentración de cada elemento en porcentaje, señalando:
  - primer cuartil: valor mínimo de los resultados que, como hemos dicho, está por encima del LD <2%
  - mediana: aquellos valores por debajo del 50%
  - media: concentración media de todas las muestras
  - tercer cuartil: valores por debajo del 75%
  - máximo
- ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS
  - concentración de elemento detectado agrupado en tres franjas distintas según cada elemento y el número de muestras con valores superiores al límite de detección

---

<sup>40</sup> <http://www.ugr.es/~romansg/material/WebEco/Eco2-Discreta.pdf> (26 de abril de 2015).



- número de muestras bien conservadas en cada una de las franjas
- número de muestras en mal estado de conservación en cada una de las franjas
- CÁLCULO DE PROBABILIDAD DE ESTAR BIEN O MAL CONSERVADAS SEGÚN LA CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO
  - se trata de un modelo lineal generalizado de variable binaria, con dos coeficientes: intercepto  $B_1$  y estimado  $B_2$ ,  $x$  indica el % de elemento y  $p(X)$  la probabilidad de que el documento esté bien conservado
  - $$p(x) = \frac{1}{1 + e^{-(B_1 - B_2 \cdot x)}}$$
  - grado de libertad: número de muestras con concentración superior al límite de detección
  - desviación nula
  - desviación residual
  - AIC (criterio de información Akaike)
- PROBABILIDAD DE ESTAR BIEN O MAL CONSERVADAS SEGÚN LA CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO: gráfica de puntos y línea de probabilidad.

El grupo que más nos conviene destacar es el de aquellos elementos que al aumentar su concentración en las tintas, aumenta su probabilidad de tener problemas de oxidación y perforación de las tintas más acusados -conviene recordar que hemos dividido entre aquellas oxidadas que han taladrado el soporte, y el resto.



Tabla 114: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de sodio.

Na		ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS			PROBABILIDAD DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE ELEMENTO																						
<b>VALORES</b>																											
MÍNIMO	2,009																										
1 <sup>ER</sup> CUARTIL	3,530																										
MEDIANA	5,781																										
MEDIA	7,773																										
3 <sup>ER</sup> CUARTIL	9,837																										
MÁXIMO	65,754																										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 23,30</td> <td>258</td> <td>407</td> </tr> <tr> <td>23,3 - 44,50</td> <td>12</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>44,5 - 65,80</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 23,30	258	407	23,3 - 44,50	12	6	44,5 - 65,80	2	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 23,30</td> <td>0,38</td> <td>0,61</td> </tr> <tr> <td>23,3 - 44,50</td> <td>0,66</td> <td>0,33</td> </tr> <tr> <td>44,5 - 65,80</td> <td>0,66</td> <td>0,33</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 23,30	0,38	0,61	23,3 - 44,50	0,66	0,33	44,5 - 65,80	0,66	0,33
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																									
2,00 - 23,30	258	407																									
23,3 - 44,50	12	6																									
44,5 - 65,80	2	1																									
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																									
2,00 - 23,30	0,38	0,61																									
23,3 - 44,50	0,66	0,33																									
44,5 - 65,80	0,66	0,33																									
<b>PROBABILIDAD DE QUE LA TINTA ESTÉ BIEN CONSERVADA</b>																											
<b>CÁLCULO DE PROBABILIDAD</b>																											
<b>MODELO LINEAL GENERALIZADO DE VARIABLE BINARIA</b>																											
<b>COEFICIENTES</b>																											
INTERCEPTO B1				ESTIMADO B2																							
0,67				-0,03																							
<b>GRADO DE LIBERTAD</b>																											
684 muestras con Na>2																											
<b>DESVIACIÓN NULA</b>																											
921,4																											
<b>DESVIACIÓN RESIDUAL</b>																											
913,4																											
<b>AIC (criterio de información Akaike)</b>																											
917,4																											

En la cuadro descriptivo observamos diferentes valores (tabla 114), el primero corresponde al valor mínimo de los resultados que, como hemos dicho, está por encima del LD <2%. El siguiente valor corresponde al primer cuartil, o sea, al valor de sodio que está por debajo el 25% de datos -3,530%-; a continuación a la mediana, estimada en 5,781%, que son aquellos valores por debajo del 50%. El valor medio se situaría en 7,773%; el tercer cuartil, aquel que corresponde a los valores por debajo del 75% tiene un valor de 9,837%, muy por debajo del nivel máximo que alcanza el 65,754% en la muestra 518 perteneciente al *Llibre de Provisions del Justicia* -XTL7T1- de 1523, y custodiado en el archivo municipal de Xàtiva, en el que la tinta está perforada; muy cercano a la muestra 14 del libro del *Trasllat del llibre de defensio de furs* -CRTL7T1-, de 1397, del Archivo Municipal de Cincorres en el que, como vemos en la imagen (figura 476), se ha tomado un punto muy concreto de análisis que puede determinar el resultado con valores proporcionales tan altos, porque haya detectado ese elemento en mayor abundancia en esa zona. O el caso de la muestra 183 del volumen sin clasificar del Archivo Municipal de Bocairant, -BOCL27T1-, datado en 1400 y que se encuentra en una estado de deterioro muy avanzado; y, como podemos observar en la figura 477, se ha tomado un punto muy pequeño de detección, que podría concentrar casualmente ese elevado nivel de proporción de Na.

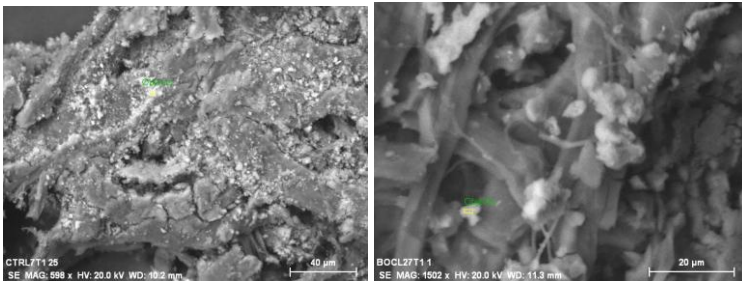


Figura 476: Imagen del análisis SEM-EDX de una tinta del libro *Trasllat del llibre de defensa de furs*, del Archivo Municipal de Cinctorres.

Figura 477: Imagen del análisis SEM-EDX de una tinta de un volumen de 1400 sin identificar del Archivo Municipal de Bocairent.

Hemos dividido en tres grupos los niveles de Na detectados de forma semicuantitativa con el SEM-EDX, de forma que en el primer grupo comprende el mayor número de muestras con un valor entre 2,00 % y 23,3 % - con 258 muestras bien conservadas y 407 con perforación del soporte-; el segundo correspondiente a los valores 23,3% hasta 44,5% en el que se reduce el número de muestras -12 bien conservadas y 6 con problemas de conservación; y, por último, sólo los tres ejemplos mencionados con anterioridad cuyos valores oscilan entre 44,5% y 65,8% (tabla 114). En estos último hemos advertido como podría deberse esta elevación a que se ha apuntado a un área muy pequeña que podría corresponder a un punto con una mayor concentración de este elemento. Cabe advertir que tanto el potasio como el sodio van asociados tanto a la metavoltina como a la metasideronatríta, y desconocemos en cada caso la mina y la calidad de sulfato de hierro que han utilizado.

Podemos observar como casi todos los valores de la muestra se encuentran concentrados en el primer

intervalo de división de datos. Por tanto la muestra, se concentra en valores inferiores a 23,3% además entre estos valores la probabilidad que un documento esté bien conservado es del 61,20%, mientras que la que no esté bien conservado es del 38,79%.

Observamos como la probabilidad de que un documento este bien conservado, disminuye cuando el nivel de sodio es muy alto. En cambio si el nivel de sodio tiene valores inferiores a 10,42% la probabilidad aumenta hasta superar los 0,7%.

Si sustituimos por el valor de  $x$  por su valor máximo, en este caso, 65,75% tenemos que la probabilidad de que el documento esté bien conservado es:  $P(\text{conservación}=1/x=65,75) = 0,1833$ , la probabilidad de buena conservación es descendente de forma acusada. En cambio, si el valor de sodio es mínimo en este caso,  $x=2$ , tenemos:  $P(\text{conservación}=1/x=2) = 0.6486$ .

Por tanto, podemos concluir que valores altos de niveles de sodio en los documentos provocan que los documentos se deterioren. La razón la desconocemos porque al examinar las tintas realizadas por nosotros en la metodología comprobamos que los niveles de sodio casi siempre estaban bajo el límite de detección -a pesar de que en el agua corriente, las agallas y la mirto se advertían valores apreciables antes de elaborar las tintas, pero los valores aumentaban cuando el análisis se efectuaba a la misma tinta pero sobre el papel, por lo que podemos determinar que este componente puede

encontrarse en el soporte e influir desde él al estado de conservación del elemento sustentado.

Sabemos que el sodio es muy alcalino, y que la hidrólisis alcalina también puede romper las cadenas de celulosa. Además, se oxida fácilmente al exponerlo al aire, por lo que estaría interviniendo en los procesos más significativos de degradación como son la hidrólisis y la oxidación.

El siguiente elemento que influye negativamente a mayor concentración en el estado de conservación de las tintas es el hierro.





Tabla 115: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de hierro.

Fe																										
VALORES	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS	PROBABILIDAD DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE ELEMENTO																								
MÍNIMO																										
2,018																										
1 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
9,320																										
MEDIANA																										
18,519																										
MEDIA																										
21,814																										
3 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
31,972																										
MÁXIMO																										
85,610																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 29,90</td> <td>239</td> <td>452</td> </tr> <tr> <td>29,90 - 57,70</td> <td>108</td> <td>142</td> </tr> <tr> <td>57,70 - 85,70</td> <td>9</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 29,90	239	452	29,90 - 57,70	108	142	57,70 - 85,70	9	12	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 29,90</td> <td>0,34</td> <td>0,65</td> </tr> <tr> <td>29,90 - 57,70</td> <td>0,43</td> <td>0,56</td> </tr> <tr> <td>57,70 - 85,70</td> <td>0,42</td> <td>0,57</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 29,90	0,34	0,65	29,90 - 57,70	0,43	0,56	57,70 - 85,70	0,42	0,57
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 29,90	239	452																								
29,90 - 57,70	108	142																								
57,70 - 85,70	9	12																								
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 29,90	0,34	0,65																								
29,90 - 57,70	0,43	0,56																								
57,70 - 85,70	0,42	0,57																								
	<p align="center"><b>PROBABILIDAD DE QUE LA TINTA ESTÉ BIEN CONSERVADA</b></p> <p align="center">Curva ajustada</p> <p>Probabilidad del estado de conservación</p>																									
	<p align="center"><b>CÁLCULO DE PROBABILIDAD</b></p> <p align="center"><b>MODELO LINEAL GENERALIZADO DE VARIABLE BINARIA</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">COEFICIENTES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INTERCEPTO B1 0,82</td> <td>ESTIMADO B2 -0,01</td> </tr> <tr> <td colspan="2">GRADO DE LIBERTAD 961 muestras con Na&gt;2</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DESVIACIÓN NULA 1,268</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DESVIACIÓN RESIDUAL 1,259</td> </tr> <tr> <td colspan="2">AIC (criterio de información Akaike) 1,263</td> </tr> </tbody> </table>		COEFICIENTES		INTERCEPTO B1 0,82	ESTIMADO B2 -0,01	GRADO DE LIBERTAD 961 muestras con Na>2		DESVIACIÓN NULA 1,268		DESVIACIÓN RESIDUAL 1,259		AIC (criterio de información Akaike) 1,263													
COEFICIENTES																										
INTERCEPTO B1 0,82	ESTIMADO B2 -0,01																									
GRADO DE LIBERTAD 961 muestras con Na>2																										
DESVIACIÓN NULA 1,268																										
DESVIACIÓN RESIDUAL 1,259																										
AIC (criterio de información Akaike) 1,263																										

Tal y como hemos estado estructurando los tramos de concentraciones de cada elemento, en el caso del hierro, también podemos observar los tres grupos; esta vez, con una distribución más heterogénea (tabla 115). Una primera conclusión es el número de muestras en las que se ha detectado este elemento por encima del límite de detección, que se acerca a la totalidad, lo que confirma que todas las tintas analizadas se han elaborado a partir de un sulfato de hierro, con o sin impurezas, pero con esta sal como principal ingrediente.

Al estudiar las muestras con una concentración más elevada de este elemento podemos observar en los dos ejemplos que proponemos (figuras 478 y 479) cómo coinciden los valores de concentración máxima con puntos que pueden ser cristales de sulfato de hierro.

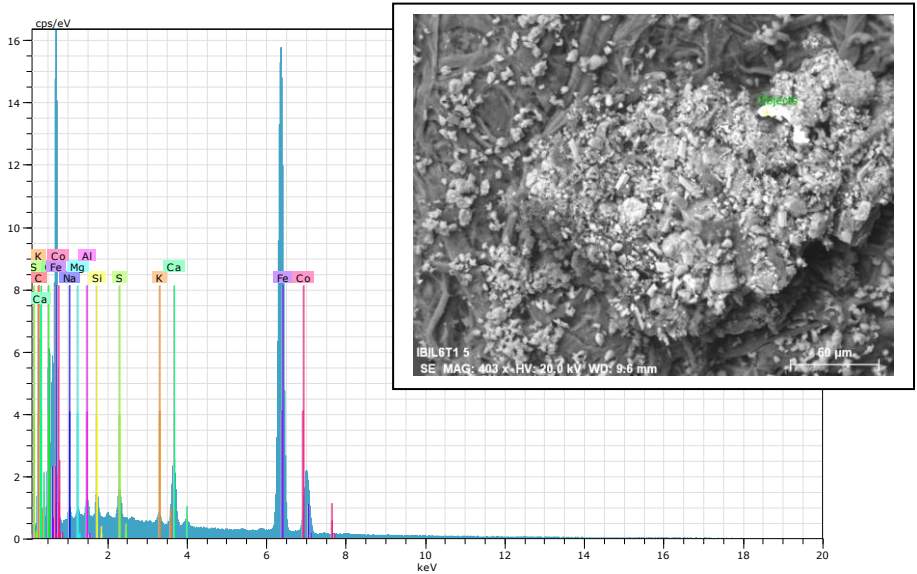


Figura 478: Detalle del punto de análisis con SEM-EDX de la muestra 782, perteneciente al Libro de Censos de 1571, del Archivo Municipal de Ibi. La tinta había perforado el papel.

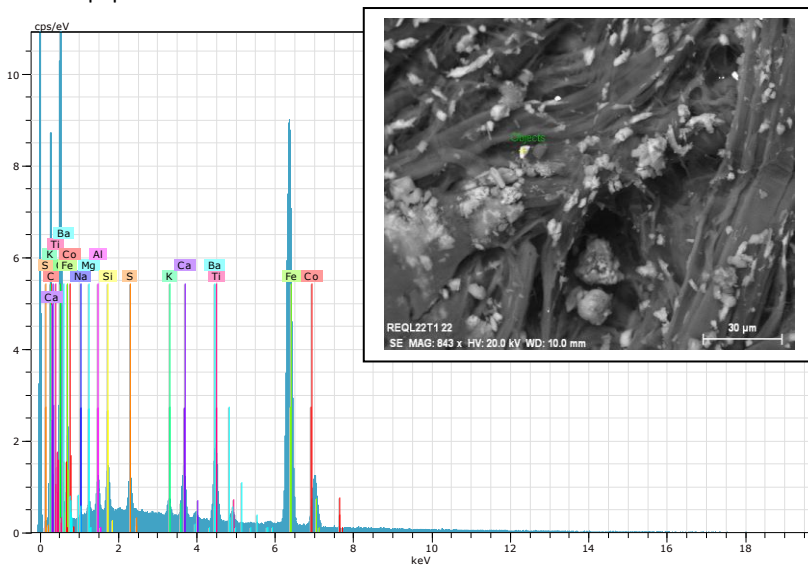


Figura 479: Detalle del punto de análisis con SEM-EDX de la muestra 712, perteneciente al Proceso contra Catalina Martínez, 1560, del Archivo Municipal de Ibi.

Conocedores de que el sulfato de hierro es un componente fundamental en las tintas y de la acción oxidante del hierro, es de suponer que la concentración de este elemento en ellas determinará un estado de conservación más deficitario, pero podemos comprobarlo al realizar la probabilidad (tabla 115).

Podemos comprobar cómo existe gran disparidad en los niveles de hierro obtenidos en nuestras muestras. El valor máximo es de 85,61% -que en los análisis anteriores fue excluido pero en este segundo estudio se han contemplado- y tercer cuartil lo conforman valores de hierro inferiores a 31,972%, un valor muy alto comparándolo con el resto de elementos químicos, además en el primer intervalo en el que hemos dividido los datos, el 65,41% de los documentos están bien conservados, y en el segundo tramo baja hasta el 56,80%.

Comprobamos como a medida que aumenta el hierro la probabilidad de que un documento esté bien conservado disminuye.

Tabla 116: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de cloro.

CI																										
VALORES	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS	PROBABILIDAD DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE ELEMENTO																								
MÍNIMO																										
2,001																										
1 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
2,432																										
MEDIANA																										
2,910																										
MEDIA																										
4,405																										
3 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
3,487																										
MÁXIMO																										
73,698																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 25,90</td> <td>30</td> <td>87</td> </tr> <tr> <td>25,90 - 49,80</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>49,80 - 73,80</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 25,90	30	87	25,90 - 49,80	0	0	49,80 - 73,80	1	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 25,90</td> <td>0,25</td> <td>0,74</td> </tr> <tr> <td>25,90 - 49,80</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>49,80 - 73,80</td> <td>1,00</td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 25,90	0,25	0,74	25,90 - 49,80	0,00	0,00	49,80 - 73,80	1,00	0,00
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 25,90	30	87																								
25,90 - 49,80	0	0																								
49,80 - 73,80	1	0																								
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 25,90	0,25	0,74																								
25,90 - 49,80	0,00	0,00																								
49,80 - 73,80	1,00	0,00																								
	<p align="center"><b>PROBABILIDAD DE QUE LA TINTA ESTÉ BIEN CONSERVADA</b></p> <p align="center">Curva ajustada</p> <p>Probabilidad del estado de conservación</p> <p align="center">Concentración de Cl (%)</p>																									
<b>CÁLCULO DE PROBABILIDAD</b>																										
MODELO LINEAL GENERALIZADO DE VARIABLE BINARIA																										
COEFICIENTES																										
INTERCEPTO B1 1,16	ESTIMADO B2 -0,02																									
GRADO DE LIBERTAD	117 muestras con Na>2																									
DESVIACIÓN NULA	135,9																									
DESVIACIÓN RESIDUAL	134,8																									
AIC (criterio de información Akaike)	138,8																									

Teniendo en cuenta el valor de concentración de este elemento en los análisis realizados, hemos realizado una distribución en tres grupos (tabla 116). Primero cabe destacar que el número de muestras con presencia de este elemento detectado en su composición es muy reducida, suponen tan solo un 12% del total de las muestras analizadas, por lo que podemos deducir que no se trata de un elemento fundamental. No obstante realizaremos el mismo estudio pertinente como en los anteriores, con el conocimiento de este dato. Es significativo también que tan solo una muestra alcance valores altos, y la mayoría se concentren por debajo del 25,9%.

Destacar que solamente hay 118 muestras que tengan valores de cloro superiores a dos y de estas el 75% tienen como máximo un 3,487% de cloro, es decir los valores de cloro existentes en las muestras son pequeños y además la probabilidad de que el documento esté bien conservado es muy alta alrededor de 74,35%.

Observamos como niveles altos de cloro provocan que el documento no esté bien conservado.

Tabla 117: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de magnesio.

<b>Mg</b>		<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS</b>			<b>PROBABILIDAD DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE ELEMENTO</b>																						
<b>VALORES</b>																											
<b>MÍNIMO</b>	2,004																										
<b>1<sup>ER</sup> CUARTIL</b>	3,638																										
<b>MEDIANA</b>	5,337																										
<b>MEDIA</b>	7,219																										
<b>3<sup>ER</sup> CUARTIL</b>	8,598																										
<b>MÁXIMO</b>	52,026																										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 18,70</td> <td>292</td> <td>476</td> </tr> <tr> <td>18,70 - 35,40</td> <td>13</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>35,40 - 52,10</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 18,70	292	476	18,70 - 35,40	13	17	35,40 - 52,10	5	5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 18,70</td> <td>0,38</td> <td>0,61</td> </tr> <tr> <td>18,70 - 35,40</td> <td>0,43</td> <td>0,56</td> </tr> <tr> <td>35,40 - 52,10</td> <td>0,50</td> <td>0,50</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 18,70	0,38	0,61	18,70 - 35,40	0,43	0,56	35,40 - 52,10	0,50	0,50
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																									
2,00 - 18,70	292	476																									
18,70 - 35,40	13	17																									
35,40 - 52,10	5	5																									
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																									
2,00 - 18,70	0,38	0,61																									
18,70 - 35,40	0,43	0,56																									
35,40 - 52,10	0,50	0,50																									
<b>PROBABILIDAD DE QUE LA TINTA ESTÉ BIEN CONSERVADA</b>																											
<p>Curva ajustada</p> <p>Probabilidad del estado de conservación</p> <p style="text-align: center;">Concentración de Mg (%)</p>																											
<b>CÁLCULO DE PROBABILIDAD</b>																											
<b>MODELO LINEAL GENERALIZADO DE VARIABLE BINARIA</b>																											
<b>COEFICIENTES</b>																											
INTERCEPTO B1				ESTIMADO B2																							
0,62				-0,02																							
<b>GRADO DE LIBERTAD</b>																											
807 muestras con Na>2																											
<b>DESVIACIÓN NULA</b>																											
1.076																											
<b>DESVIACIÓN RESIDUAL</b>																											
1.073																											
<b>AIC (criterio de información Akaike)</b>																											
1.077																											

Observamos en esta tabla los valores según cuadriles, y cómo el valor máximo está algo por debajo del elemento anterior, y muy distante del tercer cuartil, cuyo valor porcentual de la concentración es menor que 8,59 %. Como vemos en la tabla 117, la mayoría de las muestras se sitúan en el primer grupo por debajo de 18,7%, y casi el doble están en mal estado de conservación. Con respecto a los valores máximos, sólo se advierten 10 muestras y en ellas no es significativo este aspecto porque el reparto entre las bien y mal conservadas es equidistante. Las muestras con una concentración en porcentaje mayor de magnesio son las siguientes muestras:

- 139 - XTL21T1 - *Libre de consells*, 1378
- 592 - ALZL18T1 - *Llibre d'actes del Consell*, 1538 (figura 480)
- 566 - ALIL4T1 - Privilegios y provisiones reales, 1530
- 901 - MFTL1T1 - Recibo de Pedro Rodríguez, mercader, 1593 - perforada (figura 481)
- 479 - CVL24T1 - Protocolo de Felipe Abellà, 1412
- 845 - MFTL2T1 - Concejo, 1588 - perforada

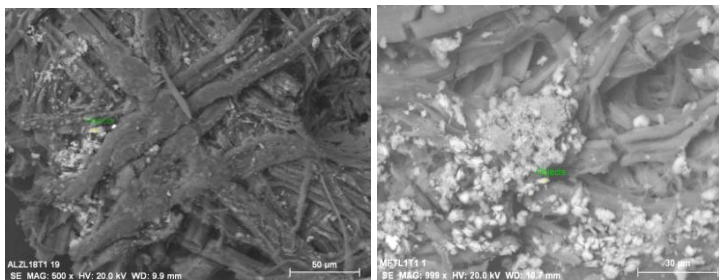


Figura 480: Imagen SEM de la zona de análisis EDX del *Llibre d'actes del Consell*, 1538, del Archivo Municipal de Alzira donde se observa en punto de detección.

Figura 481: Imagen SEM de la zona de análisis EDX del Recibo de Pedro Rodríguez, mercader, 1593, del Archivo Municipal de Monforte del Cid donde se observa en punto de detección.



Al igual que observamos con el sodio, los valores más altos de este elemento parecen responder, según los ejemplos mostrados, a puntos muy concretos de análisis.

Podemos comprobar cómo los valores de magnesio oscilan entre 2,004 % y 52,026 %, encontrándose concentrados en el primer intervalo cuyo valor máximo es 18,7 %, en este intervalo el 61,97% están bien conservados. Además es importante destacar que si los valores de magnesio son muy altos, están en el último intervalo, tenemos que existe el mismo número de documentos en mal estado, que en bien estado.

El magnesio como hemos observado, influye negativamente en la conservación de las tintas. El nivel de magnesio hemos podido comprobar que aumenta en el análisis de las tintas sobre el papel con respecto de las mismas sin soporte (ver apartado de metodología). Por tanto, la presencia de este elemento en el soporte parece estar constatada. Además, ya Bicchieri (Bicchieri, Monti, Piantanida, and Sodo 2008) ya mencionaba que este elemento estaba presente en las agallas, y hemos podido comprobar que también en la goma y en la mirto, aunque sus niveles no son detectables con la tinta ya elaborada.



Tabla 118: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de azufre.

S																																													
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>VALORES</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MÍNIMO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2,002</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1<sup>ER</sup> CUARTIL</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4,784</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MEDIANA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">11,414</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MEDIA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">14,016</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3<sup>ER</sup> CUARTIL</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20,283</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MÁXIMO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">82,751</td> </tr> </table>	<b>VALORES</b>	MÍNIMO	2,002	1 <sup>ER</sup> CUARTIL	4,784	MEDIANA	11,414	MEDIA	14,016	3 <sup>ER</sup> CUARTIL	20,283	MÁXIMO	82,751	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: left;">ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS</th> </tr> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2,00 - 28,90</td> <td style="text-align: center;">287</td> <td style="text-align: center;">482</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">28,90 - 55,80</td> <td style="text-align: center;">36</td> <td style="text-align: center;">54</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">55,80 - 82,80</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> </table>	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS			CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 28,90	287	482	28,90 - 55,80	36	54	55,80 - 82,80	2	3	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: left;">PROBABILIDAD DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE ELEMENTO</th> </tr> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2,00 - 28,90</td> <td style="text-align: center;">0,37</td> <td style="text-align: center;">0,62</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">28,90 - 55,80</td> <td style="text-align: center;">0,40</td> <td style="text-align: center;">0,60</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">55,80 - 82,80</td> <td style="text-align: center;">0,40</td> <td style="text-align: center;">0,60</td> </tr> </table>	PROBABILIDAD DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE ELEMENTO			CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 28,90	0,37	0,62	28,90 - 55,80	0,40	0,60	55,80 - 82,80	0,40	0,60
<b>VALORES</b>																																													
MÍNIMO																																													
2,002																																													
1 <sup>ER</sup> CUARTIL																																													
4,784																																													
MEDIANA																																													
11,414																																													
MEDIA																																													
14,016																																													
3 <sup>ER</sup> CUARTIL																																													
20,283																																													
MÁXIMO																																													
82,751																																													
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS																																													
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																																											
2,00 - 28,90	287	482																																											
28,90 - 55,80	36	54																																											
55,80 - 82,80	2	3																																											
PROBABILIDAD DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE ELEMENTO																																													
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																																											
2,00 - 28,90	0,37	0,62																																											
28,90 - 55,80	0,40	0,60																																											
55,80 - 82,80	0,40	0,60																																											
<p><b>PROBABILIDAD DE QUE LA TINTA ESTÉ BIEN CONSERVADA</b></p> <p style="text-align: center;">Curva ajustada</p> <p style="text-align: center;">Probabilidad del estado de conservación</p> <p style="text-align: center;">Concentración de azufre (%)</p>																																													
<p><b>CÁLCULO DE PROBABILIDAD</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">MODELO LINEAL GENERALIZADO DE VARIABLE BINARIA</th> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">COEFICIENTES</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <b>INTERCEPTO B1</b>                  0,5744             </td> <td style="text-align: center;"> <b>ESTIMADO B2</b>                  -0,0049             </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <b>GRADO DE LIBERTAD</b>                      863 muestras con Na&gt;2             </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <b>DESVIACIÓN NULA</b>                              1.144             </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <b>DESVIACIÓN RESIDUAL</b>                      1.144             </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> <b>AIC (criterio de información Akaike)</b>    1.148             </td> </tr> </table>			MODELO LINEAL GENERALIZADO DE VARIABLE BINARIA		COEFICIENTES		<b>INTERCEPTO B1</b> 0,5744	<b>ESTIMADO B2</b> -0,0049	<b>GRADO DE LIBERTAD</b> 863 muestras con Na>2		<b>DESVIACIÓN NULA</b> 1.144		<b>DESVIACIÓN RESIDUAL</b> 1.144		<b>AIC (criterio de información Akaike)</b> 1.148																														
MODELO LINEAL GENERALIZADO DE VARIABLE BINARIA																																													
COEFICIENTES																																													
<b>INTERCEPTO B1</b> 0,5744	<b>ESTIMADO B2</b> -0,0049																																												
<b>GRADO DE LIBERTAD</b> 863 muestras con Na>2																																													
<b>DESVIACIÓN NULA</b> 1.144																																													
<b>DESVIACIÓN RESIDUAL</b> 1.144																																													
<b>AIC (criterio de información Akaike)</b> 1.148																																													

Para estudiar los valores de azufre (tabla 118) agrupamos las muestras en tres grupos y observamos que los niveles máximos de azufre son muy superiores a los anteriores - 82,75% de concentración máxima- ya que se trata de un componente principal de las tintas porque la sal es un sulfato de hierro, y vimos que las agallas también aportaban una concentración importante de este elemento. Veamos qué muestras alcanzan estos valores máximos por ver si existe algún dato significativo:

- 505 - BIAL18T1 - Documento sin clasificar, 1521 (figura 482)
- 108 - AYTL6T1 - *Claveria Comuna*, 1365 (figura 483)
- 161 - SEGL23T1 - *Receptas fetas per mi, Ramon de l'Ort*, 1386
- 559 - SAXL12T1 - Provisión Real, 1529 - perforada (figura 484)
- 706 - SEGL14T1 - Libro de obligaciones, 1559 - perforada (figura 485)
- 604 - GANL2T1 - *Llibre d'actes del Consell*, 1544 - perforada.

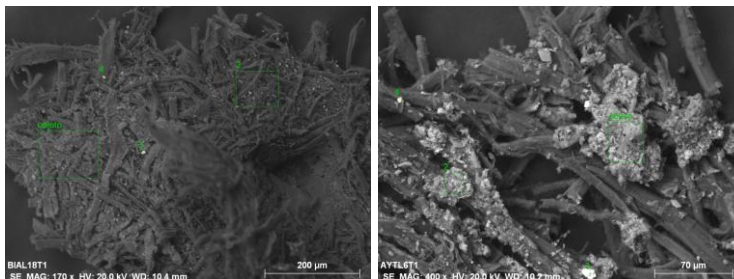


Figura 482: Imagen SEM de la zona de análisis EDX de un documento sin clasificar del Archivo Municipal de Biar, 1521.

Figura 483: Imagen SEM de la zona de análisis EDX del libro de *Claveria Comuna* del Archivo municipal de Valencia, 1395.

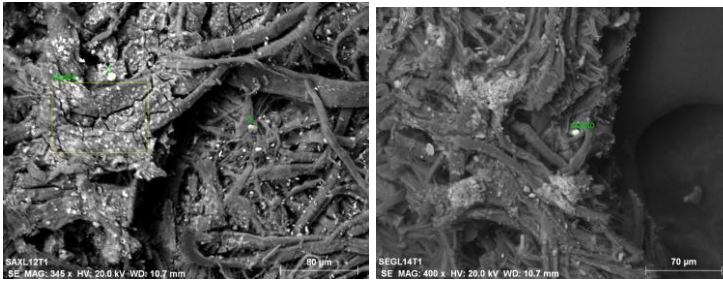


Figura 484: Imagen SEM de la zona de análisis EDX de una provisión real de 1529 perteneciente al Archivo municipal de Sax.

Figura 485: Imagen SEM de la zona de análisis EDX de una libro de obligaciones del Archivo Municipal de Segorbe de 1559.

Cómo podemos observar el área de análisis varía mucho como hemos visto con anterioridad. Pero prosigamos el estudio de este elemento en relación al nivel de oxidación y perforación del soporte en las tintas estudiadas.

Comprobamos como el número de datos es más poblado para documentos que están bien conservados que para los que no están.

Si aumenta el nivel de azufre la probabilidad de estar bien conservado disminuye. Veamos, en las fórmulas que se presentan a continuación, calculando la probabilidad para valores extremos, entre que valores estará delimitada la probabilidad:



Tabla 119: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de potasio.

K																																						
<p><b>VALORES</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>MÍNIMO</td></tr> <tr><td>2,012</td></tr> <tr><td>1<sup>ER</sup> CUARTIL</td></tr> <tr><td>4,658</td></tr> <tr><td>MEDIANA</td></tr> <tr><td>7,685</td></tr> <tr><td>MEDIA</td></tr> <tr><td>9,607</td></tr> <tr><td>3<sup>ER</sup> CUARTIL</td></tr> <tr><td>11,626</td></tr> <tr><td>MÁXIMO</td></tr> <tr><td>52,800</td></tr> </table>	MÍNIMO	2,012	1 <sup>ER</sup> CUARTIL	4,658	MEDIANA	7,685	MEDIA	9,607	3 <sup>ER</sup> CUARTIL	11,626	MÁXIMO	52,800	<p><b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 18,90</td> <td>302</td> <td>513</td> </tr> <tr> <td>18,90 - 35,90</td> <td>31</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>35,90 - 52,90</td> <td>7</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 18,90	302	513	18,90 - 35,90	31	38	35,90 - 52,90	7	3	<p><b>PROBABILIDAD DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE ELEMENTO</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 18,90</td> <td>0,37</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>18,90 - 35,90</td> <td>0,44</td> <td>0,55</td> </tr> <tr> <td>35,90 - 52,90</td> <td>0,70</td> <td>0,30</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 18,90	0,37	0,62	18,90 - 35,90	0,44	0,55	35,90 - 52,90	0,70	0,30
MÍNIMO																																						
2,012																																						
1 <sup>ER</sup> CUARTIL																																						
4,658																																						
MEDIANA																																						
7,685																																						
MEDIA																																						
9,607																																						
3 <sup>ER</sup> CUARTIL																																						
11,626																																						
MÁXIMO																																						
52,800																																						
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																																				
2,00 - 18,90	302	513																																				
18,90 - 35,90	31	38																																				
35,90 - 52,90	7	3																																				
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																																				
2,00 - 18,90	0,37	0,62																																				
18,90 - 35,90	0,44	0,55																																				
35,90 - 52,90	0,70	0,30																																				
<p><b>PROBABILIDAD DE QUE LA TINTA ESTÉ BIEN CONSERVADA</b></p>																																						
<p><b>CÁLCULO DE PROBABILIDAD</b></p>																																						
<p><b>MODELO LINEAL GENERALIZADO DE VARIABLE BINARIA</b></p>																																						
<p><b>COEFICIENTES</b></p>																																						
<p>INTERCEPTO B1 1,16</p>	<p>ESTIMADO B2 -0,02</p>																																					
<p><b>GRADO DE LIBERTAD</b> 893 muestras con Na&gt;2</p>																																						
<p><b>DESVIACIÓN NULA</b> 1.188</p>																																						
<p><b>DESVIACIÓN RESIDUAL</b> 1.181</p>																																						
<p><b>AIC (criterio de información Akaike)</b> 1.185</p>																																						

A lo largo de este trabajo hemos ido desgranado la procedencia de cada uno de los elementos detectados en la composición de las tintas. En el caso del potasio, son varios los componentes que lo aportan. La mirto y la granada tienen niveles de concentración importantes, mucho más que la goma arábiga, a la que la bibliografía (Remaizelles et al. 2005) ha referido la contribución de este elemento, y la mejor conservación de la tinta. Sin embargo, y con las limitaciones mencionadas de este estudio, de las tintas valencianas analizadas obtenemos la siguiente probabilidad de que estén bien o mal conservadas en relación a este elemento (tabla 119).

Los valores de concentración de potasio no son muy elevados, ya que el máximo corresponde a un 52,9% del total según el SEM-EDX. Justamente el documento que ofrece esta proporción corresponde a una Provisión Real escrita en Madrid en el año 1535 y que se custodia en el archivo municipal de Sax (figura 486). Quizá las agallas de Madrid tengan un aporte mayor de este elemento.



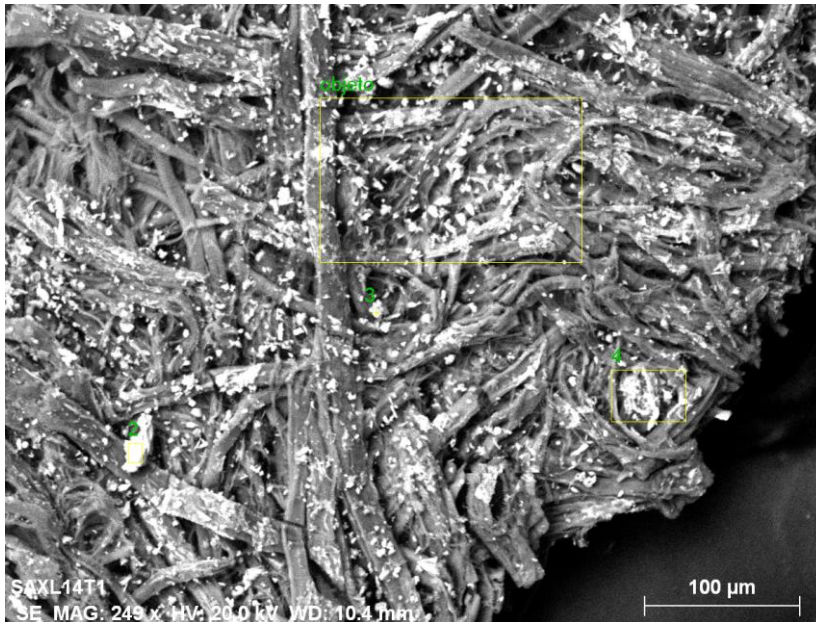


Figura 486: Detalle de los puntos de análisis del SEM-EDX de la muestra SAXL14T1, del Archivo Municipal de Sax.

Los niveles de potasio están más dispersos en todas las muestras, si bien es cierto que cuanto más alto es el nivel de potasio menor es el número de documentos. No obstante el 91.16 % de los datos se encuentran para valores inferiores a 18,9 y de estos el 62,94% está bien conservado.

Comprobamos que si aumenta el potasio disminuye la probabilidad de estar bien conservado.

Debemos tener en cuenta varias consideraciones con respecto a este elemento. En primer lugar las limitaciones del método aplicado; en segundo lugar que la curva de probabilidad no es muy acusada con lo que

este elemento no determina de manera fehaciente el estado de conservación de una tinta; y tercero, que la goma arábica no se compone sólo de potasio y, por tanto no se puede relacionar la buena conservación de la tinta con la concentración de este elemento.

Por otro lado, hay tres elementos que con el aumento de concentración en las tintas sustentan una mejor conservación según los análisis efectuados. El que lo hace con mayor intensidad es el calcio.

Tabla 120: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de calcio.

Ca																										
VALORES	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS	PROBABILIDAD DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE ELEMENTO																								
MÍNIMO																										
2,008																										
1 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
8,215																										
MEDIANA																										
19,536																										
MEDIA																										
23,917																										
3 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
35,181																										
MÁXIMO																										
87,719																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 30,60</td> <td>261</td> <td>382</td> </tr> <tr> <td>30,60 - 59,10</td> <td>62</td> <td>179</td> </tr> <tr> <td>59,10 - 87,80</td> <td>13</td> <td>33</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 30,60	261	382	30,60 - 59,10	62	179	59,10 - 87,80	13	33	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 30,60</td> <td>0,40</td> <td>0,59</td> </tr> <tr> <td>30,60 - 59,10</td> <td>0,25</td> <td>0,74</td> </tr> <tr> <td>59,10 - 87,80</td> <td>0,28</td> <td>0,71</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 30,60	0,40	0,59	30,60 - 59,10	0,25	0,74	59,10 - 87,80	0,28	0,71
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 30,60	261	382																								
30,60 - 59,10	62	179																								
59,10 - 87,80	13	33																								
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 30,60	0,40	0,59																								
30,60 - 59,10	0,25	0,74																								
59,10 - 87,80	0,28	0,71																								
	<p align="center"><b>PROBABILIDAD DE QUE LA TINTA ESTÉ BIEN CONSERVADA</b></p> <p align="center">Curva ajustada</p> <p>Probabilidad del estado de conservación</p> <p align="center">Concentración de Ca (%)</p>																									
	<p align="center"><b>CÁLCULO DE PROBABILIDAD</b></p> <p align="center">MODELO LINEAL GENERALIZADO DE VARIABLE BINARIA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">COEFICIENTES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INTERCEPTO B1 0,164</td> <td>ESTIMADO B2 0,018</td> </tr> </tbody> </table> <p>GRADO DE LIBERTAD 929 muestras con Na&gt;2</p> <p>DESVIACIÓN NULA 1.217</p> <p>DESVIACIÓN RESIDUAL 1.196</p> <p>AIC (criterio de información Akaike) 1.200</p>		COEFICIENTES		INTERCEPTO B1 0,164	ESTIMADO B2 0,018																				
COEFICIENTES																										
INTERCEPTO B1 0,164	ESTIMADO B2 0,018																									

Las concentraciones de calcio son muy variadas ya que el 75% de los datos recogidos se agrupan en valores inferiores a 35,181% (tabla 120). Al hacer la subdivisión en grupos podemos observar la realidad descrita (tabla 120), en relación, además, al nivel de deterioro de las tintas analizadas.

El valor máximo de calcio está en el 87,8% de concentración, y observando estas muestras, de las que ponemos algunos ejemplos a continuación, podemos concluir que, excepto en el caso de Sax (figura 487), en el resto de muestras el análisis (figuras 488, 489 y 490) coincide con un punto determinado que puede corresponder con el sulfato de calcio que se forma en la superficie de las tintas si han tenido una humedad directa o si en la tinta había un exceso importante de carbonato cálcico (Sistach 2011a). También cabe la posibilidad que se formen oxalatos de calcio durante el proceso de metabolización de los hongos (Guerra, Longelin, Pessanha, Manso, and Carvalho 2014). El calcio también va muy asociado al agua empleada no solo en la realización de las tintas sino en la elaboración del soporte mismo.

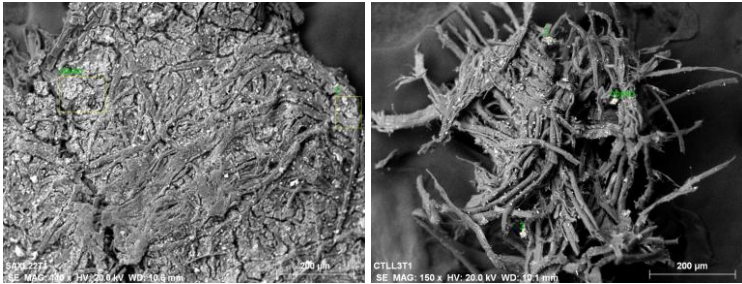


Figura 487: Detalle de la zona de análisis del SEM-EDX de la muestra 759 , SAXL2T1, Libro de cuentas de propios de 1567 del Archivo Municipal de Sax.

Figura 488: Detalle de la zona de análisis del SEM-EDX de la muestra 270 , CTLL3T1, Actas capitulares del Archivo Municipal de Castellón.

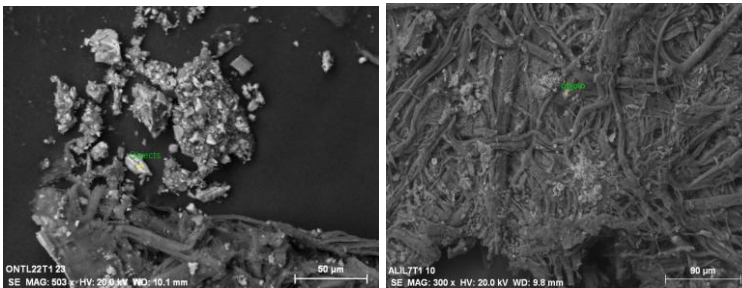


Figura 489: Detalle de la zona de análisis del SEM-EDX de la muestra 612 , ONTL22T1, Protocolo de Bernat Candela de 1543 del Archivo Municipal de Ontinyent.

Figura 490: Detalle de la zona de análisis del SEM-EDX de la muestra 230 , ALIL7T1, Carta del Alcaide de 1423, del Archivo Municipal de Alicante.

Los niveles de calcio son muy variados en los datos que disponemos estando el 75% de los datos recogidos en valores inferiores a 35,181%.

Tenemos una curva de probabilidad creciente, es decir, si la concentraciones de calcio son superiores, la probabilidad que un documento esté bien conservado es

mayor. Esto explica que los niveles de calcio en las muestras sean tan elevados y dispersos.

La concentración de calcio en relación al estado de conservación podría estar relacionada al pH del documento. Si el nivel de pH es adecuado, la hidrólisis y la oxidación tienen un desarrollo más lento.

Tabla 121: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de manganeso.

Mn		
<b>VALORES</b>	<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS</b>	<b>PROBABILIDAD DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE ELEMENTO</b>
MÍNIMO		
2,001		
1 <sup>ER</sup> CUARTIL		
2,294		
MEDIANA		
2,626		
MEDIA		
3,149		
3 <sup>ER</sup> CUARTIL		
3,397		
MÁXIMO		
29,335		
<b>PROBABILIDAD DE QUE LA TINTA ESTÉ BIEN CONSERVADA</b>		
	<p>Curva ajustada</p> <p>Probabilidad del estado de conservación</p> <p style="text-align: center;">Concentración de Mn (%)</p>	
<b>CÁLCULO DE PROBABILIDAD</b>		
<b>MODELO LINEAL GENERALIZADO DE VARIABLE BINARIA</b>		
<b>COEFICIENTES</b>		
INTERCEPTO B1 0,645	ESTIMADO B2 0,032	
<b>GRADO DE LIBERTAD</b> 204 muestras con Na>2		
<b>DESVIACIÓN NULA</b> 257,6		
<b>DESVIACIÓN RESIDUAL</b> 257,4		
<b>AIC (criterio de información Akaike)</b> 261,4		

Como podemos observar, la concentración de manganeso es limitada en las tintas, y el máximo porcentaje sólo se ha encontrado en el 29,33%. Si estudiamos con detenimiento los resultados de los análisis advertimos como la mayoría de las muestras tienen una concentración inferior al 11,1% (tabla 121). Sólo una muestra tiene estos valores, y es la número 563, ONTL20T1, perteneciente al *Cort del Justicia* de 1530 del Archivo Municipal de Ontinyent. Como vemos en la figura 491 corresponde a un análisis muy puntual que puede corresponder con un punto con mayor concentración de manganeso. Este elemento está presente en la goma arábica y podría ser la clave de su detección en este punto.

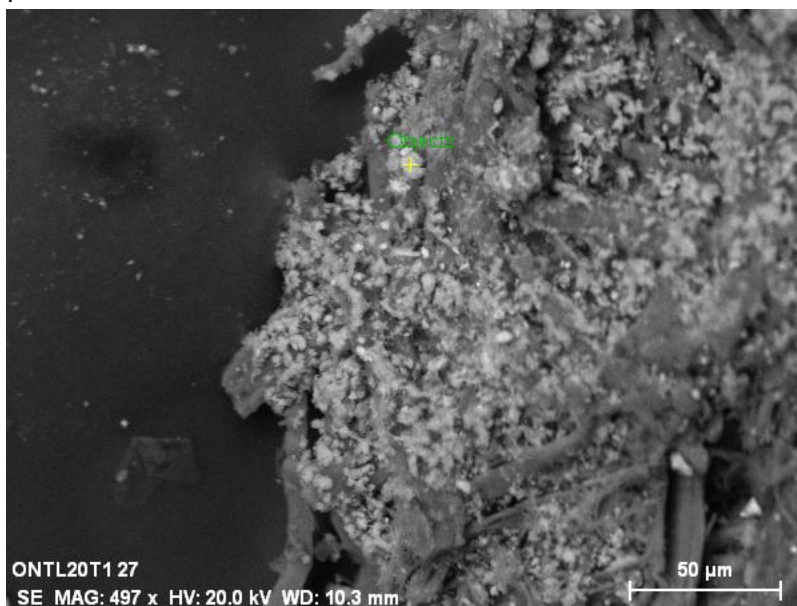


Figura 491: Detalle de la zona de análisis del SEM-EDX de la muestra 530 , ONTL20T1, del Archivo Municipal de Ontinyent.



Podemos comprobar que solamente existen 205 valores que posean niveles de manganeso superiores a 2%, de éstos, 203 tienen concentraciones inferiores a 11,1%, pero como indica el tercer cuartil, el 75% de los valores está por debajo de niveles de manganeso del 3,397%. Si nos fijamos en el primer intervalo en el que hemos obtenido los datos, el 67,98% de los datos están bien conservados. Vamos a comprobarlo gráficamente, a través de la nube de puntos.

Observamos como claramente el número de documentos en los que la tinta no ha perforado el papel son superiores a los que no están bien conservados y, además, los niveles de manganeso son pequeños.

Comprobamos como a mayores niveles de manganeso mayor es la probabilidad de que un documento esté bien conservado.



Tabla 122: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de silicio.

Si																										
VALORES	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS	PROBABILIDAD DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE ELEMENTO																								
MÍNIMO																										
2,000																										
1 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
3,252																										
MEDIANA																										
4,749																										
MEDIA																										
8,410																										
3 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
7,890																										
MÁXIMO																										
86,434																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 30,10</td> <td>265</td> <td>442</td> </tr> <tr> <td>30,10 - 58,30</td> <td>10</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>58,30 - 86,50</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 30,10	265	442	30,10 - 58,30	10	17	58,30 - 86,50	3	5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 30,10</td> <td>0,37</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>30,10 - 58,30</td> <td>0,37</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>58,30 - 86,50</td> <td>0,47</td> <td>0,62</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 30,10	0,37	0,62	30,10 - 58,30	0,37	0,62	58,30 - 86,50	0,47	0,62
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 30,10	265	442																								
30,10 - 58,30	10	17																								
58,30 - 86,50	3	5																								
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 30,10	0,37	0,62																								
30,10 - 58,30	0,37	0,62																								
58,30 - 86,50	0,47	0,62																								
	<b>PROBABILIDAD DE QUE LA TINTA ESTÉ BIEN CONSERVADA</b>																									
	<p>Curva ajustada</p> <p>Probabilidad del estado de conservación</p> <p>Concentración de Si (%)</p>																									
	<b>CÁLCULO DE PROBABILIDAD</b>																									
	<b>MODELO LINEAL GENERALIZADO DE VARIABLE BINARIA</b>																									
	<b>COEFICIENTES</b>																									
	<b>INTERCEPTO B1</b> 0,4809	<b>ESTIMADO B2</b> -0,0037																								
	<b>GRADO DE LIBERTAD</b> 741 muestras con Na>2																									
	<b>DESVIACIÓN NULA</b> 981,5																									
	<b>DESVIACIÓN RESIDUAL</b> 981,2																									
	<b>AIC (criterio de información Akaike)</b> 985,2																									

Al observar la tabla 122 podemos comprobar la distribución de los valores de concentración de silicio en las tintas. Conviene destacar que, al igual que el aluminio, aparece en las tintas elaboradas con vino pero sólo en el primer paso de elaboración de las agallas, en los posteriores análisis queda su detección por debajo de los límites establecidos. Sólo al analizar las mismas tintas sobre papel volvemos a detectar la presencia de este componente que puede ir asociado al soporte y al secante (Paulusová and Karhan).

Establecemos nuevamente tramos de análisis y comprobamos como la mayoría de las muestras se concentran en el primer grupo, con un máximo del 30% de concentración; y muy distante del máximo total - 86,5%- que sólo se detecta en algunas muestras como las que detallamos a continuación:

- 633 - AYTL3T1 - *Manual de Consells*, 1547 (figura 492)
- 640 - ATTL3T2- *Manual de Consells*, 1548 (figura 493)
- 488 - SAXL6T1 - Toma cuentas de los gruesos, 1516 - perforada (figura 494)
- 36 - COCL44T1 - *Cort del Justicia*, 1295 (figura 495)
- 698 - SAXL16T1 - Escritura de censos, 1292
- 30 - COCL34T1 - *Cort del Justicia*, 1294

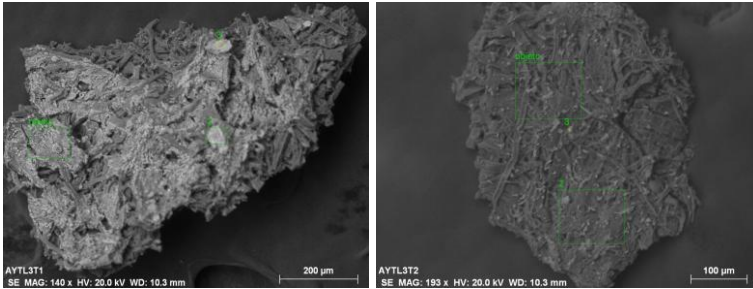


Figura 492: Detalle de los puntos de análisis del SEM-EDX de la muestra del *Manual de Consells* de 1547 del Archivo Municipal de Valencia.

Figura 493: Detalle de los puntos de análisis del SEM-EDX de la muestra del *Manual de Consells* de 1548 del Archivo Municipal de Valencia.

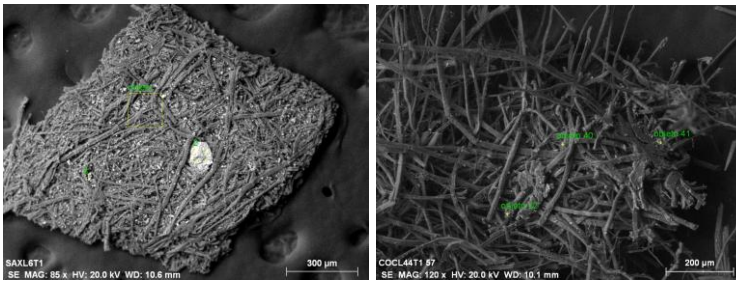


Figura 494: Detalle de los puntos de análisis del SEM-EDX de la muestra de *Toma cuentas de los gruesos*, 1516 del Archivo Municipal de Sax.

Figura 495: Detalle de los puntos de análisis del SEM-EDX de la muestra del *Cort del Justicia*, 1295 del Archivo Municipal de Coentaina.

De nuevo observamos cómo estos valores aberrantes se relacionan con áreas de análisis más limitadas, pero en este caso podemos asociar estos puntos a la arena que solían utilizar como secante para los escritos.

La probabilidad de que un documento esté bien conservado es prácticamente constante e igual a 0,6, por tanto, este elemento prácticamente no influye en el estado de conservación de las tintas.

En último lugar vamos a comentar aquellos elementos que nos han resultado prácticamente inocuos para las tintas según su concentración, pero con una importante salvedad. A pesar de que entre ellos están el cobre y el zinc, la realidad es que estos elementos están muy poco presentes en las tintas valencianas -de ahí los resultados- pero sabemos que su nivel de implicación, sobre todo del cobre, en los procesos de degradación de las tintas es elevado.

Tabla 123: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de cobre.

Cu																										
<b>VALORES</b>	<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS</b>	<b>PROBABILIDAD DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE ELEMENTO</b>																								
MÍNIMO																										
2,001																										
1 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
2,675																										
MEDIANA																										
3,603																										
MEDIA																										
4,460																										
3 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
5,156																										
MÁXIMO																										
64,020																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 22,70</td> <td>170</td> <td>362</td> </tr> <tr> <td>22,70 - 43,30</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>43,3 - 64,10</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 22,70	170	362	22,70 - 43,30	1	1	43,3 - 64,10	1	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 22,70</td> <td>0,31</td> <td>0,68</td> </tr> <tr> <td>22,70 - 43,30</td> <td>0,50</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>43,3 - 64,10</td> <td>0,50</td> <td>0,50</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 22,70	0,31	0,68	22,70 - 43,30	0,50	0,50	43,3 - 64,10	0,50	0,50
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 22,70	170	362																								
22,70 - 43,30	1	1																								
43,3 - 64,10	1	1																								
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 22,70	0,31	0,68																								
22,70 - 43,30	0,50	0,50																								
43,3 - 64,10	0,50	0,50																								
	<b>PROBABILIDAD DE QUE LA TINTA ESTÉ BIEN CONSERVADA</b>																									
	<p>Curva ajustada</p> <p>Probabilidad del estado de conservación</p> <p>Concentración de Cu (%)</p>																									
	<b>CÁLCULO DE PROBABILIDAD</b>																									
	<b>MODELO LINEAL GENERALIZADO DE VARIABLE BINARIA</b>																									
	<b>COEFICIENTES</b>																									
	<b>INTERCEPTO B1</b> 0,7782	<b>ESTIMADO B2</b> -0,0064																								
	<b>GRADO DE LIBERTAD</b> 535 muestras con Na>2																									
	<b>DESVIACIÓN NULA</b> 672,7																									
	<b>DESVIACIÓN RESIDUAL</b> 672,6																									
	<b>AIC (criterio de información Akaike)</b> 676,6																									

Desarrollando los grupos de valores de concentración advertimos que son mucho menos numerosas las muestras que tienen valores de cobre por encima del límite de detección (tabla 123), y que el valor máximo -64,02%, que considerábamos aberrante en el análisis anterior- es inferior al del hierro. Esto nos hace suponer que el sulfato de hierro utilizado por lo general era fundamentalmente puro -sin sulfato de cobre ni otras impurezas-, por lo que conocían y, como dijimos, eran capaces de distinguir la calidad y variedad de los sulfatos minerales.

Es importante destacar que las muestras de tinta que presentan mayores valores de concentración de cobre, están perforadas, a excepción de un libro de Segorbe de 1386 - muestra 156, Libro de correspondencia del Justicia- en el que la calidad del papel andalusí puede haber ralentizado este deterioro.

En los tres ejemplos que presentamos a continuación -muestras 927 (figura 496), 385 (figura 497) y 293 (figura 498), coincide que el área de la analítica es muy reducida y puede corresponder a la "captura" de un cristal de cobre.



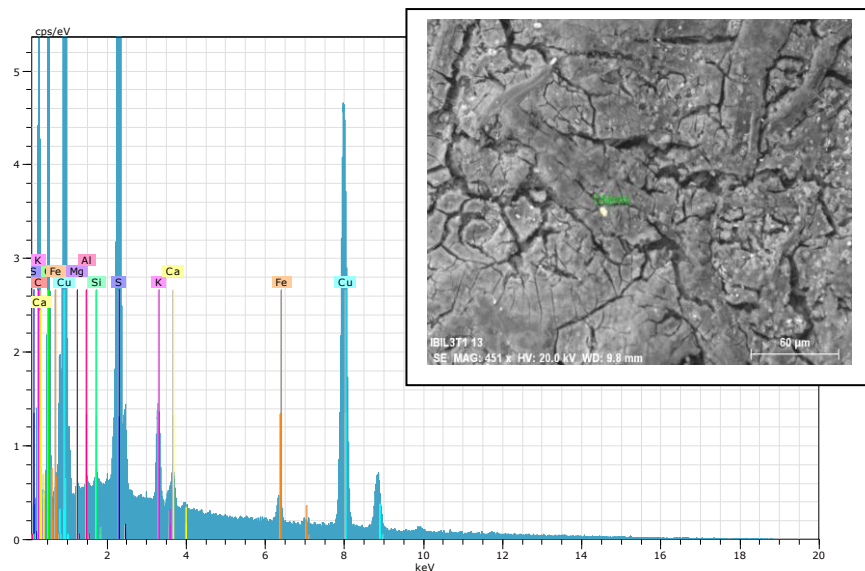


Figura 496: Detalle del punto de análisis con SEM-EDX de la muestra 927, perteneciente al Libro de revisión de bolsas de insaculación de 1596, del Archivo Municipal de Ibi. La tinta había perforado el papel.

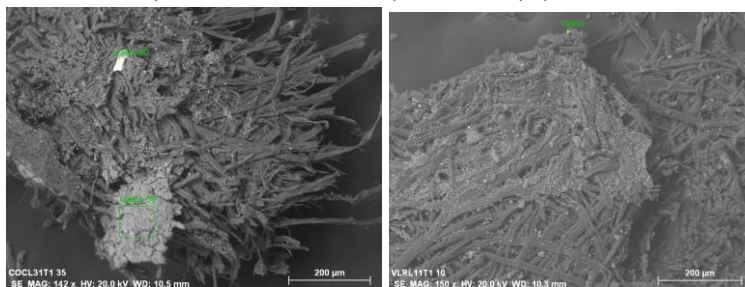


Figura 497: Detalle del punto de análisis con SEM-EDX de la muestra 385, perteneciente al Libro *Cort del Justicia* de 1489, del Archivo Municipal de Cocentaina.

Figura 498: Detalle del punto de análisis con SEM-EDX de la muestra 293, perteneciente al *Llibre de Clavería de Consell* de 1449, del Archivo Municipal de Vila-real. La tinta había perforado el papel.

Resulta curioso comprobar cómo, a pesar de los estudios llevados a cabo por otros investigadores (García, Ruvalcaba Sil, and Meeren 2014b; Kolar et al. 2006b), entre otros, en nuestro caso los valores de concentración de cobre en las tintas no se asocian a un deterioro muy acusado, si cabe más que el hierro como deberíamos esperar, sino que prácticamente la curva no tiene pendiente, por lo que la influencia parece ser mínima, quizá asociado a que los valores de concentración del cobre en las tintas valencianas también lo son y de ahí su poca influencia en comparación de otras tintas como las mejicanas (García, Ruvalcaba Sil et al. 2014) o las del norte de África (Bakkali et al. 2014; El Bakkali et al. 2012; El Bakkali et al. 2013).

Tabla 124: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de zinc.

Zn																										
<b>VALORES</b>	<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS</b>	<b>PROBABILIDAD DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE ELEMENTO</b>																								
MÍNIMO																										
2,011																										
1 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
2,838																										
MEDIANA																										
3,904																										
MEDIA																										
5,287																										
3 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
6,083																										
MÁXIMO																										
58,237																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 20,80</td> <td>200</td> <td>414</td> </tr> <tr> <td>20,80 - 39,50</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>39,50 - 58,30</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 20,80	200	414	20,80 - 39,50	3	3	39,50 - 58,30	0	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 20,80</td> <td>0,32</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>20,80 - 39,50</td> <td>0,50</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>39,50 - 58,30</td> <td>0,00</td> <td>1,00</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 20,80	0,32	0,67	20,80 - 39,50	0,50	0,50	39,50 - 58,30	0,00	1,00
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 20,80	200	414																								
20,80 - 39,50	3	3																								
39,50 - 58,30	0	1																								
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 20,80	0,32	0,67																								
20,80 - 39,50	0,50	0,50																								
39,50 - 58,30	0,00	1,00																								
	<b>PROBABILIDAD DE QUE LA TINTA ESTÉ BIEN CONSERVADA</b>																									
	Probabilidad del estado de conservación																									
	<b>CÁLCULO DE PROBABILIDAD</b>																									
	MODELO LINEAL GENERALIZADO DE VARIABLE BINARIA																									
	<b>COEFICIENTES</b>																									
	INTERCEPTO B1 0,69	ESTIMADO B2 0,0055																								
	<b>GRADO DE LIBERTAD</b> 620 muestras con Na>2																									
	<b>DESVIACIÓN NULA</b> 784,9																									
	<b>DESVIACIÓN RESIDUAL</b> 784,8																									
	<b>AIC (criterio de información Akaike)</b> 788,8																									

En el gráfico (tabla 124) comprobamos como la probabilidad de que un documento esté bien conservado según el nivel de zinc, se sitúa en torno al 0,6.

Tabla 125: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de aluminio.

AI																										
<b>VALORES</b>	<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS</b>	<b>PROBABILIDAD DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE ELEMENTO</b>																								
MÍNIMO																										
2,007																										
1 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
3,729																										
MEDIANA																										
5,471																										
MEDIA																										
6,803																										
3 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
8,158																										
MÁXIMO																										
41,665																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 15,20</td> <td>293</td> <td>484</td> </tr> <tr> <td>15,20 - 28,40</td> <td>13</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>28,40 - 41,70</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 15,20	293	484	15,20 - 28,40	13	30	28,40 - 41,70	3	4	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 15,20</td> <td>0,37</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>15,20 - 28,40</td> <td>0,30</td> <td>0,69</td> </tr> <tr> <td>28,40 - 41,70</td> <td>0,42</td> <td>0,57</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 15,20	0,37	0,62	15,20 - 28,40	0,30	0,69	28,40 - 41,70	0,42	0,57
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 15,20	293	484																								
15,20 - 28,40	13	30																								
28,40 - 41,70	3	4																								
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 15,20	0,37	0,62																								
15,20 - 28,40	0,30	0,69																								
28,40 - 41,70	0,42	0,57																								
	<b>PROBABILIDAD DE QUE LA TINTA ESTÉ BIEN CONSERVADA</b>																									
	<p>Curva ajustada</p> <p>Probabilidad del estado de conservación</p> <p style="text-align: center;">Concentración de Al (%)</p>																									
	<b>CÁLCULO DE PROBABILIDAD</b>																									
	MODELO LINEAL GENERALIZADO DE VARIABLE BINARIA																									
	COEFICIENTES																									
	INTERCEPTO B1 0,5182	ESTIMADO B2 -0,00022																								
	GRADO DE LIBERTAD 826 muestras con Na>2																									
	DESVIACIÓN NULA 1.093																									
	DESVIACIÓN RESIDUAL 1.093																									
	AIC (criterio de información Akaike) 1.097																									



Tabla 126: Probabilidad del estado de conservación según la proporción de fósforo.

P																										
<b>VALORES</b>	<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS</b>	<b>PROBABILIDAD DE ESTADO DE CONSERVACIÓN SEGÚN LA CANTIDAD DE ELEMENTO</b>																								
MÍNIMO																										
2,003																										
1 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
2,250																										
MEDIANA																										
2,696																										
MEDIA																										
3,893																										
3 <sup>ER</sup> CUARTIL																										
4,061																										
MÁXIMO																										
37,722																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 11,90</td> <td>55</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>11,90 - 21,80</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>21,80 - 31,80</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 11,90	55	95	11,90 - 21,80	0	2	21,80 - 31,80	1	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO</th> <th>BIEN CONSERVADAS</th> <th>MAL CONSERVADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,00 - 11,90</td> <td>0,36</td> <td>0,63</td> </tr> <tr> <td>11,90 - 21,80</td> <td>0,00</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>21,80 - 31,80</td> <td>0,50</td> <td>0,50</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS	2,00 - 11,90	0,36	0,63	11,90 - 21,80	0,00	1,00	21,80 - 31,80	0,50	0,50
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 11,90	55	95																								
11,90 - 21,80	0	2																								
21,80 - 31,80	1	1																								
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTO DETECTADO	BIEN CONSERVADAS	MAL CONSERVADAS																								
2,00 - 11,90	0,36	0,63																								
11,90 - 21,80	0,00	1,00																								
21,80 - 31,80	0,50	0,50																								
	<b>PROBABILIDAD DE QUE LA TINTA ESTÉ BIEN CONSERVADA</b>																									
	<p>Probabilidad del estado de conservación</p>																									
	<p>Concentración de P (%)</p>																									
	<b>CÁLCULO DE PROBABILIDAD</b>																									
	<b>MODELO LINEAL GENERALIZADO DE VARIABLE BINARIA</b>																									
	<b>COEFICIENTES</b>																									
	<b>INTERCEPTO B1</b> 0,5176	<b>ESTIMADO B2</b> -0,0072																								
	<b>GRADO DE LIBERTAD</b> 988 muestras con Na>2																									
	<b>DESVIACIÓN NULA</b> 1.305																									
	<b>DESVIACIÓN RESIDUAL</b> 1.305																									
	<b>AIC (criterio de información Akaike)</b> 1.309																									

Como resumen podemos concluir que, con todas las salvedades explicadas, el sodio y el hierro son los elementos que más activamente influyen en el deterioro de las tintas hasta la perforación del soporte, frente al calcio que, en mayor medida que otros elementos como el magnesio y el silicio, aumentan las posibilidades de una buena conservación.



# Capítulo 6

---

## Conclusiones



Hemos acometido el estudio de las tintas manuscritas desde cuatro puntos de vista diferentes: las fuentes documentales primarias y secundarias, la experimentación práctica de elaboración de las mismas, el análisis de muestras de tintas valencianas y las fuentes iconográficas sobre la figura del escribano.

Con todo ello podemos extraer una serie de conclusiones que explicamos en el presente capítulo, aunque somos conscientes de que algunos de los caminos quedan abiertos a una investigación más específica y detallada que era difícil asumir en soledad y dentro de este proyecto.

Las fuentes documentales avalan la continuidad del uso de las tintas metalogálicas en el Mediterráneo occidental desde el siglo XI hasta inicios del siglo XX con muy pocos cambios en sus principales ingredientes –agallas, sulfato de hierro y goma-. En este aspecto y tras el estudio de 160 recetas peninsulares documentadas, podemos concluir que existe una clara proximidad y similitud entre todas ellas, sin poder apreciarse peculiaridades territoriales o temporales significativas. No solo se perpetúan los mismos ingredientes principales, sino que se respetan de manera bastante aproximada las proporciones entre ellos: partiendo del estudio de las recetas estadísticamente comparables, la gran mayoría de las tintas (72,58%) comparten una distribución de proporciones muy similar entre sí. El resto se desvía algo de esta pauta: el 8,06% muestra una proporción de goma algo mayor de lo habitual y el 19,35% lo hace respecto a la goma y el sulfato de hierro. A la hora de valorar estas fuentes debemos advertir que en muchas anotaciones se permite al escribano una cierta discrecionalidad

en las cantidades, por lo que no son datos "científicamente exactos". Se indicaba, por ejemplo, que si la tinta quedaba blanquecina se añadieran más agallas o se expusiera la mezcla más días al sol, o que se pusiera más goma si no lucía lo suficiente o resultaba demasiado líquida. También se da la salvedad de que no todas las tintas que se empleaban en los manuscritos reflejarían la receta original ya que frecuentemente se aprovechaban las heces o posos para hacer de nuevo tinta, agregando algunas agallas u otros productos en cantidades distintas a las iniciales.

Las agallas de roble, principal fuente de ácido tánico, han supuesto un interesante descubrimiento por parte de la doctoranda, dada su variedad y las posibilidades de estudio que se desprenden de su uso. Si bien las recetas andalusíes indican que se escojan las pequeñas y verdes, y también negras; en las fuentes documentales cristianas se prefieren grandes y con protuberancias o pesadas. Descubrimos en bosques de robles del entorno de nuestra ciudad un tipo de agalla que responde a la descripción de las primeras, y que podrían ser las que las recetas califican como "de Valencia". Las de mayor tamaño podrían parecerse a las de los grandes robledos de las zonas interiores de España, donde las agallas son más voluminosas y con protuberancias. Estas características las hemos observado también en los tumores de las carrascas, que podrían haber sido utilizadas como alternativas y cuyas propiedades tánicas para conformar tintas tan válidas como las de agallas de roble hemos comprobado experimentalmente. Por último existía un tipo de agallas que era el más preciado y que venía del Levante mediterráneo, de las ciudades de Alepo y Morea

principalmente -también de Romania-, muy pequeñas pero muy pesadas y con una concentración de taninos más elevada.

Hemos podido realizar tintas con agallas de las distintas tipologías mencionadas y advertimos que el color resultante de la maceración no es igual en todas, sino más intenso en las grandes y con protuberancias. Por lo tanto, estos experimentos han abierto el camino a nuevas investigaciones sobre fuentes tánicas y la posibilidad de que también se recurriera a otras especies vegetales distintas del roble. En este sentido supone un acicate el caso de las tintas de archivos de Ecuador, óptimamente conservadas pese a la escasez de medios, donde la doctoranda pudo comprobar mediante el análisis de muestras que la fuente de taninos no provenía de agallas de roble, sino de otro producto orgánico sin identificar.

Respecto al color de la sustancia que resulta de la maceración de las agallas hemos constatado que es mucho más intenso si el solvente utilizado es vino; si es agua, la mezcla también se va oscureciendo con el tiempo y la exposición al sol, pero no alcanza el mismo grado. De hecho, el estudio estadístico de la composición de las recetas escritas ha revelado que la proporción de agallas cuando se maceran en vino es mucho menor que cuando se añaden a una tinta elaborada con agua, quizá porque los escribanos eran conscientes de que el alcohol potenciaba la extracción de los taninos.

Por lo que respecta a los elementos metálicos presentes en las agallas nos ha sorprendido que, a diferencia de lo que la bibliografía especializada viene apuntando, la proporción de potasio que aportan a la tinta es mínima; sin

embargo, son ricas en magnesio, cloro, calcio e incluso hierro - muy destacado en las de robledos de la sierra madrileña-, minerales que dependen de la composición del suelo de donde crezca el árbol.

La media de concentración de agallas en las recetas documentadas es de  $41\pm 10\%$  y podemos confirmar que su contenido en la formulación es directamente proporcional al de la goma; dependencia que resulta menos acusada respecto al sulfato metálico ya que se advierte una relación más débil entre las variables.

Tan fundamentales como los taninos resultan en las formulaciones de tinta los sulfatos metálicos, que según especifican la fuentes escritas podían ser de hierro, de cobre o de zinc. Es difícil dilucidar a partir de los documentos la utilización de uno u otro porque la nomenclatura es confusa y aplica a menudo el mismo término a sales metálicas diferentes. Aunque el más utilizado es el sulfato de hierro, conocemos el empleo del sulfato de cobre no solo por las referencias escritas sino también por el análisis que efectuamos a tintas marroquíes procedentes de manuscritos de Mequinez, así como por estudios de tintas del Archivo Nacional de México elaborados por un equipo mexicano y estadounidense. En todas ellas se advierte que el sulfato de cobre aparece siempre en combinación con el sulfato de hierro, nunca en ausencia de este. Menos información existe respecto al uso del zinc como ingrediente metálico principal, por lo que decidimos elaborar una tinta con esta peculiaridad. Comprobamos que el resultado era fallido, hasta que la adición de una pequeña proporción de sulfato de hierro consiguió el negro deseado del compuesto.

En el estudio de las recetas hemos podido constatar que la proporción de sulfato de hierro empleado en la elaboración de las tintas es mayor en aquellas cuyo solvente es agua que en las confeccionadas con vino. En el siglo XVII vemos que, sea cual sea el solvente, se rebaja el contenido de la sal metálica.

La media de concentración de sulfato de hierro que ofrecen las recetas documentadas es de  $36,6 \pm 7,6\%$ , pero hemos localizado una receta procedente del archivo de la Colegiata de Xàtiva según la cual con solo el 10% de esta sal metálica se podría confeccionar tinta. El negro resultante de la adición del sulfato de hierro a la maceración de las agallas es similar tanto si se disuelve en vino como en agua, pero hemos podido verificar que una vez aplicadas sobre un papel antiguo la tinta elaborada con vino es de un negro más intenso.

El comercio de este compuesto es mucho más variado que el de las agallas. En el siglo XV se prefería el romano -en referencia a la zona del Mediterráneo oriental- o el de Ávila; en el siglo XVI el de *Romania* -también como el Levante mediterráneo- y de Flandes; en el siglo XVII se pone en circulación el "Sevillano" o "Montalbano", posiblemente de las famosas minas de Riotinto que, como señala un documento de mediados del quinientos, usaban los habitantes de la zona para pagar los impuestos al arzobispo de Sevilla. En el siglo XVIII se recomienda la calidad de los sulfatos de Inglaterra y de Chipre.

Hemos podido comprobar experimentalmente que la detección del sulfato de hierro en las tintas va disminuyendo de forma patente desde el momento de su elaboración y aplicación en el papel y conforme transcurre el tiempo (en nuestro caso pocos meses). Cabe, pues, suponer que en las

muestras que hemos extraído de los archivos valencianos -con cinco siglos de media de antigüedad- la aportación de sulfato de hierro inicial variará mucho respecto a la que nos ha llegado. La importancia de este hecho nos ha llevado a iniciar una investigación en la Universidad Pablo de Olavide con microdifracción de rayos X. También resulta significativo el hecho de que añadir más sulfato de hierro a una receta aumente los porcentajes de detección del azufre y del hierro a la vez que disminuye la del resto de elementos metálicos hasta hacerlos prácticamente imperceptibles. Hemos observado, además, que la concentración de hierro y de zinc aumenta con la adición de la goma a la tinta.

La goma arábiga es el ingrediente que aporta la cohesión y viscosidad a la tinta. Aunque se califica muy a menudo como arábiga, sabemos que no siempre era de esta calidad, pero los análisis realizados con SEM-EDX no nos permiten determinar la naturaleza de esta sustancia orgánica. Ya hemos comentado a lo largo de este trabajo el aumento de concentración de hierro y zinc que supone la adición de la goma en los experimentos realizados, así como un ligero aumento de la concentración de potasio, prácticamente insignificante. Esto contradice las referencias bibliográficas que señalan a la goma como el ingrediente -de entre los principales- que más potasio aporta a la tinta. Otros elementos metálicos que nos muestra la goma son calcio, magnesio, hierro y cobre, pero en cantidades muy pequeñas.

El uso de este polisacárido de origen natural se remonta a las recetas más antiguas árabes; se evidencia en las estadísticas que el porcentaje de este material en la mezcla era



mayor cuando se utilizaba el vino como solvente, quizá porque evitaba la rápida evaporación del alcohol. La media de empleo en las recetas estudiadas es de  $19,1 \pm 9,5\%$  y aunque los datos reflejan una utilización muy similar, algunas recetas señalan circunstancias específicas en las que era mejor prescindir de este ingrediente: en verano, en caso de tener que transportarse, o cuando los usuarios eran niños. Incluso algunos autores dicen que podría ser reemplazada por cortezas de granada.

Precisamente este fruto es, dentro de los aditivos, uno de los ingredientes más habituales en las tintas de los reinos peninsulares -aunque su poder de tinción al mezclarse con el sulfato de hierro se conocía ya desde la Antigüedad-. De entrada, las fuentes andalusíes indican el uso del zumo frente al de la corteza, que será más habitual en las recetas en época cristiana. Al realizar las tintas siguiendo el dictado de las recetas de Tuhaf comprobamos que la adición de zumo de granada origina un color más violáceo y brillante en el momento mismo de su aplicación, aunque al secado resulta similar a las demás; y que, inusitadamente, tarda casi siete días en secar. Este hecho nos llevó a pensar que podría existir un error de traducción o incluso de proporciones. De hecho, tras consultar recientemente con un estudioso marroquí del libro en el Norte de África hemos sabido que actualmente en Fez se sigue utilizando para teñir las pieles un producto llamado “agua de granada”, derivado de la rehidratación de cortezas secas de granada. Quizá el “zumo” que aparece en las traducciones españolas de recetas árabes se podría corresponder en realidad con el “agua de granada”, lo que tendría más justificación dado

que la rehidratación de las cortezas comporta un proceso de extracción de taninos.

Hemos comentado en el capítulo correspondiente que los solventes que se indican en las formulaciones metalogógicas pueden consistir en agua -generalmente de pozo, lluvia o río-, en vino -casi siempre blanco- o en una mezcla de ambos. La constatación estadística de que durante el siglo XVI se da un auge en la recomendación del vino como solvente nos llevó a considerar su posible vínculo con la gran degradación por oxidación que presentan las tintas en los manuscritos valencianos de este siglo. En un primer momento pensamos que el bajo pH del vino haría desarrollar más rápidamente la hidrólisis ácida de la celulosa; pero al tomar la medida con el peachímetro en tintas que elaboramos con los distintos solventes -y en cada fase de su proceso- pudimos comprobar que el pH de todas ellas era igualmente cercano a 3. Actualmente estamos colaborando en una investigación para detectar (mediante cromatografía líquida con espectrometría de masas acopladas en tándem) la presencia de determinados ácidos en muestras de tinta antiguas que nos permitan evidenciar si fueron elaboradas con vino y cotejar estos datos con su nivel de degradación. Cuando avancemos la investigación y analicemos un número de muestras suficientemente representativo esperamos obtener datos más concluyentes sobre este asunto. En cuanto a las tintas valencianas documentadas podemos observar un uso del vino blanco más acentuado que en las restantes, si bien a partir del siglo XVII siguen la misma pauta que ellas al sustituirlo por agua.

Continuando con las pruebas sobre el comportamiento de los posibles solventes hemos podido verificar que al aplicar tres tintas elaboradas con agua, vino, y una mezcla de ambos, respectivamente, se extiende un halo alrededor de la letra, visible inmediatamente e imperceptible cuando se seca. El mayor halo se observa en la tinta con agua, disminuye en la tinta con mezcla de agua y vino y se reduce todavía más en la de vino solo. Por lo que sabemos, el alcohol se usa como humectante para favorecer la penetración de las sustancias con mayor tensión superficial como él y además se evapora rápidamente, lo que podría justificar este efecto en el halo de la tinta. Curiosamente, el halo más ostensible se originó cuando experimentamos con una tinta en la que añadimos al agua zumo de granada. Desapareció con el secado pero tras someter la muestra a un envejecimiento acelerado -5 meses a 40°C y 60% de humedad relativa- se reveló de nuevo el halo y con más color. Por lo tanto, desde el momento en que se deposita la tinta en el papel se produce un trasvase de líquido alrededor de la letra, más o menos importante en función del solvente, que al oxidarse con el tiempo adquiere un tono marrón anaranjado similar al de la tinta de las letras.

Un componente orgánico que nos ha sorprendido al estudiarlo es el mirto o arrayán. De nuevo es una receta andalusí la que nos ofrece las primeras pistas del uso de esta planta al incluir sus hojas cocidas entre sus ingredientes. Al poner en práctica la receta e introducir el mirto en una maceración de agallas en agua observamos el impresionante poder de tinción de estas pequeñas hojas. Además, al realizar los análisis con el SEM-EDX comprobamos que la concentración de potasio que aporta este vegetal a la tinta es mucho mayor

que la que aportan la goma o las agallas, quizá porque contenga una mayor concentración de taninos -asunto que dejamos pendiente para estudios futuros-. Ninguna de las 159 recetas documentadas restantes vuelve a nombrar este compuesto; curiosamente hemos encontrado noticias en el legajo de la catedral de Valencia que recoge las cuentas del archivo entre 1701 y 1707, donde se menciona el *aigua de murta pera refrescar els tinters*. Desconocemos el cometido exacto del producto en este contexto, pero dadas sus propiedades (odorizantes y antisépticas además de tintóreas), lo más probable es que se usara para conferir buen olor a la tinta, oscurecerla, reaprovechar los posos o limpiar y desodorizar los tinteros.

A través de las fuentes escritas hemos podido comprobar una generalizada semejanza en los procesos de preparación de las tintas negras de escritura. Los pasos básicos eran: maceración de las agallas en agua o en vino; elevación de la temperatura, bien por cocción o exposición al sol; adición del sulfato metálico; filtrado, y finalmente envasado en recipientes de plomo, vidrio, piel, barro y otros. Donde se observan más diferencias es en la duración de la exposición al sol que puede oscilar entre un día y un mes, sin que esto parezca tener relación con ninguna variable, ni geográfica ni temporal. Con el transcurso del tiempo se van sumando cada vez más aditivos sin regla fija en cuanto al momento de su incorporación.

Una de las líneas de trabajo más interesantes ha consistido en el análisis científico de 989 muestras de tintas procedentes de 36 archivos valencianos. Las limitaciones del SEM-EDX nos impiden investigar los compuestos orgánicos y

delimitar un área exacta de la muestra introducida para que en todas se mida la misma área; pese a ello hemos podido constatar que se trata de un sistema adecuado para el estudio sistemático de los elementos inorgánicos presentes en las tintas metalogálicas.

Uno de los objetivos de esta tesis era realizar un muestreo del estado de conservación de los archivos de la Comunidad Valenciana que contuvieran documentación anterior a 1600. Así pues, en el momento de la toma de muestras registramos igualmente si el estado de oxidación de la tinta había alcanzado el grado de perforación del soporte y pudimos comprobar que en el 37,1% de los casos se daba esta situación. No hemos podido determinar a través del análisis semicuantitativo de los componentes si la mayor presencia de algún elemento inorgánico podría ser la causa; únicamente hemos podido observar que los municipios donde más se agrava esta situación se localizan principalmente en el sur de la provincia de Valencia y en algunos archivos de la provincia de Alicante. Así, los archivos con un estado de conservación más deficiente son los de Sax (88,88% de soportes perforados), Gandía (88%) y Alicante (84%) seguidos de Monforte del Cid, Pego, Denia, Sueca, Xàtiva e Ibi (50%).

Incidimos en el estudio de las muestras del archivo de Sax por ser el que presentaba el mayor porcentaje de muestras en mal estado y por la particularidad de ser un registro de una localidad fronteriza durante varios siglos y que perteneció a la Corona de Castilla, lo que hizo que confluyeran en él documentos de muy diversas procedencias como Madrid, Albacete, Toledo, etc. Al repasar los resultados

semicuantitativos de la zona de Albacete (Almansa, Chinchilla, Corral Rubio, La Roda y San Clemente) se advierte que las concentraciones de sodio y potasio son relativamente altas respecto a las demás y, como hemos visto en el desarrollo de esta tesis, el sodio es el elemento que influye más directamente en la oxidación de las tintas si aumenta la concentración en ellas o en el papel. En relación a las tintas madrileñas la concentración de potasio destaca respecto a la media general. El número de muestras de este archivo es elevado, por lo que podemos considerar nuestras estimaciones bastante significativas. Finalmente, si atendemos a la comparación que se ha efectuado de la presencia de los elementos inorgánicos principales en todas las muestras, obtenemos datos aberrantes en las relaciones de hierro/potasio, hierro/calcio y calcio/potasio coincidentes en este archivo.

Otro aspecto de nuestra investigación consistió en evaluar el estado de conservación de las tintas según su datación. Advertimos que en el siglo XIII, en que la escritura se realizaba sobre el grueso papel andalusí, el estado de conservación es muy bueno en general, pues sólo el 2% presenta problemas de perforación. A la vez, los análisis reflejan una menor concentración de hierro que en siglos posteriores, elemento de por sí corrosivo y que acelera el proceso de oxidación. Pese a esta correlación, no podemos extraer conclusiones tajantes porque se trata de un período con escaso número de muestras y de recetas documentadas.

Entre 1350 y 1450 los resultados de los análisis revelan niveles de concentración de hierro mayores que los anteriores. Oscilan entre el 11% y 23% mientras que en las estadísticas de

recetas documentadas del mismo período hemos obtenido resultados del  $36,6 \pm 7,6\%$ ; esta diferencia se explicaría porque, tal como hemos comentado, el rastro del hierro va disminuyendo tan solo a unos meses de aplicar las tintas.

En el siglo XV se ha sustituido ya completamente el uso del papel andalusí por el de factura a la italiana, y sigue aumentando la proporción de tintas oxidadas hasta un nivel máximo del 19%; pero es en siglo XVI cuando el problema del deterioro a causa de la oxidación de las tintas aumenta considerablemente (47% de las muestras extraídas en mal estado), lo que coincide con el uso más generalizado del vino como solvente y el detrimento en la calidad del papel italiano que se usaba. En cualquier caso hay que puntualizar que el mayor número de muestras recogidas pertenecen a este período por lo que también aumenta la posibilidad de encontrar este problema. En los estudios que se han realizado comparando la concentración de potasio con la de calcio y la de hierro, las muestras de este siglo son las más abundantes entre las aberrantes.

Ya en el siglo XVII los resultados nos brindan nuevamente un mejor panorama, dado que la proporción de tintas en mal estado baja al 28%, aunque hay que tener en cuenta que también se vuelve a reducir el número de muestras disponible. Se observa en este momento un aumento paulatino de la presencia de hierro, quizá por la incorporación de nuevos ingredientes o aditivos que contendrían este metal en su composición. Estos datos contradicen la relación directa que se viene aceptando sobre la existencia del hierro y la oxidación de

la tinta, por lo que quizá cabría buscar otros factores como la acción de los ácidos provenientes de componentes orgánicos.

En una visión general de las 989 muestras analizadas no podemos advertir un patrón geográfico que pueda aplicarse a la utilización de un tipo de sulfato o ingrediente, ni una datación concreta que pudiera relacionarse con las proporciones medias ofrecidas por dichas muestras.

Respecto al análisis de comparación de proporción por dualidad de elementos, podemos afirmar que no existe una relación estadísticamente significativa entre el hierro y el potasio -ni por fechas ni en relación a los diferentes archivos-; de la misma manera que entre el calcio con el zinc y el cobre, o entre estos dos últimos. Sin embargo, del zinc y el cobre podemos decir que hay muy poco contenido en las muestras valencianas y una correspondencia lineal en su concentración, lo que muestra la intencionalidad del uso de un mismo mineral, que en este caso sería un sulfato de hierro bastante purificado. Tan solo en el caso del potasio y calcio existe una relación estadísticamente significativa en conjunto, pero determinados archivos (Alicante y Sax) presentan acusadas diferencias respecto a los otros. Por lo que se refiere a la relación entre el hierro y el calcio, esta se sitúa siempre en valores bajos y se trata de una composición homogénea -que corresponde al 97% de los valores- pero con un coeficiente de variación muy grande, cercano al 81%.

Al final de estas reflexiones queremos añadir unos datos que hemos podido obtener de un estudio de probabilidad en el que se han valorado (con las limitaciones del sistema SEM-EDX, entre ellas la semicuantificación) la concentración de cada uno



de los elementos en función del estado de conservación de las tintas -que sería malo en las tintas en estado avanzado de oxidación que han perforado el papel, y bueno en el resto-. Así, hemos determinado que el elemento que mayor daño provoca a las tintas es el sodio, que se oxida fácilmente en presencia del aire y es muy alcalino, lo que podría desencadenar una hidrólisis alcalina. Además, los resultados confirman que el hierro también intensifica este deterioro y, en menor medida, el magnesio, el azufre -relacionado directamente con el hierro porque se añade a la tinta en forma de sulfato de hierro-, el cloro y el potasio.

Desde el punto de vista de los factores favorables a la conservación, lo que más contribuye a la estabilidad de la tinta es la mayor concentración de calcio, y en mucha menor medida de manganeso y silicio. El resto de elementos -aluminio, potasio, cobre y zinc- no suponen una tendencia determinada. No obstante, cabe recordar que el cobre y el zinc guardan una relación directa entre ellos y aunque no están presentes en gran medida en las tintas valencianas, sabemos por otros estudios vecinos del deterioro que provoca el cobre.

No estaría completo este capítulo sin mencionar la aportación de las fuentes iconográficas donde los historiadores del arte nos brindan su trabajo. Las imágenes de escribanos nos han dado la clave de cuáles eran los instrumentos de escritura, las posturas, el mobiliario e incluso estatus social que ostentaban. Especialmente interesantes nos han resultado los aspectos más directamente relacionados con las tintas y los soportes, como las ilustraciones y comentarios sobre las puntas de las plumas, la inclinación de los pupitres, los secantes y

tinteros, pues nos permiten ratificar que la difusión de las tintas metalógicas fue de la mano de nuevos instrumentos, soportes, oficios, e incluso modas caligráficas, condicionándose mutuamente. No podemos evitar, al observar estas imágenes, trasladarlas a aquellos escribanos de notarías y archivos cuyos manuscritos manejamos a diario en nuestra labor de restauración y han motivado la elaboración de esta tesis.

El rastreo de las fuentes primarias y secundarias resulta imprescindible para tener noticia de los componentes de las tintas, pero es necesaria una fase analítica para ratificar lo que apunta la documentación.

la historia y la ciencia  
han de caminar juntas



# **Bibliografía**

---



## Capítulo 1

## Capítulo 2: Estado de la cuestión

### 2.1. Las fuentes escritas

- Aceto, M., Agostino, A., Fenoglio, G., Baraldi, P., Zannini, P., Hofmann, C. and Gamillscheg, E. 2012. "First analytical evidences of precious colorants on Mediterranean illuminated manuscripts." *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*.
- Al-Abbadí, H.M. 2005. *Las Artes del libro en Al-Andalus y el Magreb*. Madrid: Ediciones El Viso.
- Alisent, A. 1969. "Persistència de la fórmula medieval de la tinta." *Estudis d'Història Medieval* 1: 137-139.
- Arvide Cambra, L. M. 2001. "Un ejemplo de medicina práctica en al-Andalus: el Tratado XIX del Kitab al-tasrif de Abu-l-Qasim al-Zahrawi (c. 936-c. 1013)." *Dynamis: Acta Hispanica ad Medicinam Scientiarumque Historiam Illustrandam*: 73-91.
- Baldaqui Escandell, R., Marínez Español, G. 2013. *IX Congreso Nacional de Historia del Papel en España*. Madrid.
- Baraldi, P., Moscardi, G., Bensi, P., Aceto, M. and Tassi, L. 2009. "An investigation of the palette and techniques of some high medieval codices by Raman microscopy." *Preservation Science* 6: 163-168.
- Biddle, M. 2011. "Inks in the Islamic Manuscripts of Northern Nigeria. Old recipes, Modern Analysis and Medicine " *Journal of Islamic Manuscripts* 2: 1-35.
- Cárcel, M.M.; Trenchs, J. 1979. "La tinta y su composición. Cuatro recetas valencianas (siglos XV-XVII)." *Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos*.
- Caunedo del Potro, B.; Córdoba de la Llave, R. 2004. "Oficios urbanos y desarrollo de la ciencia y de la técnica en la Baja Edad Media: la Corona de Castilla." *Norba. Revista de Historia* 17:41-68.
- Ceres, G. 2006. *Trattamenti su carte contenti inchiostri metallo-gallici: cenni storici e studio di fattibilità di un nuovo trattamento. Utilizzo di bromuri di alchilimidazolio (precursori di liquidi ionici)*. Metodi e tecnologie per la conservazione e il restauro di beni librari. Tesis doctoral. Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Roma.
- Clarke, M. 2001. *The Art of All Colours: Mediaeval Recipe Books for Painters and Illuminators*: Archetype.

- Córdoba de la Llave, R. 2005. "Un recetario técnico castellano del siglo XV: el manuscrito H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier." *España Medieval* 28: 7-48.
- Córdoba de la Llave, R.; Criado Vega, M. T. 2011. "Recetas castellanas de tinta de escritura de los siglos XV-XVI." *I Congreso Internacional: El soporte escritor en la Edad Media*, Diputación de Valencia.
- Cordoba, R. 2014. *Craft Treatises and Handbooks: The Dissemination of Technical Knowledge in the Middle Ages*: Brepols Publishers.
- Criado Vega, T. 2012. *Tratados y recetarios de técnica industrial en al España medieval. La Corona de Castilla, siglos XV - XVI*. Tesis doctoral. Facultad de filosofía y letras, Universidad de Córdoba, Córdoba.
- Degrassi, D. 2005. "La trasmissione dei saperi nel medioevo (secoli XII-XV)." *19 Convegno Internazionale di studi tenuto a Pistoia, 2003*. Pistoia: Centro Italiano studi di storia e d'arte. Pistoia
- Gambaro, A., Ganzerla, R., Fantin, M., Cappelletto, E., Piazza, R. and Cairns, W. R. L. 2009. "Study of 19th century inks from archives in the Palazzo Ducale (Venice, Italy) using various analytical techniques." *Microchemical Journal* 91: 202-208.
- González-García, S., López-Montes, A. and Espejo-Arias, T. 2014. "The use of writing inks in 12th–19th century Arabic manuscripts: A study of the collection of the School of Arabic Studies, Granada (Spain)." *Science, Technology and Cultural Heritage*: 109.
- Kolar, J., Strlic, M., Budnar, M., Malesic, J., Selih, V. S., Simcic, J. 2003. "Stabilisation os corrosive iron gall inks." *Acta Chim. Slov.* 50: 763-770.
- Kroustallis, S. 2002. "Escribir en el siglo XVI: recetas de la tinta negra española." *Boletín de la Real Sociedad Económica Matritense de Amigos del País* 48: 99-112.
- . 2003. "La tinta negra ferrotánica: a propósito de las fuentes." Pp. 579-584 in *V Congreso Nacional de Historia del Papel*. Gerona.
- . 2007. "Pergaminería: El oficio de pergaminería y el Reglamento del Scriptorium del Monasterio de Ntra. Sra. de Guadalupe." *El Libro de los oficios del Monasterio de Nuestra Señora de Guadalupe*, vol. II, edited by M. d. Cultura. Madrid: 238-259.
- . 2008. "Los recetarios medievales de tecnología artística." *Art technology: sources and methods: proceedings of the second symposium of the Art Technological Source Research working group*: Antique Collectors Club Ltd.
- . 2011. "Binding media in medieval manuscript illumination: a source research colour in medieval written sources." *Revista de História da Arte: medieval colours: between beauty and meaning* 1, : 112-125.



- . 2011. "Quomodo decoretur pictura librorum: materiales y técnicas de la iluminación medieval." *Anuario de estudios medievales* 41: 775-802.
- Millares Carlo, A. 1981. *Introducción a la historia del libro y las bibliotecas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Mut Calafell, A. 1989. "Nuevas aportaciones sobre la tinta en Mallorca." *Mayurqa* 22: 849-864.
- . 1986. "Recetas mallorquinas de tinta y de goma glasa, de los siglos Xv al XVIII." in *Homenaje a D. Jesús García Pastor, bibliotecario*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura, Direcció General de Cultura.
- . 1992. "Fórmulas españolas de la tinta caligráfica negra de los siglos XIII a XIX y otras relacionadas con la tinta." *El papel y las tintas en la transmisión de la información. I Jornadas archivísticas*. Huelva:103-183.
- . 1994. *Fórmulas españolas de la tinta caligráfica negra de los siglos XIII a XIX y otras relacionadas con la tinta (reavivar escritos, contra las manchas y goma glasa)*: Diputación Provincial de Huelva.
- . 2001. "Fórmulas españolas de tintas caligráficas de color rojo y azul, de los siglos XVI a XIX." *IV Congreso Nacional de Historia del Papel en España: Actas*: 471-482
- . 2005. "Fórmules espanyoles de tinta caligràfica de color groc (Segles XVI-XIX)." *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana: Revista d'estudis històrics*: 143-162.
- Barragán Nieto, J. P. 2011. "Los libros de secretos medievales." *Sabiduría simbólica y enigmática en la literatura grecolatina*: Tecnos: 303-316.
- Remaizelles, C., Rouchon-Quillet, V., Bernard, J., Calligaro, T., Dran, J.C., Pichon, L., Salomon, J. and Eveno, M. 2005. "Influence of gum arabic on iron-gall ink Corrosion. Part II: Observation and elemental analysis of originals." *Restaurator* 26: 118-133.
- Rodríguez Díaz, E.E. 2002. "Técnicas de escritura y del libro manuscrito." *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla II*: 589-617.
- Rodríguez Ruiz, D. 1995. "El color negro." *Los diez libros de arquitectura de marco Lucio Vitrubio Polión*. Madrid.
- Sistach, C.; Ferrer, N. 2011. "Tintas negras: descripción de componentes y procesos de degradación de manuscritos." *I Congreso Internacional. El soporte escritor en la Edad Media. El protagonismo de la villa de Xàtiva*, Diputación de Valencia.
- Tosatti, S. B. 2007. *Trattati medievali di tecniche artistiche*. Milano. Jaca Book.

Zerdoun Bat-Yahouda, M. 1983. *Le encres noires au Moyen Âge (jusqu'à 1600)*. Paris: CNRS Editions.

## 2.2. Análisis físico químicos en libros y material de archivo

- Aalderink, B.J., M.E., Klein, R. Padoan, G., De Bruni, and Steemes, T. 2008. "Quantitative Hyperspectral Imaging Technique for Condition Assessment and Monitoring of Historical Documents." in *9th International Conference on NDT of Art*. Jerusalem Israel.
- Aceto, M., Agostino, A., Boccaleri, E., Crivello, F. and Garlanda, A.C. 2006. "Evidence for the degradation of an alloy pigment on an ancient Italian manuscript." *Journal of Raman Spectroscopy* 37:1160-1170.
- Aceto, M., Agostino, A., Boccaleri, E. and Garlanda, A. C.. 2008. "The Vercelli Gospels laid open: an investigation into the inks used to write the oldest Gospels in Latin." *X-Ray Spectrometry* 37:286-292.
- Aceto, M., Agostino, A., Fenoglio, G., Baraldi, P., Zannini, P., Hofmann, C. and Gamillscheg, E. 2012a. "First analytical evidences of precious colorants on Mediterranean illuminated manuscripts." *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*.
- Aceto, M., Agostino, A., Fenoglio, G., Gulmini, M., Bianco, V. and Pellizzi, E. 2012b. "Non invasive analysis of miniature paintings: Proposal for an analytical protocol." *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 91:352-359.
- Al-Abadi, H.M. 2005. *Las Artes del libro en Al-Andalus y el Magreb*. Madrid: Ediciones El Viso.
- Alisent, A. 1969. "Persistència dela fórmula medieval de la tinta." *Estudis d'Història Medieval* 1:137-139.
- Alcántara García, J., Ruvalcaba Sil, J. L. and Meeren, M. V. 2014a. "XRF Study of Mexican Iron Gall Inks: Historical and Geographical Overview of their Chemistry." *MRS Online Proceedings Library* 1618:31-41.
- Andalò, C., Bicchieri, M., Bocchini, P., Casu, G., Galletti, G. C, Mandò, P. A., Nardone, M., Sodo, A. and Plossi Zappalà, M. 2001. "The beautiful "Trionfo d'Amore" attributed to Botticelli: a chemical characterisation by proton-induced X-ray emission and micro-Raman spectroscopy." *Analytica Chimica Acta* 429:279-286.

- Arčon, I., Kolar, J., Kodre, A., Hanžel, D. and Strlič, M. 2007. "XANES analysis of Fe valence in iron gall inks." *X-Ray Spectrometry* 36:199-205.
- Arvide Cambra, L. M. 2001. "Un ejemplo de medicina práctica en al-Andalus: el Tratado XIX del Kitab al-tasrif de Abu-l-Qasim al-Zahrawi (c. 936-c. 1013)." *Dynamis: Acta Hispanica ad Medicinae Scientiarumque Historiam Illustrandam*:73-91.
- Badea, E., Miu, L., Budrugaec, P., Giurginca, M., Mašić, A., Badea, N. and Della Gatta, G. 2008. "Study of deterioration of historical parchments by various thermal analysis techniques complemented by SEM, FTIR, UV-Vis-NIR and unilateral NMR investigations." *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 91:17-27.
- Bakkali, A. El, Lamhasni, T., Ait Lyazidi, S., Haddad, M., Rosi, F., Miliani, C., Sánchez-Cortés, S., and El Rhaiti, M. 2014. "Assessment of a multi-technical non-invasive approach for the typology of inks, dyes and pigments in two nineteenth's century ancient Manuscripts of Morocco." *Vibrational Spectroscopy*.
- Baldaqui Escandell, R., Marínez Español, G. 2013. in *IX Congreso Nacional de Historia del Papel en España*. Madrid.
- Baraldi, P., Moscardi, G., Bensi, P., Aceto, M. and Tassi, L. 2009. "An investigation of the palette and techniques of some high medieval codices by Raman microscopy." *Preservation Science* 6:163-168.
- Bardon, T., May, R. K., Taday, P. and Strlič, M. 2013. "Systematic study of terahertz time-domain spectra of historically informed black inks." *Analyst* 138:4859-4869.
- Bataglia, M.; Alidori Bataglia, M.; Celestre, R.; Denes, P.; Doerning, D.; Kim, T.S.; Zalusly, S. 2011. "The application of SR-XRF to the analysis of manuscript illumination. A case of study." *Revista de História da Arte. Medieval Colours between beauty and meaning*, pp. 243-250.
- Belhadj, O, Phan Tan Luu, C., Jacobi, E., Meslet-Struyve, S., Vez, S., Reissland, B., and Rouchon, V. 2014. "The Dutch Fe-Migration Mending Test." *Journal of PaperConservation Vol* 15:9.
- Bersani, D., Lottici, P.P., Vignali, F. and Zanichelli, G.. 2006. "A study of medieval illuminated manuscripts by means of portable Raman equipments." *Journal of Raman Spectroscopy* 37:1012-1018.
- Bersani, D. and Madariaga, J. M. 2012. "Applications of Raman spectroscopy in art and archaeology." *Journal of Raman Spectroscopy*:n/a-n/a.
- Bicchieri, M., Monti, M., Piantanida, G., Pinzari, F., Iannuccelli, S., Sotgiu, S. and Tireni, L. 2012. "The Indian drawings of the poet Cesare Pascarella: non-destructive analyses and conservation treatments." *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 402:1517-1528.

- Bicchieri, M., Monti, M., Piantanida, G., Pinzari, F. and Sodo, A. 2011. "Non-destructive spectroscopic characterization of parchment documents." *Vibrational Spectroscopy* 55:267-272.
- Bicchieri, M., Monti, M., Piantanida, G. and Sodo, A. 2008. "All that is iron-ink is not always iron-gall!" *Journal of Raman Spectroscopy* 39:1074-1078.
- Bicchieri, M., Sodo, A., Piantanida, G. and Coluzza, C. 2006. "Analysis of degraded papers by non-destructive spectroscopic techniques." *Journal of Raman Spectroscopy* 37:1186-1192.
- Bicchieri, M. 2014. "The purple Codex Rossanensis: spectroscopic characterization and first evidence of the use of the elderberry lake in a 6th century manuscript." *arXiv preprint arXiv:1404.6414*.
- Bicchieri, M., Monti, M., Piantanida, G. and Sodo, A. 2013. "Non-destructive spectroscopic investigation on historic Yemenite scriptorial fragments: evidence of different degradation and recipes for iron tannic inks." *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 405:2713-2721.
- Bicchieri, M., Nardone, M. and Sodo, A. 2000. "Application of micro-Raman spectroscopy to the study of an illuminated medieval manuscript." *Journal of Cultural Heritage* 1, Supplement 1:S277-S279.
- Biddle, M. 2011. "Inks in the Islamic Manuscripts of Northern Nigeria. Old recipes, Modern Analysis and Medicine " *Journal of Islamic Manuscripts* 2:1-35.
- Bioletti, S., Leahy, R., Fields, J., Meehan, B. and Blau, W. 2009. "The examination of the Book of Kells using micro-Raman spectroscopy." *Journal of Raman Spectroscopy* 40:1043-1049.
- Blümich, B., Anferova, S., Sharma, S., Segre, A. and Federici, C. 2003. "Degradation of historical paper: nondestructive analysis by the NMR-MOUSE." *Journal of Magnetic Resonance* 161:204-209.
- Brown, K. L.; Clark, R. J.H. 2002. "Analysis of Pigmentary materials on the Vinland Map and Tartar Relation by Raman Microprobe Spectroscopy." *Analytical Chemistry* 74:3659-3661.
- Bruni, S., Caglio, S., Guglielmi, V. and Poldi, G. 2008. "The joined use of ni spectroscopic analyses—FTIR, Raman, visible reflectance spectrometry and EDXRF—to study drawings and illuminated manuscripts." *Applied Physics A: Materials Science & Processing* 92:103-108.
- Bruni, S., Cariati, F., Casadio, F. and Guglielmi, V. 2001. "Micro-Raman identification of the palette of a precious XVI century illuminated Persian codex." *Journal of Cultural Heritage* 2:291-296.
- Budnar, M., Simčič, J., Rupnik, Z., Uršič, M., Pelicon, P., Kolar, J. and Strlič, M. 2004. "In-air PIXE set-up for automatic analysis of historical document inks." *Nuclear Instruments and Methods in Physics*

- Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 219:41-47.
- Budnar, M., Uršič, M., Simčič, J., Pelicon, P., Kolar, J., Šelih, V.S. and Strlič, M. 2006. "Analysis of iron gall inks by PIXE." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 243:407-416.
- Budnar, M., Vodopivec, J., Mandò, P.A., Lucarelli, F., Casu, G. and Signorini, O. 2001. "Distribution of chemical elements of iron-gall ink writing studied by the PIXE method." *Restaurator* 22:228-241.
- Bulska, E., Wagner, B. and Sawicki, M.G. 2001. "Investigation of Complexation and Solid-liquid Extraction of Iron from Paper by UV/VIS and Atomic Absorption Spectrometry." *Microchimica Acta* 136:61-66.
- Burgaud, C., Rouchon, V., Refait, P. and Wattiaux, A. 2008. "Mössbauer spectrometry applied to the study of laboratory samples made of iron gall ink." *Applied Physics A: Materials Science & Processing* 92:257-262.
- Burgio, L., Clark, R.J.H. and Hark, R.R. 2010. "Raman microscopy and x-ray fluorescence analysis of pigments on medieval and Renaissance Italian manuscript cuttings." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107:5726-5731.
- Burgio, L.; Clark, R. J. H., Muralha, V. S. F. and Stanley, T. 2008. "Pigment analysis by Raman microscopy of the non-figurative illumination in 16th- to 18th-century Islamic manuscripts." *JOURNAL OF RAMAN SPECTROSCOPY* 39:1482-1493.
- Burgio, L.; Clark, R. J.H.; Hark, Richard R. 2010. "Raman microscopy and x-ray fluorescence analysis of pigments on medieval and Renaissance Italian manuscript cutting." *PNAS* 107:5726-5731.
- Burgio, L., Dan, A. Ciomartan, and Clark, R. J. H. 1997. "Pigment identification on medieval manuscripts, paintings and other artefacts by Raman microscopy: applications to the study of three German manuscripts." *Journal of Molecular Structure* 405:1-11.
- Buti, D., Domenici, D., Miliani, C., García Sáiz, C., Gómez Espinoza, T., Jiménez Villalba, F., Verde Casanova, A., Sabía de la Mata, A., Romani, A., Presciutti, F., Doherty, B., Brunetti, B. G. and Sgamellotti, A. 2014. "Non-invasive investigation of a pre-Hispanic Maya screenfold book: the Madrid Codex." *Journal of Archaeological Science* 42:166-178.
- Calvini, P., A. Gorassini, and R. Chiggiato. 2006. "Fourier transform infrared analysis of some Japanese papers." *Restaurator* 27:81-89.
- Calvini, P.; Silveira, M. 2008. "FTIR analysis of naturally aged FeCl<sub>3</sub> and CoCl<sub>2</sub>-doped cellulose papers." *e-Preservation Science* 5:1-8.

- Cárcel, M.M.; Trenchs Ordina, J. 1979. "La tinta y su composición. Cuatro recetas valencianas (siglos XV-XVII)." *Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos*.
- Carrarini, R., Casetti Brach, C. 2006. *Restauri e analisi diagnostiche* Edited by L. e. carte. Roma: Gangemi Editore.
- Casieri, C., Bubici, S., Viola, I. and De Luca, F. 2004. "A low-resolution non-invasive NMR characterization of ancient paper." *Solid State Nuclear Magnetic Resonance* 26:65-73.
- Casieria, C., Bubicia, S., Violab, I., Luca, F.D. 2004. "A low-resolution noninvasive NMR characterization of ancient paper." *Solid State Nuclear Magnetic Resonance* 26:65-73.
- Castro, K., Pessanha, S., Proietti, N., Princi, E., Capitani, D., Carvalho, M.L. and Madariaga, J.M. 2008. "Noninvasive and nondestructive NMR, Raman and XRF analysis of a Blaeu coloured map from the seventeenth century." *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 391:433-441.
- Castro, K., Proietti, N., Princi, E., Pessanha, S., Carvalho, M.L., Vicini, S., Capitani, D. and Madariaga, J.M. 2008. "Analysis of a coloured Dutch map from the eighteenth century: The need for a multi-analytical spectroscopic approach using portable instrumentation." *Analytica Chimica Acta* 623:187-194.
- Castro, R., Pozzi, F., Leona, M. and Melo, M. J. 2014. "Combining SERS and microspectrofluorimetry with historically accurate reconstructions for the characterization of lac dye paints in medieval manuscript illuminations." *Journal of Raman Spectroscopy* 45:1172-1179.
- Caunedo del Potro, B.; Córdoba de la Llave, R. 2004. "Oficios urbanos y desarrollo de la ciencia y de la técnica en la Baja Edad Media: la Corona de Castilla." *Norba. Revista de Historia* 17:41-68.
- Čechák, T., Trojek, T., Musílek, L. and Paulusová, H. 2010. "Application of X-ray fluorescence in investigations of Bohemian historical manuscripts." *Applied Radiation and Isotopes* 68:875-878.
- Centeno, S. A. and Shamir, J. 2008. "Surface enhanced Raman scattering (SERS) and FTIR characterization of the sepia melanin pigment used in works of art." *Journal of Molecular Structure* 873:149-159.
- Ceres, G. 2006. "Trattamenti su carte contenti inchiostri metallo-gallici: cenni storici e studio di fattibilità di un nuovo trattamento. Utilizzo di bromuri di alchilimidazolio (precursori di liquidi ionici).", *Metodi e tecnologie per la conservazione e il restauro di beni librari*, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Roma.
- Ciglanská, M. and Čeppan, M. 2012. "Viscometry determination of the kinetic of degradation of iron-gall inks." Pp. 126, vol. 5.

- Ciglanská, M., Jančovičová, V., Havlíková, B., Machatová, Z. and Brezová, V. "The influence of pollutants on accelerated ageing of parchment with iron gall inks." *Journal of Cultural Heritage*.
- Clark, R. J. H. 1995. "Raman Microscopy: Application to the Identification of Pigments on Medieval Manuscripts." *Chem. Soc. Rev.* 24:187-195.
- Clark, R. J. H. 1999. "Raman microscopy: sensitive probe of pigments on manuscripts, paintings and other artefacts." *Journal of Molecular Structure* 480–481:15-20.
- . 2002. "Pigment identification by spectroscopic means: an arts/science interface." *Comptes Rendus Chimie* 5:7-20.
- Clarke, M. 2000. "A new technique for the non-destructive identification of organic pigments, dyes and inks in-situ on early mediaeval manuscripts, using 3-D fluorescence reflectance spectroscopy." Pp. 1423-1435 in *6th International Conference on non destructive testing and Microanalysis for the diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage*. Roma.
- . 2001a. "The analysis of medieval European manuscripts." *Reviews in Conservation* 3-16.
- . 2001b. *The Art of All Colours: Mediaeval Recipe Books for Painters and Illuminators*: Archetype.
- . 2002a. "The analysis of manuscripts pigments: Why, What and How?" *Gazette du livre médiéval* 40:36-44.
- . 2002b. "Limitations of fluorescence spectroscopy as a tool for non-destructive in situ identification of organic pigments, dyes and inks." in *7th International Conference on Non Destructive Testing*.
- Colbourne, J. 2000. "A survey of methods used in the technical examination and analysis of brown inks." Pp. 37-46 in *The iron gall ink meeting, Newcastle upon Tyne, 4th & 5th September 2000: postprints*: University of Northumbria.
- Contreras, G. M., Fernández, G., Gamón, M., Juanes, D., Romera, D., Sancenón, J. 2012. "Aplicación de la espectrometría de masas en tándem a la caracterización de tintas en manuscritos (s. XV-XVIII)." *Arte y Ciencia IV*: en imprenta.
- Córdoba de la Llave, R. 2005. "Un recetario técnico castella no del siglo XV: el manuscrito H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier." *España Medieval* 28:7-48.
- Córdoba de la Llave, R., Criado Vega, M. T. 2011. "Recetas castellanas de tinta de escritura de los siglos XV-XVI." in *I Congreso Internacional: El soporte escritorio en la Edad Media*, edited by D. d. Valencia. Valencia.
- Cordoba, R. 2014. *Craft Treatises and Handbooks: The Dissemination of Technical Knowledge in the Middle Ages*: Brepols Publishers.

- Criado Vega, T. 2012. "Tratados y recetarios de técnica industrial en al España medieval. La Corona de Castilla, siglos XV - XVI." Facultad de filosofía y letras, Universidad de Córdoba, Córdoba.
- Cséfalvayová, L., Strlič, M. and Karjalainen, H. 2011. "Quantitative NIR chemical imaging in heritage science." *Analytical Chemistry* 83:5101-5106.
- Cucos, A., Budrugaec, P., Miu, L., Mitrea, S. and Sbarcea, G. 2011. "Dynamic mechanical analysis (DMA) of new and historical parchments and leathers: Correlations with DSC and XRD." *Thermochemica Acta* 516:19-28.
- Cuevas, A.M., Jiménez, M.C. and Portal, A.Q. 2009. "Identificación de tintas metalogálicas en manuscritos históricos mediante análisis no destructivo combinado de espectrometría fluorescencia de rayos-x y ultravioleta sensible " *Revista cubana de química* 21.
- Chaplin, T. D., Clark, R. J. H. and Martinón-Torres, M. 2010. "A combined Raman microscopy, XRF and SEM–EDX study of three valuable objects – A large painted leather screen and two illuminated title pages in 17th century books of ordinances of the Worshipful Company of Barbers, London." *Journal of Molecular Structure* 976:350-359.
- Chaplin, T. D., Clark, R. J. H., McKay, A. and Pugh, S. 2006. "Raman spectroscopic analysis of selected astronomical and cartographic folios from the early 13th century Islamic 'Book of Curiosities of the Sciences and Marvels for the Eyes'." *Journal of Raman Spectroscopy* 37:865-877.
- Chaplin, T.D., Clark, R. J. H., Jacobs, D., Jensen, K. and Smith, G D. 2005. "1.The Gutenberg Bibles: Analysis of the Illuminations and Inks Using Raman Spectroscopy." *Analytical Chemistry* 77:3611-3622.
- da Costa, Antonio C.A., da Fonseca, N. F., de Carvalho, S. S., CSC dos Santos, F., Barki, L., de Freitas, D. S., Herbst, M. H. and Lutterbach, M. 2013. "Archaeometric investigations on naturally and thermally-aged iron-gall inks using different tannin sources." *Central European Journal of Chemistry* 11:1729-1739.
- da Costa, A., Correa, F., Sant'Anna, G., de Carvalho, S., dos Santos, F. and Lutterbach, M. 2014. "Scanning electron microscopic characterization of iron-gall inks from different tannin sources– applications for cultural heritage."
- Degrassi, D. 2005. "La trasmissione dei saperi nel medioevo (secoli XII-XV)." in *19 Convegno Internazionale di studi tenuto a Pistoia, 2003*. Pistoia: Centro Italiano studi di storia e d'arte. Pistoia.
- Del Carmine, P., Guintini, L., Hooper, W., Lucarelli, F., Mandò, P.A. 1996. "Further results from PIXE analysis of inks in Galileo's notes on



- motion." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 113:354-358.
- Del Egado, M., Juanes, D., Bueso, M. 2013. "Consideraciones en torno a los estudios científicos aplicados a la conservación del patrimonio cultural." in *La ciencia y el arte IV. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Deneckere, A., De Reu, M., Martens, M.P.J., De Coene, K., Vekemans, B., Vincze, L., De Maeyer, P., Vandenabeele, P. and Moens, L. 2011. "The use of a multi-method approach to identify the pigments in the 12th century manuscript Liber Floridus." *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 80:125-132.
- Derbyshire, A., Wheeler, M. 2002. "Further applications of Raman microscopy in paper conservation." *Conservation Journal*.
- Derrick, M. R., Stulik, D., Landry, J. M. 2000. *Infrared spectroscopy in conservation science*: The Getty Conservation Institute.
- Dietz, G., Ketelsen, T., Hoss, M., Simon, O., Wintermann, C., Wolff, T., Rabin, I. and Hahn, O. 2012. "The Egmont Master phenomenon: X-ray fluorescence spectrometric and paper studies for art history research." *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 402:1505-1515.
- Doherty, B., Daveri, A., Clementi, C., Romani, A., Bioletti, S., Brunetti, B., Sgamellotti, A. and Miliani, C. 2013. "The Book of Kells: A non-invasive MOLAB investigation by complementary spectroscopic techniques." *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 115:330-336.
- Dolgin, B., Bulatov, V., Chen, Y. and Schechter, I. 2008. "Characterization of historical parchment using laser-induced breakdown spectroscopy." *American laboratory* 40:24.
- Dolgin, B., Chen, Y., Bulatov, V. and Schechter, I. 2006. "Use of LIBS for rapid characterization of parchment." *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 386:1535-1541.
- Doncea, S.M., Ion, R.M., Fierascui, R.C., Bacalum, E., Bunaciu, A.A. and Professor Aboul-Enein H. 2009. "Spectral methods for historical paper analysis: composition and age approximation." *Instrumentation Science & Technology* 38:96-106.
- Doncea, S.M. and Iona, R. M. 2014. "FTIR (DRIFT) analysis of some printing inks from the 19th and 20th centuries." *Rev. Roum. Chim* 59:173-183.
- Duran, A., Franquelo, M.L., Centeno, M.A., Espejo, T. and Perez-Rodriguez, J.L. 2011. "Forgery detection on an Arabic illuminated manuscript by micro-Raman and X-ray fluorescence spectroscopy." *Journal of Raman Spectroscopy* 42:48-55.

- Duran, A., Perez-Rodriguez, J.L., Espejo, T., Franquelo, M.L., Castaing, J. and Walter. P. 2009. "Characterization of illuminated manuscripts by laboratory-made portable XRD and micro-XRD systems." *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 395:1997-2004.
- Dzinavatonga, K., Bharuth-Ram, K. and Medupe, T. R. 2014. "Mössbauer spectroscopy analysis of valence state of iron in historical documents obtained from the National Library of South Africa." *Journal of Cultural Heritage*.
- Easton Jr, R.L., Christens-Barry, W.A. and Knox, K.T. 2011. "Spectral image processing and analysis of the Archimedes palimpsest." Pp. 1440-1444 in *19th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2011) Barcelona, Spain, August*.
- Edwards, H.G.M. and Perez, F.R. 2004. "Application of Fourier transform Raman spectroscopy to the characterization of parchment and vellum. II—Effect of biodeterioration and chemical deterioration on spectral interpretation." *Journal of Raman Spectroscopy* 35:754-760.
- El Bakkali, A., Lamhasni, T., Haddad, M., Ait Lyazidi, S., Sanchez-Cortes, S. and del Puerto Nevado, E. 2012. "Non-invasive micro Raman, SERS and visible reflectance analyses of coloring materials in ancient Moroccan Islamic manuscripts." *Journal of Raman Spectroscopy*:n/a-n/a.
- . 2013. "Non-invasive micro Raman, SERS and visible reflectance analyses of coloring materials in ancient Moroccan Islamic manuscripts." *Journal of Raman Spectroscopy* 44:114-120.
- Erhardt, D., Tumosa, C.S. and Mecklenburg. M.F. 2001. "Chemical and physical changes in naturally and accelerated aged cellulose." Pp. 23-37 in *ACS Symposium Series*, vol. 779: ACS Publications.
- Espadaler, I., Sistach, M.C., Cortina, M., Eljarrat, E., Alcaraz, R., Cabañas,,J., Rivera, J. 1995. "Organic and inorganic components os manuscript inks " *Anales de química. Real Sociedad Española de Química*.
- Espejo Arias, T., Lazarova Stoytcheva, I., Campillo García, D., Durán Benito, A. and Jiménez de Haro, A. 2011. "Caracterización material y proceso de conservación de la Colección de documentos árabes manuscritos del Archivo Histórico Provincial de Granada." *Al-Qanṭara* 32:519-532.
- Espejo Arias, T., Bueno Vargas, J., López Montes, A., Torres Ibáñez, D. 2004. "Investigación y desarrollo de nuevos protocolos de análisis para el conocimiento de los documentos de archivo." Pp. 367-376 in *XV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales Murcia*.

- Faubel, W., Staub, S., Simon, R., Heissler, S., Pataki, A. and Banik, G. 2007. "Non-destructive analysis for the investigation of decomposition phenomena of historical manuscripts and prints." *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 62:669-676.
- Ferrer, N. 2005. "Comparación de diversos métodos de análisis basados en la espectroscopia infrarroja y su aplicación a la caracterización de muestras procedentes del Patrimonio Cultural." Pp. 11.
- Ferrer, N. and Vila, A. 2006. "Fourier transform infrared spectroscopy applied to ink characterization of one-penny postage stamps printed 1841–1880." *Analytica Chimica Acta* 555:161-166.
- Ferrer, N., Sistach, C. 2007. "FTIR Technique Used to Study Acidic Paper Manuscripts Dating the Thirteenth to the Sixteenth Century from the Archive of the Crown of Aragón." *The Book and Paper Group Annuale* 26:21-27.
- Ferrer, N. and Sistach, M. C. 2013. "Analysis of Sediments on Iron Gall Inks in Manuscripts / Analyse von Ablagerungen auf Eisengallustinten in historischen Manuskripten / Analyse de sédiments sur les encres ferro-galliques dans les manuscrits anciens." Pp. 175 in *Restaurator. International journal for the preservation of library and archival material*, vol. 34.
- Ferrero, J.L., Roldán, C., Juanes, D., Lluch, J.L. and Ardid, M. "Evolución de la instrumentación de fluorescencia de rayos-X en la unidad de arqueometría del ICMUV."
- Franceschi, E., Luciano, G., Carosi, F., Cornara, L. and Montanari, C. 2004. "Thermal and microscope analysis as a tool in the characterisation of ancient papyri." *Thermochimica Acta* 418:39-45.
- Gál, L., Čeppan, M., Reháková, M., Dvonka, V., Tarajčáková, J. and Hanus, J. 2013. "Chemometric tool for identification of iron–gall inks by use of visible–near infrared fibre optic reflection spectroscopy." *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 405:9085-9091.
- Gambaro, A., Ganzerla, R., Fantin, M., Cappelletto, E., Piazza, R. and Cairns, W. R. L. 2009. "Study of 19th century inks from archives in the Palazzo Ducale (Venice, Italy) using various analytical techniques." *Microchemical Journal* 91:202-208.
- Ganzerla, R., Gambaro, A., Cappelletto, E., Fantin, M., Montalbani, S. and Orlandi, M. 2009. "Characterization of selected paper documents from the archives of Palazzo Ducale (Venice), Italy using various analytical techniques." *Microchemical Journal* 91:70-77.
- García-Ramos, J.V. and Sánchez-Cortés, S. 2006. "Espectroscopia vibracional sobre nanoestructuras metálicas (SERS y SEIR): nuevos sustratos y aplicaciones."

- . 2014b. "XRF Study of Mexican Iron Gall Inks: Historical and Geographical Overview of their Chemistry." Pp.2013-s8a-o43 in *MRS Proceedings*, vol. 1618: Cambridge Univ Press.
- Giacometti, A., Campagnolo, A., MacDonald, L., Mahony, S., Terras, M., Robson, S., Weyrich, T. and Gibson, A. 2012. "Cultural Heritage Destruction: Documenting Parchment Degradation via Multispectral Imaging."
- Goltz, D., Attas, M., Cloutis, E., Young, G. and Begin, P. 2009. "Visible (420–720 nm) Hyperspectral imaging techniques to assess inks in historical documents." *Restaurator* 30:199-221.
- Goltz, D., J. Chin, Hiebert, R. and Absalan, G. 2010. "Micro-extraction and determination of transition metals in historical ink." *Microchimica Acta* 170:127-133.
- González-García, S, López-Montes, A. and Espejo-Arias, T. 2014. "The use of writing inks in 12th–19th century Arabic manuscripts: A study of the collection of the School of Arabic Studies, Granada (Spain)." *Science, Technology and Cultural Heritage*:109.
- Gonzalez, L. and Wess, T. 2008. "Use of Attenuated Total Reflection–Fourier Transform Infrared Spectroscopy to Measure Collagen Degradation in Historical Parchments." *Applied spectroscopy* 62:1108-1114.
- Goodhew, P.J., Humphreys, J. and Beanland, R. 2000. *Electron microscopy and analysis*: Taylor & Francis.
- Guedes, A. and Prieto, A.C. 2012. "Raman Spectroscopy for the Characterisation of Inks on Written Documents." *Infrared and Raman Spectroscopy in Forensic Science*:137-151.
- Gust, J. and Suwalski, J. 1994. "Use of Mössbauer Spectroscopy to Study Reaction Products of Polyphenols and Iron Compounds." *Corrosion* 50:355-365.
- Hahn, O. 2010. "Analyses of iron gall and carbon inks by means of X-ray fluorescence analysis: a non-destructive approach in the field of archaeometry and conservation science." *Restaurator* 31:41-64.
- Hahn, O., Malzer, W., Kanngiesser, B. and Beckhoff, B. 2004. "Characterization of iron-gall inks in historical manuscripts and music compositions using x-ray fluorescence spectrometry." *X-Ray Spectrometry* 33:234-239.
- Hahn, O., Kanngiesser, B., Malzer, W. 2005. "X-Ray Fluorescence Analysis of Iron Gall Inks, Pencils and Coloured Crayons." *Studies in Conservation* 50:23-32.
- Häkkinen, H., Houni, J., Kaski, S. and Korppi-Tommola, J. E. I. 2001. "Analysis of paper by laser-induced plasma spectroscopy." *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 56:737-742.

- Hamdan, N.M., Alawadhi, H. and Jisrawi, N. 2012. "Integration of  $\mu$ -XRF, and u-Raman techniques to study ancient Islamic manuscripts." Pp. 012006, vol. 37: IOP Publishing.
- Haverman, J., Aziz, A.A., Scholten, H. 2008. "No destructive detection of iron-gall inks by means of multispectral imaging. Part II: Application on Original Objects affected with iron-gall corrosion." *Restaurator* 24:88-94.
- Havermans, J., Aziz, H.A. and Penders, N. 2008. "Introduction Principles of NIR."
- Huynh, V., Ubisha, J., Leveille, J. M., Golden, T. D. and Verbeck G. F. 2014. "Nanomanipulation-coupled to nanospray mass spectrometry applied to document and ink analysis." *Forensic Science International* 242:150-156.
- James, C. 2010. *Visual Identification and Analysis of Old Master Drawing Techniques*: Olschki.
- Janssens, K., Janssens, K.H.A. and Grieken, R. 2004. *Non-destructive microanalysis of cultural heritage materials*, vol. 42: Elsevier Science Limited.
- Jurado-López, A., Demko, O., Clark, R.J.H. and Jacobs, D. 2004. "Analysis of the palette of a precious 16th century illuminated Turkish manuscript by Raman microscopy." *Journal of Raman Spectroscopy* 35:119-124.
- Kakuee, O., Fathollahi, V., Oliyai, P., Lamahi-Rachti, M., Taheri, R. and Jafarian, H.A. 2012. "External PIXE analysis of an Iranian 15th century poetry book." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 273:178-181.
- Kaminska, A., Sawczak, M., Komar, K. and Śliwiński, G. 2007. "Application of the laser ablation for conservation of historical paper documents." *Applied surface science* 253:7860-7864.
- Kanngießner, B., Hahn, O., Wilke, M., Nekat, B., Malzer, W. and Erko, A. 2004. "Investigation of oxidation and migration processes of inorganic compounds in ink-corroded manuscripts." *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 59:1511-1516.
- Keheyani, Y., Eliazyan, G., Engel, P. and Rittmeier, B. 2009. "Py/GC/MS characterisation of naturally and artificially aged inks and papers." *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 86:192-199.
- Klockenkämper, R., Von Bohlen, A. and Moens, L. 2000. "Analysis of pigments and inks on oil paintings and historical manuscripts using total reflection x-ray fluorescence spectrometry." *X-Ray Spectrometry* 29:119-129.

- Knox, K.T. and Easton, R.L. 2003. "Recovery of lost writings on historical manuscripts with ultraviolet illumination." Pp. 301-306 in *Is and ts pics conference: society for imaging science & technology*.
- Knuutinen, U., Stijnman, Ad. 2010. "Analysis intaglio printing ink." Pp. 89-93 in *Call for papers*, edited by IIC. Copenhagen.
- Kokla, V., Psarrou, A. and Konstantinou, V. 2007. "Ink Discrimination Based on Co-occurrence Analysis of Visible and Infrared Images." Pp. 1148-1152 in *Document Analysis and Recognition, 2007. ICDAR 2007. Ninth International Conference on*, vol. 2.
- Kolar, J., Malešič, J., Kočar, D., Strlič, M., De Bruin, G. and Koleša, D. 2012. "Characterisation of paper containing iron gall ink using size exclusion chromatography." *Polymer Degradation and Stability*.
- Kolar, J., Strlič, M., Müller-Hess, D., Gruber, A., Troschke, K., Pentzien, S. and Kautek, W. 2003. "Laser cleaning of paper using Nd: YAG laser running at 532 nm." *Journal of Cultural Heritage* 4:185-187.
- Kolar, J., Strlic, M. 2006. *Iron Gall Inks: on manufacture characterisation degradation and stabilisation*. Ljubljana: Ljubljana: National University Library.
- Kolar, J., Možir, A., Strlič, M., de Bruin, G., Pihlar, B. and Steemers, T. 2007. "Stabilisation of iron gal link: aqueous treatment with magnesium phytate." *e-Preservation Science* 4:19-24.
- Kolar, J., Štolfa, A., Strlič, M., Pompe, M., Pihlar, B., Budnar, M., Simčič, J. and Reissland, B. 2006a. "Historical iron gall ink containing documents—properties affecting their condition." *Analytica Chimica Acta* 555:167-174.
- . 2006b. "Historical iron gall ink containing documents — Properties affecting their condition." *Analytica Chimica Acta* 555:167-174.
- Kolar, J., Strlic, M., Budnar, M., Malesic, J., S., Vid Simon, Simcic, J. 2003. "Stabilisation os corrosive iron gall inks." *Acta Chim. Slov.* 50:763-770.
- Kroustallis, S. 2002. "Escribir en el siglo XVI: recetas de la tinta negra española." *Boletín de la Real Sociedad económica matritense de Amigos del país* 48:99-112.
- . 2003. "La tinta negra ferrotánica: a propósito de las fuentes." Pp. 579-584 in *V Congreso Nacional de Hl storia del Papel*. Gerona.
- . 2007. "Pergaminería: El oficio de pergaminería y el Reglamento del Scriptorium del MONasterio de Ntra. Sra. de Guadalupe." Pp. 238-259 in *El Libro de los oficios del Monasterio de Nuestra Señora de Guadalupe*, vol. II, edited by M. d. Cultura. Madrid.
- . 2008. "Los recetarios medievales de tecnología artística." Pp. 35 in *Art technology: sources and methods: proceedings of the second*

- symposium of the Art Technological Source Research working group: Antique Collectors Club Ltd.*
- . 2011a. "Binding media in medieval manuscript illumination: a source research colour in medieval written sources." *Revista de História da Arte: medieval colours: between beauty and meaning* 1, :112-125.
  - . 2011b. "Quomodo decoretur pictura librorum: materiales y técnicas de la iluminación medieval." *anuario de estudios medievales* 41:775-802.
  - Kumari, H., Kline, S.R., Dennis, C.L., Mossine, A.V., Paul, R.L., Deakyne, C.A. and Atwood, J.L. 2012. "Solution-Phase and Magnetic Approach towards Understanding Iron Gall Ink-like Nanoassemblies." *Angewandte Chemie International Edition*.
  - Kurouski, D., Zaleski, S., Casadio, F., Van Duyne, R. P. and Shah, N. C. 2014. "Tip-Enhanced Raman Spectroscopy (TERS) for in Situ Identification of Indigo and Iron Gall Ink on Paper." *Journal of the American Chemical Society* 136:8677-8684.
  - Laguardia, L., Vassallo, E., Cappitelli, F., Mesto, E., Cremona, A., Sorlini, C. and Bonizzoni, G. 2005. "Investigation of the effects of plasma treatments on biodeteriorated ancient paper." *Applied surface science* 252:1159-1166.
  - Lee, A. S., Otieno-Alego, V. and Creagh, D. C. 2008. "Identification of iron-gall inks with near-infrared Raman microspectroscopy." *Journal of Raman Spectroscopy* 39:1079-1084.
  - Lee, A.S., Mahon, P.J. and Creagh, D.C. 2006. "Raman analysis of iron gall inks on parchment." *Vibrational Spectroscopy* 41:170-175.
  - Librandol, V., Lorusso, S., Minniti, Z. 2011. "ancient and modern paper characterization by FTIR and micro-raman spectroscopy." *conservation Science in Cultural Heritage* 11:249-268.
  - Licata, A., Psarrou, A. and Kokla, V. 2009. "An ink texture descriptor for NIR-imaged medieval documents." Pp. 1997-2000 in *Image Processing (ICIP), 2009 16th IEEE International Conference on*.
  - Łojewska, J., Lubańska, A., Łojewski, T., Miśkowiec, P. and Proniewicz, L.M. 2004. "Kinetic approach to degradation of paper. In situ FTIR transmission studies on hydrolysis and oxidation." *e-Preservation Science* 2.
  - Łojewska, J., Lubańska, A., Miśkowiec, P., Łojewski, T. and Proniewicz, L.M. 2006. "FTIR in situ transmission studies on the kinetics of paper degradation via hydrolytic and oxidative reaction paths." *Applied Physics A: Materials Science & Processing* 83:597-603.
  - Łojewska, J., Miśkowiec, P., Łojewski, T. and Proniewicz, L.M. 2005. "Cellulose oxidative and hydrolytic degradation: In situ FTIR approach." *Polymer Degradation and Stability* 88:512-520.

- Łojewski, T., Miśkowiec, P., Missori, M., Lubańska, A., Proniewicz, L.M. and Łojewska, J. 2010. "FTIR and UV/vis as methods for evaluation of oxidative degradation of model paper: DFT approach for carbonyl vibrations." *Carbohydrate Polymers* 82:370-375.
- López Montes, A.M. 2006. "Importancia de la identificación de los componentes del color para la conservación y restauración del documento gráfico. Nuevas metodologías de análisis." Departamento de pintura, Granada, Granada.
- Lucarelli, F. and Mando, P.A. 1996. "Recent applications to the study of ancient inks with the Florence external-PIXE facility." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 109:644-652.
- Lukačević, I., Ergotić, I. and Vinaj, M. 2013. "Non-destructive Analyses of 16th Century Printed Book" Osorio" with the Colorful Fore-edge Miniatures." *Croatica Chemica Acta* 86:207-214.
- Lupu, M.I.A. "home arrow magazine arrow Archive arrow Issue 4 arrow Romanian Manuscripts."
- Magistro, F., Majolino, D., Migliardo, P., Ponterio, R. and Rodriguez, M. T. 2001. "Confocal Raman spectroscopic study of painted medieval manuscripts." *Journal of Cultural Heritage* 2:191-198.
- Mairinger, F. 2000. "The ultraviolet and fluorescence study of paintings and manuscripts." *Radiation in Art and Archeometry*:56.
- Mannucci, E., Pastorelli, R., Zerbi, G., Bottani, C. E. and Facchini, A. 2000. "Recovery of ancient parchment: characterization by vibrational spectroscopy." *Journal of Raman Spectroscopy* 31:1089-1097.
- Manso, M. and Carvalho, M.L. 2006. "Elemental identification of document paper by X-ray fluorescence spectrometry." *J. Anal. At. Spectrom.* 22:164-170.
- . 2009. "Application of spectroscopic techniques for the study of paper documents: A survey." *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 64:482-490.
- Manso, M., M. Costa, and ML Carvalho. 2008. "Comparison of elemental content on modern and ancient papers by EDXRF." *Applied Physics A: Materials Science & Processing* 90:43-48.
- Manso, M., Pessanha, S., Figueira, F., Valadas, S., Guilherme, A., Afonso, M., Rocha, A.C., Oliveira, M.J., Ribeiro, I. and Carvalho, M.L. 2009. "Characterisation of foxing stains in eighteenth to nineteenth century drawings using non-destructive techniques." *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 395:2029-2036.
- Manso, M., Cardeira, A. M., Silva, M., Le Gac, A., Pessanha, S., Guerra, M., Caldeira, A. T., Candeias, A. and Carvalho, M. L. 2014. "The



- mysterious halos in iron gall ink manuscripts: an analytical explanation." *Applied Physics A*:1-5.
- Martín de Hijas, C., Egido, M., González, E. and Juanes, D. 2008. "Análisis de los documentos autógrafos de los Reyes Católicos." *Archivo secreto: revista cultural de Toledo*:254-262.
- Martín de Hijas, C., Del Egido, M., González, E. 2008. "Análisis de tres privilegios rodados del Archivo Municipal de Toledo." *Archivo Secreto* 4:290-299.
- Martínez Blanes, J.M., Bueno Vargas, J., Pérez Rodríguez, J.L. 2001. "Estudio científico de los libros de coro de la Abadía del Sacromonte de Granada." in *III Congreso Nacional de Arqueometría* edited by B. M. R. Gómez Tubío, M. Á.; Pardo Rodríguez, M<sup>a</sup> L. 145-154: Sevilla.
- Matteini, M., Moles, A. 2001. *Ciencia y Restauración. Método de investigación*. Translated by M. M. d. Marañón. Sevilla: Nerea.
- Melessanaki, K., Papadakis, V., Balas, C. and Anglos, D. 2001. "Laser induced breakdown spectroscopy and hyper-spectral imaging analysis of pigments on an illuminated manuscript." *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 56:2337-2346.
- Mendoza Cuevas, A., Correa Jiménez, M., Quezada Portal, A. 2009. "Identificación de tintas metalogálicas en manuscritos históricos mediante análisis no destructivo combinado de espectrometría fluorescencia de rayos X y ultravioleta sensible. ." *Revista cubana de química* XXI, :38-45.
- Miguel, C., Pinto, J. V., Clarke, M. and Melo, M. J. 2014. "The alchemy of red mercury sulphide: The production of vermilion for medieval art." *Dyes and Pigments* 102:210-217.
- Millares Carlo, A. 1981. *Introducción a la historia del libro y las bibliotecas*. México: Fondo de Cultur Económica.
- Montani, I., Sapin, E., Pahud, A. and Margot, P. 2012. "Enhancement of writings on a damaged medieval manuscript using ultraviolet imaging." *Journal of Cultural Heritage* 13:226-228.
- Moura, L., Melo, M.J., Casanova, C. and Claro, A. 2007. "A study on Portuguese manuscript illumination: The Charter of Vila Flor (Flower town), 1512." *Journal of Cultural Heritage* 8:299-306.
- Možir, A., Gonzalez, L., Kralj Cigić, I., Wess, T.J., Rabin, I., Hahn, O. and Strlič, M. 2012. "A study of degradation of historic parchment using small-angle X-ray scattering, synchrotron-IR and multivariate data analysis." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*:1-8.
- Mut Calafell, A. 1992. "Fórmulas españolas de la tinta caligráfica negra de los siglos XIII a XIX y otras relacionadas con la tinta." *El papel y las*

- tintas en la transmisión de la información. I Jornadas archivísticas. Huelva*:103-183.
- Mut Calafell, A. 1989. "Nuevas aportaciones sobre la tinta en Mallorca." *Mayurqa* 22:849-864.
- Mut Calafell, A. 1994. *Fórmulas españolas de la tinta caligráfica negra de los siglos XIII a XIX y otras relacionadas con la tinta (reavivar escritos, contra las manchas y goma glasa)*: Diputación Provincial de Huelva.
- . 2001. "Fórmulas españolas de tintas caligráficas de color rojo y azul, de los siglos XVI a XIX." Pp. 471-482 in *IV Congreso Nacional de Historia del Papel en España: Actas*.
- . 2005. "Fórmules espanyoles de tinta caligráfica de color groc (Segles XVI-XIX)." *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana: Revista d'estudis històrics*:143-162.
- Mut Calafell, A. 1986. "Recetas mallorquinas de tinta y de goma glasa, de los siglos Xv al XVIII." in *Homenaje a D. Jesús García Pastor, bibliotecario*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura, Direcció General de Cultura.
- Na, N., Ouyang, Q., Ma, H., Ouyang, J. and Li, Y. 2004. "Non-destructive and in situ identification of rice paper, seals and pigments by FT-IR and XRD spectroscopy." *Talanta* 64:1000-1008.
- Nastova, I., Grupče, O., Minčeva-Šukarova, B., Ozcatat, M. and Mojsoska, L. 2013. "Spectroscopic analysis of pigments and inks in manuscripts: I. Byzantine and post-Byzantine manuscripts (10–18th century)." *Vibrational Spectroscopy* 68:11-19.
- Nastova, I., Grupče, O., Minčeva-Šukarova, B., Turan, S., Yaygingol, M., Ozcatat, M., Martinovska, V. and Jakovlevska-Spirovska, Z. 2012. "Micro-Raman spectroscopic analysis of inks and pigments in illuminated medieval old-Slavonic manuscripts." *Journal of Raman Spectroscopy*:n/a-n/a.
- Neevel, J.G. 2009. "Application issues of the bathophenanthroline test for iron (II) ions." *Restaurator* 30:3-15.
- Nevin, A., Spoto, G. and Anglos, D. 2012. "Laser spectroscopies for elemental and molecular analysis in art and archaeology." *Applied Physics A: Materials Science & Processing* 106:339-361.
- Nieto Barragán, J. P. 2011. "Los libros de secretos medievales." Pp. 303-316 in *Sabiduría simbólica y enigmática en la literatura grecolatina*: Tecnos.
- Ochocińska, K., Sawczak, M., Martin, M., Bredal Jorgensen, J., Kamińska, A. and Śliwiński, G. 2003. "LIPS spectroscopy for the contamination analysis and laser cleaning diagnostics of historical paper documents." *Radiation Physics and Chemistry* 68:227-232.

- Odegaard, N., Carroll, S. and Zimmt, W.S. 2000. *Material characterization tests for objects of art and archaeology*: Archetype.
- Odlyha, M., Cohen, N.S., Foster, G.M., Aliev, A., Verdonck, E. and Grandy, D. 2003. "Dynamic mechanical analysis (DMA), 13 c solid state nmr and micro-thermomechanical studies of historical parchment." *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 71:939-951.
- Olsson, A., Calligaro, T., Colinart, S., Dran, J.C., Lövestam, N., Moignard, B. and Salomon, J. 2001. "Micro-PIXE analysis of an ancient Egyptian papyrus: Identification of pigments used for the "Book of the Dead"." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 181:707-714.
- Oujja, M., Vila, A., Rebollar, E., García, J. F. and Castillejo, M. 2005. "Identification of inks and structural characterization of contemporary artistic prints by laser-induced breakdown spectroscopy." *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 60:1140-1148.
- Patten, K., Gonzalez, L., Kennedy, C., Mills, D., Davis, G. and Wess T. 2013. "Is there evidence for change to collagen within parchment samples after exposure to an X-ray dose during high contrast X-ray microtomography? a multi technique investigation." *Heritage Science* 1:22.
- Paulusová, H. and Karhan, J. "Investigation on iron-gall inks."
- Penders, N. 2005. "NIR as a tool for the identification of paper and inks in conservation research." *Restaurator* 26:172-180.
- Pessanha, S., Manso, M. and Carvalho, M. L. 2012. "Application of spectroscopic techniques to the study of illuminated manuscripts: A survey." *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 71-72:54-61.
- Piantanida, G., Bicchieri, M. and Coluzza, C. 2005. "Atomic force microscopy characterization of the ageing of pure cellulose paper." *Polymer* 46:12313-12321.
- Piantanida, G., Menart, E., Bicchieri, M. and Strlič, M. 2013. "Classification of iron-based inks by means of micro-Raman spectroscopy and multivariate data analysis." *Journal of Raman Spectroscopy* 44:1299-1305.
- Piccolo, M., Aldrovandi, A., Migliori, A., Giacomelli, S., Scudieri, M. 2011. "Non invasive XRF and UV-Vis-Nir reflectance spectroscopy. Analysis of materials used by Beato Angelico in the manuscript graduale N.558." *Revista de História da Arte*, pp. 219-227.

- Pinzari, F., Pasquariello, G. and De Mico, A. 2006. "Biodeterioration of paper: a SEM study of fungal spoilage reproduced under controlled conditions." Pp. 57-66, vol. 238: Wiley Online Library.
- Plossi, M., Zappalà, A. 2007. *Libri e documenti. Le scienze per la conservazione e il restauro*. Gorizia: Edizioni della Laguna.
- Proietti, N., Capitani, D., Pedemonte, E., Blümich, B. and Segre, A.L. 2004. "Monitoring degradation in paper: non-invasive analysis by unilateral NMR. Part II." *Journal of Magnetic Resonance* 170:113-120.
- Proost, K., Janssens, K., Wagner, B., Bulska, E., Schreiner, M. 2004. "Determination of localized  $Fe^{2+}/Fe^{3+}$  ratios in inks of historic documents by means of  $\mu$ -XANES " *ELSEVIER. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 213:723-728.
- Psarrou, A., Licata, A., Kokla, V. and Tselikas, A. 2011. "Near-Infrared Ink Differentiation in Medieval Manuscripts." *International Journal of Computer Vision* 94:136-151.
- Remaizelles, C., Rouchon-Quillet, V., Bernard, J., Calligaro, T., Dran, J.C., Pichon, L., Salomon, J. and Eveno, M. 2005. "Influence of gum arabic on iron-gall ink Corrosion. Part II: Observation and elemental analysis of originals." *Restaurator* 26:118-133.
- Remaizelles, C., Quillet, V., Bernard, J. 2000. "FTIR techniques applied to iron gall inked damaged paper." in *15<sup>th</sup> World Conference on NDT*. Roma.
- Remazeilles, C., Quillet, V., Calligaro, T., Claude Dran, J., Pichon, L. and Salomon, J. 2001. "PIXE elemental mapping on original manuscripts with an external microbeam. Application to manuscripts damaged by iron-gall ink corrosion." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 181:681-687.
- Remazeilles, C., Rouchon-Quillet, V. and Bernard, J. 2004. "Influence of gum arabic on iron gall ink corrosion. Part I: A laboratory samples study." *Restaurator* 25:220-232.
- Ricci, A., Olejar, K. J., Parpinello, G. P., Kilmartin, P. A. and Versari, A. 2015. "Application of Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy in the Characterization of Tannins." *Applied Spectroscopy Reviews*:00-00.
- Rodríguez Díaz, E.E. 2002. "Técnicas de escritura y del libro manuscrito." *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla* II:589-617.
- Rodríguez Ruiz, D. 1995. "El color negro." in *Los diez libros de arquitectura de marco Lucio Vitrubio Polión* edited by Alianza. Madrid: Alianza.

- Roldán, M. L., Centeno, S. A. and Rizzo, A. 2014. "An improved methodology for the characterization and identification of sepia in works of art by normal Raman and SERS, complemented by FTIR, Py-GC/MS, and XRF." *Journal of Raman Spectroscopy*:n/a-n/a.
- Rouchon, V., Pellizzi, E., Duranton, M., Vanmeert, F. and Janssens, K. 2011a. "Combining XANES, ICP-AES, and SEM/EDS for the study of phytate chelating treatments used on iron gall ink damaged manuscripts." *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 26:2434-2441.
- Rouchon, V., Duranton, M., Burgaud, C., Pellizzi, E., Lavédrine, B., Janssens, K., de Nolf, W., Nuyts, G., Vanmeert, F. and Hellemans, K. 2011b. "Room-Temperature Study of Iron Gall Ink Impregnated Paper Degradation under Various Oxygen and Humidity Conditions: Time-Dependent Monitoring by Viscosity and X-ray Absorption Near-Edge Spectrometry Measurements." *Analytical Chemistry* 83:2589-2597.
- Rožić, M., Mačefat, M.R. and Oreščanin, V. 2005. "Elemental analysis of ashes of office papers by EDXRF spectrometry." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 229:117-122.
- Ruggiero, M. T., Bardon, T., Strlic, M., Taday, P. F. and Korter, T. M. 2015. "The Role of Terahertz Polariton Absorption in the Characterization of Crystalline Iron Sulfate Hydrates." *Physical Chemistry Chemical Physics*.
- Ruggiero, M. T., Bardon, T., Strlic, M., Taday, P. F. and Korter, T. M. 2014. "Assignment of the Terahertz Spectra of Crystalline Copper Sulfate and Its Hydrates via Solid-State Density Functional Theory." *The Journal of Physical Chemistry A*.
- Ruvalcaba, J. L. 2007. "El estudio no destructivo del Breviario Romano de la Biblioteca José María Lafragua de la BUAP. Hacia nuevos métodos de investigación." *Elementos: ciencia y cultura* 14:37-42.
- Scholten, J.H., Klein, M.E., Steemers, T.A.G. and de Bruin, G. 2005. "Hyperspectral imaging-A Novel non-destructive analytical tool in paper and writing durability research." vol. 68.
- Sevaitiene, J., Beganskiene, A., Tautkus, S., Padaraukas, A., Kareiva, A. 2005. "Characterisation of historical writing inks by different analytical techniques." *CHEMIJA* 16:34-38.
- Sistach, C., Ferrer, N. 2011. "Tintas negras: descripción de componentes y procesos de degradación de manuscritos." in *I Congreso Internacional. El soporte escritorio en la Edad Media. El protagonismo de la villa de Xàtiva*, edited by D. d. Valencia. Valencia.

- Sivakoval, B., Beganskiené, A., Kareiva, A. 2008. "Investigation of damaged paper by Ink Corrosion." *Materials Science (Medziagotyra)* 14:51-54.
- Skoog, D. and Leary, J.J. 1994. "Análisis instrumental. 4ta, edición, Traducido por: Cristina Ariño." McGraw-Hill/Interamericana de España, SA Madrid, España.
- Stol, R., Pedersoli, J. L., Poppe, H. and Th Kok, W. 2002. "Application of Size Exclusion Electrochromatography to the Microanalytical Determination of the Molecular Mass Distribution of Celluloses from Objects of Cultural and Historical Value." *Analytical Chemistry* 74:2314-2320.
- Striegel, M.F. and Hill, J. 1996. *Thin-layer chromatography for binding media analysis*: Getty Conservation Institute.
- Striová, J., Coccolini, G., Micheli, S., Lofrumento, C., Galeotti, M. Cagnini, A. and Castellucci, E. M. 2009. "Non-destructive and non-invasive analyses shed light on the realization technique of ancient polychrome prints." *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 73:539-545.
- Strlič, M. and Kolar, J. 2003. "Size exclusion chromatography of cellulose in LiCl/N,N-dimethylacetamide." *Journal of Biochemical and Biophysical Methods* 56:265-279.
- Stuart, B.H. 2007. *Analytical techniques in materials conservation*: Wiley.
- Tosatti, S. B. 2007. *Trattati medievali di tecniche artistiche*, Edited by D. f. e. attaverso. Milano: Jaca Book.
- Trafela, T., Strlič, M., Kolar, J., Lichtblau, D.A., Anders, M., Mencigar, D.P. and Pihlar, B. 2007. "Nondestructive analysis and dating of historical paper based on IR spectroscopy and chemometric data evaluation." *Analytical Chemistry* 79:6319-6323.
- Trentelman, K. and Turner, N. 2009. "Investigation of the painting materials and techniques of the late-15th century manuscript illuminator Jean Bourdichon." *Journal of Raman Spectroscopy* 40:577-584.
- Ursescu, M., Malutan, T. and Ciovica, S. 2009. "Iron gall inks influence on papers' thermal degradation. FTIR spectroscopy applications." *Eur J Sci Theol* 5:71-84.
- Van der Snickt, G., De Nolf, W., Vekemans, B. and Janssens, K. 2008. "μ-XRF/μ-RS vs. SR μ-XRD for pigment identification in illuminated manuscripts." *Applied Physics A: Materials Science & Processing* 92:59-68.
- Vandenabeele, P. and Moens, L. 2004. "Pigment identification in illuminated manuscripts." vol. 635: Elsevier: Amsterdam.
- Vandenabeele, P., Wehling, B., Moens, L., De Reu, M., Van Hooydonk, G., Von Bohlen, A. and Klockenkamper, R. 2002. "Characterization of

- pigments in Mercatellis manuscripts by total-reflection X-Ray Fluorescence and Raman-microscopy."
- Vetter, W., Pöllnitz G., Schereiner, M. 2014. "Examination of historic parchment manuscripts by non-invasive Reflection-FTIR - Possibilities and limitations." in *3TH International Congress Chemistry for Cultural Heritage*. Viena.
- Vicini, S., Princi, E., Luciano, G., Franceschi, E., Pedemonte, E., Oldak, D., Kaczmarek, H. and Sionkowska, A. 2004. "Thermal analysis and characterisation of cellulose oxidised with sodium methaperiodate." *Thermochimica Acta* 418:123-130.
- Viola, I., Bubici, S., Casieri, C. and De Luca, F. 2004. "The Codex Major of the Collectio Altaempsiana: a non-invasive NMR study of paper." *Journal of Cultural Heritage* 5:257-261.
- Virro, K., Mellikov, E., Volobujeva, O., Sammelselg, V., Asari, J., Paama, L., Jürgens, J. and Leito, I. 2008. "Estimation of uncertainty in electron probe microanalysis: iron determination in manuscripts, a case study." *Microchimica Acta* 162:313-323.
- Wagner, B., Bulska, E., A. Hulanicki, M. Heck, and Ortner, H.M. 2001. "Topochemical investigation of ancient manuscripts." *Fresenius' journal of analytical chemistry* 369:674-679.
- Wagner, B., Bulska, E., Stahl, B., Heck, M. and Ortner, H. M. 2004. "Analysis of Fe valence states in iron-gall inks from XVIth century manuscripts by <sup>57</sup>Fe Mössbauer spectroscopy." *Analytica Chimica Acta* 527:195-202.
- Wagner, B., Garboś, S., Bulska, E. and Hulanicki, A. 1999. "Determination of iron and copper in old manuscripts by slurry sampling graphite furnace atomic absorption spectrometry and laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry." *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 54:797-804.
- Wateeuw, L., Van Bos, M. 2010. "Research and analyses of 14th century illuminated Bible from Naples." Pp. 73-76 in *Call for papers*, edited by IIC. Copenhagen.
- Wehling, B. I, Vandenabeele, P., Moens, L., Klockenkämper, R., Von Bohlen A. and G. and De Reu Van Hooydonk, M. . 1999. "Investigation of Pigments in Medieval Manuscripts by Micro Raman Spectroscopy and Total Reflection X-Ray Fluorescence Spectrometry." *Mikrochimica Acta* 130:253-260.
- Wess, TJ, Drakopoulos, M., Snigirev, A., Wouters, J., Paris, O., Fratzi, P., Collins, M., Hillier, J. and Nielsen, K. 2001. "The Use of Small-Angle X-Ray Diffraction Studies for the Analysis of Structural Features in Archaeological Samples." *Archaeometry* 43:117-129.

- Wilke, M., Hahn, O., Woodland, A.B. and Rickers, K. 2009. "The oxidation state of iron determined by Fe K-edge XANES—application to iron gall ink in historical manuscripts." *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 24:1364-1372.
- Zappalà, A., Bajt, S., Gigante, G. E. and Hanson, A. L. 1996. "Applications of EDXRF in the conservation of acid papers using a synchrotron light microbeam." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 117:145-150.
- Zerdoun Bat-Yahouda, M. 1983. *Le encres noires au Moyen Âge (jusqu'à 1600)*. París: CNRS Editions.
- Zotti, M., Ferroni, A. and Calvini, P. 2008. "Microfungal biodeterioration of historic paper: Preliminary FTIR and microbiological analyses." *International Biodeterioration & Biodegradation* 62:186-194.
- . 2011. "Mycological and FTIR analysis of biotic foxing on paper substrates." *International Biodeterioration & Biodegradation* 65:569-578.
- Zucchiatti, A., Font, A.C. and Galassi, M.C. 2012. "PIXE and IRR analysis of sixteenth-century ink drawings by Luca Cambiaso and his school." *Studies in Conservation* 57:131-141.

### Capítulo 3: Metodología

- Al-Abbadí, H.M. 2005. *Las Artes del libro en Al-Andalus y el Magreb*. Madrid: Ediciones El Viso.
- Cárcel Ortí, M. M. and Trenchs Odena, J. 1979. "La tinta y su composición: Cuatro recetas valencianas: siglos XV-XVII." *Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos* 82:415-426.
- Ceres, G. 2006. "Trattamenti su carte contenti inchiostri metallo-gallici: cenni storici e studio di fattibilità di un nuovo trattamento. Utiizzo di bromuri di alchilimidazolio (precursori di liquidi ionici).", *Metodi e tecnologie per la conservazione e il restauro di beni librai*, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Roma.
- Cortes Escrivá, J. 1984. "Formulari de juristes. Un formular judicial del segle XVII." *Quaderns de Sueca*:31-39.
- Del Egidio, M., Juanes, D. 2011. Pp. 223-236 in *12º Congreso Español de Ensayos No Destructivos*. Valencia.



- Dzinavatonga, K., Bharuth-Ram, K. and Medupe, T. R. 2014. "Mössbauer spectroscopy analysis of valence state of iron in historical documents obtained from the National Library of South Africa." *Journal of Cultural Heritage*.
- García-Viguera, C. and Pérez-Vicente, A. 2004. "La granada. Alimento rico en polifenoles antioxidantes y bajo en calorías."
- Giorgi, R., Chelazzi, D., Baglioli, P. 2007. "Il ruolo degli inchiostri metalogallici nei processi degradativi di manoscritti cartacei." in *V Congresso Nazionale- Lo stato dell'Arte*, edited by IGILC. Cremona.
- González, P., Prieto Hernández, V. and Pistón, M. 2013. "Determinación de sodio, calcio y cobre en vinos uruguayos y estudio de la relación de estos elementos con el tipo de vino." *Avances en Ciencias e Ingeniería* 4:27-36.
- Kroustallis, S. 2002. "Escribir en el siglo XVI: recetas de la tinta negra española." *Boletín de la Real Sociedad Económica Matritense de Amigos del País* 48:99-112.
- Manso, M., Cardeira, A. M., Silva, M., Le Gac, A., Pessanha, S., Guerra, M., Caldeira, A. T., Candeias, A. and Carvalho, M. L. 2014. "The mysterious halos in iron gall ink manuscripts: an analytical explanation." *Applied Physics A*:1-5.
- Narbona Vizcaíno, R. 1995. *Valencia, municipio medieval: poder político y luchas ciudadanas (1239-1418)*: Ajuntament de Valencia= Ayuntamiento de Valencia.
- Remaizelles, C., Rouchon-Quillet, V., Bernard, J., Calligaro, T., Dran, J.C., Pichon, L., Salomon, J. and Eveno, M. 2005. "Influence of gum arabic on iron-gall ink Corrosion. Part II: Observation and elemental analysis of originals." *Restaurator* 26:118-133.

## Capítulo 4: Las tintas metalogálicas

### 4.1. Componentes

- AAVV. 2007. *Libro de los Oficios del Monasterio Nuestra Señora de Guadalupe*, vol. 1: Ministerio de Cultura de España.
- Ainsworth Mitchell, C.; Hepworth, T.C. 1904. *Inks, their composition and manufacture*. London: C. Griffin and company.
- Al-Abbadi, H.M. 2005. *Las Artes del libro en Al-Andalus y el Magreb*. Madrid: Ediciones El Viso.

- Alcántara García, J. 2014. "Uso de monosacáridos para conservación de tintas ferrogálicas con altos contenidos de cobre." *Ediciones digitales*.
- Alcántara García, J., Ruvalcaba Sil, J. L. and Vander Meeren, M. 2014. "XRF Study of Mexican Iron Gall Inks: Historical and Geographical Overview of their Chemistry." *MRS Online Proceedings Library* 1618:31-41.
- Alvarado de la Peña, S. 1832. *El reino mineral ó sea la mineralogía en general y en particular de España*. Madrid: Imprenta de Villaamil, calle de Jacometrero, nº 15.
- Bakkali, A. El, Lamhasni, T., Lyazidi, S. A., Haddad, M., Rosi, F., Miliani, C., Sánchez-Cortés, S. and El Rhaiti, M. 2014. "Assessment of a multi-technical non-invasive approach for the typology of inks, dyes and pigments in two nineteenth's century ancient Manuscripts of Morocco." *Vibrational Spectroscopy*.
- Baldaqui Escandell, R., Marínez Español, G. 2013. in *IX Congreso Nacional de Historia del Papel en España*. Madrid.
- Barba, A. 1770. *Arte de los metales en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro y plata por azogue. El modo de fundirlos todos y como se han de refinar y apartar unos de otros*. . Madrid: Oficina de la viuda de Manuel Fernández.
- Belhadj, O, Phan Tan Luu, C., Jacobi, E., Meslet-Struyve, S., Vez, S., Reissland, B. and Rouchon, V. 2014. "The Dutch Fe-Migration Mending Test." *Journal of PaperConservation Vol* 15:9.
- Bicchieri, M., Michaela, M., Antonelli, M.L. 2001. "A new low-cost and complete restoration method: a simultaneous non-aqueous treatment of deacidification and reduction." in *3Th. International Conference science and technology for the safeguard of cultural heritage of the mediterranean basin*, edited by C. y. U. d. A. d. Henares. Alcalá de Henares (Madrid).
- Bicchieri, M., Sodo, A., Piantanida, G. and Coluzza, C. 2006. "Analysis of degraded papers by non-destructive spectroscopic techniques." *Journal of Raman Spectroscopy* 37:1186-1192.
- Botti, L., Mantovani, O. and Ruggiero, D. 2005. "Calcium phytate in the treatment of corrosion caused by iron gall inks: Effects on paper." *Restaurator* 26:44-62.
- Caffaro, A. 2003. *Scrivere in oro. Ricettari medievali d'arte e artigianato (secoli IX-XI). Codici di Lucca e Ivrea*, vol. 66. Napoli: Liguori Editore.
- Calvini, P., Gorassini, A. and Chiggiato, R. 2006. "Fourier transform infrared analysis of some Japanese papers." *Restaurator* 27:81-89.

- Canellas López, Á. 1935. "La regalía de minas en el reino de Valencia durante el siglo XV." in *Homenaje a Finke*, vol. II, edited by R. Zurita. Zaragoza: Tip. "La Academia" de F. Martínez.
- Capmany, A. 1792 *Memorias históricas sobre la marina, comercio y artes de la antigua ciudad de Barcelona*. Madrid: En la imprenta de Sancha.
- Cárcel, M.M; Trenchs Ordena, J. 1979. "La tinta y su composición. Cuatro recetas valencianas (siglos XV-XVII)." *Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos*.
- Carvalho, D. N. 1904. *Forty centuries of ink*.
- Casanova Honrubia, J. M.; Canseco Caballé, M. 2002. *Minerales de la Comunidad Valenciana*. Alicante: CAM-Caja de Ahorros del Mediterráneo.
- Cavanilles, A.J. 1797. *Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia*, vol. I-II, Edited by I. Real. Madrid.
- Ceres, G. 2006. "Trattamenti su carte contenti inchiostri metallo-gallici: cenni storici e studio di fattibilità di un nuovo trattamento. Utiizzo di bromuri di alchilimidazolio (precursori di liquidi ionici).", *Metodi e tecnologie per la conservazione e il restauro di beni librai*, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Roma.
- Contreras, G., Juanes, D., Santamaría, M.I. 2008. "Alternativa a la laminación en húmedo en el proceso de intervención de Actes del Consell de 1450-1571 en el Archivo Municipal de Alzira." Pp. 241-244 in *17th International Meeting on Heritage Conservation.*, edited by U. P. d. Valencia. Castellón.
- Contreras Zamorano, G.M. 2014a. "Componentes inorgánicos de las tintas metalogálicas. Su nomenclatura en las fuentes originales, y algunas notas sobre su comercio y extracción." *MoleQla. Universidad Pablo de Olavide (Sevilla)* 13:66-68.
- Contreras Zamorano, G.M., Fernández Martínez, G. . 2014b. "Papel, plumas y tinta. Trabajos en la Catedral de Valencia 1700-1707." in *X Jornadas de la Sociedad Española de Ciencias y Técnicas Historiográficas*, edited by U. d. Valladolid. Valladolid.
- Córdoba de la Llave, R., Criado Vega, M. T. 2011. "Recetas castellanas de tinta de escritura de los siglos XV-XVI." in *I Congreso Internacional: El soporte escritorio en la Edad Media*, edited by D. d. Valencia. Valencia.
- Cordoba, R. 2014. *Craft Treatises and Handbooks: The Dissemination of Technical Knowledge in the Middle Ages*: Brepols Publishers.
- Criado Vega, T. 2012. "Tratados y recetarios de técnica industrial en al España medieval. La Corona de Castilla, siglos XV - XVI." Facultad de filosofía y letras, Universidad de Córdoba, Córdoba.

- da Costa, A. CA, da Fonseca, N. F., de Carvalho, S. dos Santos, F. CSC Barki, L., S de Freitas, D., Herbst, M. H. and Lutterbach, M, TS. 2013. "Archaeometric investigations on naturally and thermally-aged iron-gall inks using different tannin sources." *Central European Journal of Chemistry* 11:1729-1739.
- Daniels, V. 2000. "The chemistry of iron gall ink." Pp. 31-36 in *The iron gall ink meeting, Newcastle upon Tyne, 4th & 5th September 2000: postprints*: University of Northumbria.
- De Hamel, C. 1999. *Copistas e iluminadores*. Madrid: Akal.
- De Paula Mellado, F. 1851. "vitriolo." in *Enciclopedia moderna: diccionario universal de literatura, ciencias, artes, agricultura, industria y comercio* vol. 7. Madrid: Establecimiento tipográfico de Mellado, calle Santa Teresa nº8.
- Domenge, C. 1987. "Mines antiques d'Espagne." in *Cataloghe des mines et des fonderies antiques de Péninsule Ibérique*, vol. 1, *Série Arquéologie*, edited by C. Velázquez. Madrid: Casa Velázquez.
- Dzinavatonga, K., Bharuth-Ram, K. and Medupe, T. R. 2014. "Mössbauer spectroscopy analysis of valence state of iron in historical documents obtained from the National Library of South Africa." *Journal of Cultural Heritage*.
- El Bakkali, A., Lamhasni, T., Haddad, M., Ait Lyazidi, S., Sanchez-Cortes, S. and del Puerto Nevado, E. 2012. "Non-invasive micro Raman, SERS and visible reflectance analyses of coloring materials in ancient Moroccan Islamic manuscripts." *Journal of Raman Spectroscopy*:n/a-n/a.
- . 2013. "Non-invasive micro Raman, SERS and visible reflectance analyses of coloring materials in ancient Moroccan Islamic manuscripts." *Journal of Raman Spectroscopy* 44:114-120.
- Escolano, G. 1610. *Década primera la la Insigne y Coronada Ciudad y Reyno de Valencia*. Valencia: Imprenta de Patricio Mey.
- Espadaler, I., Sistach, M.C., Cortina, M., Eljarrat, E., Alcaraz, R., Cabañas, J., Rivera, J. 1995. "Organic and inorganic components os manuscript inks " *Anales de química. Real Sociedad Española de Química*.
- Falcón Pérez, M. I. 1996. "La manufactura del hierro en Aragón en los siglos XIV y XV." Pp. 363-375 in *I Jornadas sobre minería y tecnología en la Edad Media peninsular*, edited by D. L. Fundación Hullera Vasco-Leonesa. León.
- Ferrer Navarro, R. 1975. *Coses vedades, en 1393*. Valencia: Anubar ediciones.
- Fourcroy, M. de. 1795. *Elementos de Historia natural y de Química*. Translated by D. T. L. Y. A. d. I. e. d. 1792. Madrid: Antonio de Espinosa.

- Galán, E., Mirete, S. 1979. *Introducción a los minerales de España*. Madrid: Instituto Geológico y Minero. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- García Edo, V., Ventura Rius, A. 2007. *El primer mapa del Reino de Valencia, 1568-1584*, Edited by C. Social. Castellón: Universitat Jaume I.
- Giorgi, R., Chelazzi, D., Baglioli, P. 2007. "Il ruolo degli inchiostri metalogallici nei processi degradativi di manoscritti cartacei." in *V Congresso Nazionale- Lo stato dell'Arte*, edited by IGIIIC. Cremona.
- Giorgi, R., Bozzi, C., Dei, L., Gabbiani, C., W. Ninham, B. and Baglioni, P. 2005. "Nanoparticles of Mg(OH)<sub>2</sub>: Synthesis and Application to Paper Conservation." *Langmuir* 21:8495-8501.
- Gual Camarena, M. 1970. "El hierro en el medioevo hispano." Pp. 275-292 in *VI Congreso Internacional de minería: la minería hispana e iberoamericana, contribución a su investigación histórica*, vol. I, edited by C. d. S. Isidoro. León.
- Guareschi, R. 1920. *Tintas de escribir. Manual teórico práctico*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Hinojosa Montalvo. 1972. *Coses Vedades 1404*. Valencia: Anubar editores.
- Isaza, J. H. 2007. "Taninos o polifenoles vegetales." *Scientia et Technica* 1.
- James, C. 2000. "The evolution of iron gall ink and its aesthetical consequences." Pp. 13-22 in *The iron gall ink meeting, Newcastle upon Tyne, 4th & 5th September 2000: postprints*: University of Northumbria.
- Kanngießer, B., Hahn, O., Wilke, M., Nekat, B., Malzer, W. and Erko, A. 2004. "Investigation of oxidation and migration processes of inorganic compounds in ink-corroded manuscripts." *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 59:1511-1516.
- Kolar, J., Strlic, M. 2006. *Iron Gall Inks: on manufacture characterisation degradation and stabilisation*. Ljubljana: Ljubljana: National University Library.
- Kolar, J., Možir, A., Balažic, A., Strlič, M., Ceres, G., Conte, V., Mirruzzo, V., Steemers, T. and de Bruin, G. 2008. "New antioxidants for treatment of transition metal containing inks and pigments." *Restaurator* 29:184-198.
- Kolar, Jana, Alenka Možir, Matija Strlič, Gerrit de Bruin, Boris Pihlar, and Ted Steemers. 2007. "Stabilisation of iron gal link: aqueous treatment with magnesium phytate." *e-Preservation Science* 4:19-24.
- Kolar, J., Štolfa, A., Strlič, M., Pompe, M., Pihlar, B., Budnar, M., Simčič, J. and Reissland, B. 2006. "Historical iron gall ink containing documents — Properties affecting their condition." *Analytica Chimica Acta* 555:167-174.
- Kolbe, G. 2004. "Gelatine in Historical Paper Production and as Inhibiting Agent for Iron-Gall Ink Corrosion on Paper." *Restaurator* 25:26-39.

- Kroustallis, S. 2003. "La tinta negra ferrotánica: a propósito de las fuentes." Pp. 579-584 in *V Congreso Nacional de Historia del Papel*. Gerona.
- . 2007. "Pergaminería: El oficio de pergaminería y el Reglamento del Scriptorium del Monasterio de Ntra. Sra. de Guadalupe." Pp. 238-259 in *El Libro de los oficios del Monasterio de Nuestra Señora de Guadalupe*, vol. II, edited by M. d. Cultura. Madrid.
- Mata-Perelló, J. M. 1996. "Datos para el estudio de la minería medieval del hierro, en los Pirineos del Nordeste peninsular." Pp. 282-285 in *Jornadas sobre minería y tecnología en la Edad Media peninsular*, edited by D. L. Fundación Hullera Vasco-Leonesa. León.
- Mut Calafell, A. 1994. *Fórmulas españolas de la tinta caligráfica negra de los siglos XIII a XIX y otras relacionadas con la tinta (revivir escritos, contra las manchas y goma glasa)*: Diputación Provincial de Huelva.
- Neevel, J. G. 2011. "The development of a new conservation treatment for ink corrosion, based on the natural anti-oxidant phytate."
- Neevel, J. G. 1995. "Phytate: a potential conservation agent for the treatment of ink corrosion caused by iron galls." *RESTAURATOR-COPENHAGEN*- 16:143-143.
- . 2002. "(Im) possibilities of the phytate treatment of ink corrosion." Pp. 74-86 in *Contributions to Conservation: Research in Conservation at the Netherlands Institute for Cultural Heritage (ICN)*: James & James (Science Publishers) Ltd.
- Odor Chávez, A. 2013. *Las tintas ferrogálicas: su historia, deterioro y estabilización*. Tesis de licenciatura Thesis, Escuela Nacional de Conservación, resaturación y museografía "Manuel del Castillo Negrete". Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D.F.
- Pataki, A. 2009. "Remoistenable Tissue Preparation and its Practical Aspects." *Restaurator*:51-69.
- Penders, N.J.C.M., Havermans, J.B.G.A. and Genuit, W. 2001. "Emission of volatile organic compounds from objects affected by iron gall ink and ink components after accelerated ageing." in *The Iron Gall Ink Meeting*.
- Pérez, I. . 1599. *Arte de escreuir con cierta industria e invención para hazer buena forma de letra y aprenderlo con facilidad / compuesto por el maestro Ignacio Pérez ...* Madrid: Imprenta Real.
- Pérez Vargas, B. 1569. *De re metalica: en el qual se tratan muchos y diuersos secretos*. Madrid Pierres Cosin
- Plossi, M., Zappalà, A. 2007. *Libri e documenti. Le scienze per la conservazione e il restauro*. Gorizia: Edizioni della Laguna.
- Plossi Zappalà, M. 1994. "Il propionato di calcio nella deacidificazione e/o stabilizzazione della carta." *Cellulosa e carta* 3:53-59.

- Pluche, N.A. 1771. *Espéctáculo de la naturaleza, o conversaciones acerca de las particularidades de la historia natural, que han parecido más a propósito para excitar una curiosidad útil y formarles la razón a los jóvenes lectores*. Madrid: Imprenta de Pedro Marín.
- Poggi, G, Toccafondi, N., Melita, L.N., Knowles, J.C., Bozec, L., Giorgi, R. and Baglioni, P. 2014. "Calcium hydroxide nanoparticles for the conservation of cultural heritage: new formulations for the deacidification of cellulose-based artifacts." *Applied Physics A* 114:685-693.
- Poggi, G., Giorgi, R., Toccafondi, N., Katur, V. and Baglioni, P. 2010. "Hydroxide Nanoparticles for Deacidification and Concomitant Inhibition of Iron-Gall Ink Corrosion of Paper." *Langmuir* 26:19084-19090.
- Poggi, G., Baglioni, P. and Giorgi, R. 2011. "Alkaline earth hydroxide nanoparticles for the inhibition of metal gall ink corrosion." *Restaurator* 32:247-273.
- Reissland, B. 2000. "Visible progress of paper degradation caused by iron gall inks." in *The iron gall ink meeting*, edited by M. A. J. E. Brown. Newcastle-upon-Tyne: The University of Northumbria Postprint.
- Reissland, B. and Cowan, M. W. 2002. "The light sensitivity of iron gall inks." *Studies in Conservation* 47:180-184.
- Remaizelles, C., Rouchon-Quillet, V., Bernard, J., Calligaro, T., Dran, J.C., Pichon, L., Salomon, J. and Eveno, M. 2005. "Influence of gum arabic on iron-gall ink Corrosion. Part II: Observation and elemental analysis of originals." *Restaurator* 26:118-133.
- Rodríguez Díaz, E.E. 2002. "Técnicas de escritura y del libro manuscrito." *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla* II:589-617.
- Roquero, A. 2006. *Tintes y tintoreros de América: catálogo de materias primas y registro etnográfico de México, Centro América, Andes Centrales y Selva Amazónica*: Ministerio de Cultura.
- Roselló Verger, V. M. 1995. *Geografía del País Valencià*, Edited by E. A. e. Magnànim. Valencia: Diputación de Valencia.
- Rouchon, V., Duranton, M., Burgaud, C., Pellizzi, E., Lavédrine, B., Janssens, K., de Nolf, W., Nuyts, G., Vanmeert, F. and Hellemans, K. 2011a. "Room-temperature study of iron gall ink impregnated paper degradation under various oxygen and humidity conditions: time-dependent monitoring by viscosity and X-ray absorption near-edge spectrometry measurements." *Analytical Chemistry* 83:2589-2597.
- Rouchon, V., Duranton, M., Burgaud, C., Pellizzi, E., Lavédrine, B., Janssens, K., de Nolf, W., Nuyts, G., Vanmeert, F. and Hellemans, K. 2011b. "Room-Temperature Study of Iron Gall Ink Impregnated Paper

- Degradation under Various Oxygen and Humidity Conditions: Time-Dependent Monitoring by Viscosity and X-ray Absorption Near-Edge Spectrometry Measurements." *Analytical Chemistry* 83:2589-2597.
- Ruggiero, D. 2004. "*Gli inchiostri ferrogallici negli archivi e nelle biblioteche.*"
- Ruiz García, E. 2002. *Introducción a la codicología*, Edited by B. d. libro. Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez.
- Sánchez Gómez, J. 1989. "La minería no férrica en el reino de Castilla: 1450-1610." Pp. 154-226 in *De minería, metarurgia y comercio de metales*, vol. 65, edited by U. d. S. e. IGME. Salamanca: Acta Sanmanticensia. Estudios históricos y geográficos.
- Sistach, C. 2009. "Consideraciones en el tratamiento acuoso y desacidificación de manuscritos." *Boletín de referencias bibliográficas* 6, junio.
- . 2011. "Aportación al estudio de las tintas. los colorantes y pigmentos aplicados en manuscritos." Pp. en imprenta in *I Congreso Internacional del soporte escritorio en la Edad Media*. Valencia: Diputación de Valencia.
- Sistach Anguera, M. C. 2005. "Consideraciones en el tratamiento acuoso y desacidificación de manuscritos." Pp. 19 in *Investigación en conservación y restauración: II Congreso del Grupo Español del IIC: [9, 10 y 11 de noviembre de 2005, Barcelona]*.
- Torío de la Riva y Herrero, T. 1802. *Arte de escribir por reglas y con muestras según la doctrina de los mejores autores antiguos y modernos, extrangeros y nacionales*. Madrid: En la Imprenda de D. Joaquín Ibarra.
- Ursescu, M., Malutan, T. and Ciovisa, S. 2009. "Iron gall inks influence on papers' thermal degradation. FTIR spectroscopy applications." *Eur J Sci Theol* 5:71-84.
- Vallvé Bermejo, J. 1996. "La minería en Al-Andalus." Pp. 56-64 in *Í Jornadas sobre minería y tecnología en la Edad media peninsular*, edited by D. L. Fundación Hullera Vasco-Leonesa. León.
- Zappalà, A. and De Stefani, C. 2005. "Evaluation of the Effectiveness of Stabilization Methods. Treatments by Deacidification, Trehalose, Phytates on Iron Gall Inks." *Restaurator* 26:36-43.
- Zerdoun Bat-Yahouda, M. 1983. *Le encres noires au Moyen Âge (jusqu'à 1600)*. París: CNRS Editions.



## 4.2. Estudio de las recetas documentadas y análisis estadístico

- Alsina, C. F., Gaspar; Marquet, L. (1990). *Pesos, mides i mesures dels Països Catalans*. Barcelona, Curial.
- Mut Calafell, A. (1994). *Fórmulas españolas de la tinta caligráfica negra de los siglos XIII a XIX y otras relacionadas con la tinta (revivir escritos, contra las manchas y goma glasa)*, Diputación Provincial de Huelva.

## 4.3. La química en las tintas

- Alcántara García, J. 2014. "Uso de monosacáridos para conservación de tintas ferrogálicas con altos contenidos de cobre." *Ediciones digitales*.
- Alcántara García, J., Ruvalcaba Sil, J. L. and Vander Meeren, M. 2014. "XRF Study of Mexican Iron Gall Inks: Historical and Geographical Overview of their Chemistry." *MRS Online Proceedings Library* 1618: 31-41.
- Bakkali, A., Lamhasni, T., Lyazidi, S.A., Haddad, M., Rosi, F., Miliani, C. Sánchez-Cortés, S. and El Rhaiti, M. 2014. "Assessment of a multi-technical non-invasive approach for the typology of inks, dyes and pigments in two nineteenth's century ancient Manuscripts of Morocco." *Vibrational Spectroscopy*.
- Belhadji, O, Tan Luu, C., Jacobi, E., Meslet-Struyve, S., Vez, S., Reissland, B., and Rouchon, V. 2014. "The Dutch Fe-Migration Mending Test." *Journal of PaperConservation Vol* 15: 9.
- Bicchieri, M., Michaela, M., Antonelli, M.L. 2001. "A new low-cost and complete restoration method: a simultaneous non-aqueous treatment of deacidification and reduction." in *3Th. International Conference Science and technology for the safeguard of cultural heritage of the mediterranean basin*, edited by C. y. U. d. A. d. Henares. Alcalá de Henares (Madrid).
- Bicchieri, M., Sodo, A., Piantanida, G. and Coluzza, C. 2006. "Analysis of degraded papers by non-destructive spectroscopic techniques." *Journal of Raman Spectroscopy* 37: 1186-1192.

- Botti, L., Mantovani, O. and Ruggiero, D. 2005. "Calcium phytate in the treatment of corrosion caused by iron gall inks: Effects on paper." *Restaurator* 26: 44-62.
- Calvini, P., A. Gorassini, and R. Chiggiato. 2006. "Fourier transform infrared analysis of some Japanese papers." *Restaurator* 27:81-89.
- Ceres, G. 2006. *Trattamenti su carte contenti inchiostri metallo-gallici: cenni storici e studio di fattibilità di un nuovo trattamento. Utilizzo di bromuri di alchilimidazolio (precursori di liquidi ionici).*, Metodi e tecnologie per la conservazione e il restauro di beni librari, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Roma.
- Contreras, G., Juanes, D., Santamaría, M.I. 2008. "Alternativa a la laminación en húmedo en el proceso de intervención de Actes del Consell de 1450-1571 en el Archivo Municipal de Alzira." in *17th International Meeting on Heritage Conservation.*, edited by U. P. d. Valencia. Castellón: 241-244
- da Costa, A., da Fonseca, N.F., de Carvalho, S., dos Santos, F., Barki, L., de Freitas, D. S., Herbst, M. H. and Lutterbach, M. 2013. "Archaeometric investigations on naturally and thermally-aged iron-gall inks using different tannin sources." *Central European Journal of Chemistry* 11: 1729-1739.
- Daniels, V. 2000. "The chemistry of iron gall ink." in *The iron gall ink meeting, Newcastle upon Tyne, 4th & 5th September 2000: postprints*: University of Northumbria: 31-36
- Dzinavatonga, K., Bharuth-Ram, K. and Medupe, T. R. 2014. "Mössbauer spectroscopy analysis of valence state of iron in historical documents obtained from the National Library of South Africa." *Journal of Cultural Heritage*.
- El Bakkali, A., Lamhasni, T., Haddad, M., Ait Lyazidi, S., Sanchez-Cortes, S. and del Puerto Nevado, E. 2012. "Non-invasive micro Raman, SERS and visible reflectance analyses of coloring materials in ancient Moroccan Islamic manuscripts." *Journal of Raman Spectroscopy*.
- . 2013. "Non-invasive micro Raman, SERS and visible reflectance analyses of coloring materials in ancient Moroccan Islamic manuscripts." *Journal of Raman Spectroscopy* 44: 114-120.
- Espadaler, I., Sistach, M.C., Cortina, M., Eljarrat, E., Alcaraz, R., Cabañas, J., Rivera, J. 1995. "Organic and inorganic components of manuscript inks." *Anales de química. Real Sociedad Española de Química*.
- Giorgi, R., Chelazzi, D., Baglioli, P. 2007. "Il ruolo degli inchiostri metallo-gallici nei processi degradativi di manoscritti cartacei." in *V Congresso Nazionale- Lo stato dell'Arte*, edited by IGILC. Cremona.

- Giorgi, R., Bozzi, C., Dei, L., Gabbiani, C., Ninham, B. W. and Baglioni, P. 2005. "Nanoparticles of Mg(OH)<sub>2</sub>: Synthesis and Application to Paper Conservation." *Langmuir* 21: 8495-8501.
- James, C. 2000. "The evolution of iron gall ink and its aesthetical consequences." Pp. 13-22 in *The iron gall ink meeting, Newcastle upon Tyne, 4th & 5th September 2000: postprints*: University of Northumbria.
- Kanngießner, B., Hahn, O., Wilke, M., Nekat, B., Malzer, W. and Erko, A. 2004. "Investigation of oxidation and migration processes of inorganic compounds in ink-corroded manuscripts." *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 59: 1511-1516.
- Kolar, J., Strlič, M. 2006. *Iron Gall Inks: on manufacture characterisation degradation and stabilisation*. Ljubljana: Ljubljana: National University Library.
- Kolar, J., Možir, A., Balažič, A., Strlič, M., Ceres, G., Conte, V., Mirruzzo, V. Steemers, T. and de Bruin, Gerrit. 2008. "New antioxidants for treatment of transition metal containing inks and pigments." *Restaurator* 29: 184-198.
- Kolar, J., Možir, A., Strlič, M., de Bruin, G., Pihlar, B. and Steemers, T. 2007. "Stabilisation of iron gal link: aqueous treatment with magnesium phytate." *e-Preservation Science* 4: 19-24.
- Kolar, J., Štolfa, A., Strlič, M., Pompe, M., Pihlar, B., Budnar, M., Simčič, J. and Reissland, B. 2006. "Historical iron gall ink containing documents — Properties affecting their condition." *Analytica Chimica Acta* 555: 167-174.
- Kolbe, G. 2004. "Gelatine in Historical Paper Production and as Inhibiting Agent for Iron-Gall Ink Corrosion on Paper." *Restaurator* 25: 26-39.
- Neevel, J.G. 2011. "The development of a new conservation treatment for ink corrosion, based on the natural anti-oxidant phytate."
- Neevel, J. G. 1995. "Phytate: a potential conservation agent for the treatment of ink corrosion caused by iron gall inks." *Restaurator-Copenhagen*- 16: 143-143.
- . 2002. "(Im) possibilities of the phytate treatment of ink corrosion." Pp. 74-86 in *Contributions to Conservation: Research in Conservation at the Netherlands Institute for Cultural Heritage (ICN)*: James & James (Science Publishers) Ltd.
- Odor Chávez, A. 2013. *Las tintas ferrogálicas: su historia, deterioro y estabilización*. Tesis de licenciatura Thesis, Escuela Nacional de Conservación, resaturación y museografía "Manuel del Castillo Negrete". Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D.F.

- Pataki, A. 2009. "Remoistenable Tissue Preparation and its Practical Aspects." *Restaurator*:51-69.
- Penders, N.J.C.M., Havermans, J.B.G.A. and Genuit, W. 2001. "Emission of volatile organic compounds from objects affected by iron gall ink and ink components after accelerated ageing." in *The Iron Gall Ink Meeting*.
- Plossi, M.; Zappalà, A. 2007. *Libri e documenti. Le scienze per la conservazione e il restauro*. Gorizia: Edizioni della Laguna.
- Plossi Zappalà, M. 1994. "Il propionato di calcio nella deacidificazione e/o stabilizzazione della carta." *Cellulosa e carta* 3: 53-59.
- Poggi, G, Toccafondi, N., Melita, L.N., Knowles, J.C., Bozec, L., Giorgi, R. and Baglioni, P. 2014. "Calcium hydroxide nanoparticles for the conservation of cultural heritage: new formulations for the deacidification of cellulose-based artifacts." *Applied Physics A* 114: 685-693.
- Poggi, G., Giorgi, R., Toccafondi, N., Katur, V. and Baglioni, P. 2010. "Hydroxide Nanoparticles for Deacidification and Concomitant Inhibition of Iron-Gall Ink Corrosion of Paper." *Langmuir* 26: 19084-19090.
- Poggi, G., Baglioni, P. and Giorgi, R. 2011. "Alkaline earth hydroxide nanoparticles for the inhibition of metal gall ink corrosion." *Restaurator* 32: 247-273.
- Reissland, B. 2000. "Visible progress of paper degradation caused by iron gall inks." in *The iron gall ink meeting*, edited by M. A. J. E. Brown. Newcastle-upon-Tyne: The University of Northumbria Postprint.
- Reissland, Cowan, B. and M. W. 2002. "The light sensitivity of iron gall inks." *Studies in Conservation* 47: 180-184.
- Remaizelles, C., Rouchon-Quillet, V., Bernard, J., Calligaro, T., Dran, J.C., Pichon, L., Salomon, J. and Eveno, M. 2005. "Influence of gum arabic on iron-gall ink Corrosion. Part II: Observation and elemental analysis of originals." *Restaurator* 26: 118-133.
- Rouchon, V., Duranton, M., Burgaud, C., Pellizzi, E., Lavédrine, B. Koen Janssens, de Nolf, W., Nuyts, G., Vanmeert, F. and Hellemans, K. 2011a. "Room-temperature study of iron gall ink impregnated paper degradation under various oxygen and humidity conditions: time-dependent monitoring by viscosity and X-ray absorption near-edge spectrometry measurements." *Analytical Chemistry* 83: 2589-2597.
- Rouchon, V., Duranton, M., Burgaud, C., Pellizzi, E., Lavédrine, B. Koen Janssens, de Nolf, W., Nuyts, G., Vanmeert, F., and Hellemans, K. 2011b. "Room-Temperature Study of Iron Gall Ink Impregnated Paper Degradation under Various Oxygen and Humidity Conditions:

- Time-Dependent Monitoring by Viscosity and X-ray Absorption Near-Edge Spectrometry Measurements." *Analytical Chemistry* 83: 2589-2597.
- Ruggiero, D. 2004. "*Gli inchiostri ferrogallici negli archivi e nelle biblioteche.*"
- Ruiz García, E. 2002. *Introducción a la codicología*, Edited by B. d. libro. Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez.
- Sistach Anguena, C. 2009. "Consideraciones en el tratamiento acuoso y desacidificación de manuscritos." *Boletín de referencias bibliográficas* 6, junio.
- Sistach Anguena, M. C. 2005. "Consideraciones en el tratamiento acuoso y desacidificación de manuscritos." in *Investigación en conservación y restauración: II Congreso del Grupo Español del IIC:[9, 10 y 11 de noviembre de 2005, Barcelona]*.
- Ursescu, M., T. Malutan, and S. Ciovisa. 2009. "Iron gall inks influence on papers' thermal degradation. FTIR spectroscopy applications." *Eur J Sci Theol* 5: 71-84.
- Zappalà, A. and De Stefani, C. 2005. "Evaluation of the Effectiveness of Stabilization Methods. Treatments by Deacidification, Trehalose, Phytates on Iron Gall Inks." *Restaurator* 26: 36-43.

#### 4.4. El acto de escribir

- Al-Abadi, H.M. 2005. *Las Artes del libro en Al-Andalus y el Magreb*. Madrid: Ediciones El Viso.
- Alturo, J. 2000. *El llibre manuscrit a Catalunya. Orígens i esplendor*. Barcelona, Generalitat de Catalunya: 1960-67.
- Brown, M. P. 1998. *The British Library guide to writing and scripts: history and techniques*: Toronto, University of Toronto Press.
- Burns, R. I. 1999. *El papel de Xàtiva*. Valencia, IVC+R. Generalitat Valenciana.
- Criado Vega, T. 2012. *Tratados y recetarios de técnica industrial en al España medieval. La Corona de Castilla, siglos XV - XVI*. Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Córdoba, Córdoba.
- D'Urso, T. 2007. *Giovanni Todeschino: la miniatura" all'antica" tra Venezia, Napoli e Tours*, vol. 16: Napoli, Accademia di Archeologia Lettere e Belle Arti, Arte tipografica.
- De Hamel, C. 1999. *Copistas e iluminadores*. Madrid: Akal.
- De Hamel, C. 1986. *A History of Illuminated Manuscript*: London, Phaidon.

- De Laurentiis, E. and Talamo, E. A. 2010. *Códices de la Capilla Sixtina. Manuscritos miniados en colecciones españolas*: Madrid, Centro de Estudios Europa Hispánica.
- De Silva y Verástegui, S. 1988. *La miniatura medieval en Navarra*. Pamplona: Gobierno de Navarra.
- Derrida, J. 1978. *De la gramatología*: Madrid, Siglo XXI.
- Escolar, H. and Carrión Gútiéz, M. 1993. *Historia ilustrada del libro español: Los manuscritos*, vol. 1: Madrid, Ed. Pirámide.
- Giménez Colodrero, L. E. 1945. *Historia de Pergamino hasta 1895*, vol. 23: Taller de impresiones oficiales. <http://www.clickear.gob.ar/gc/libro.html> (30 de junio de 2015)
- Hidalgo Binquis, M.C., Capellán de Miguel, G. . 2008. "El soporte de la lengua." in *El soporte de la lengua*, vol. 2, *Colección historia y patrimonio*, edited by P. d. S. M. I. R. d. N. Instituto del Patrimonio Histórico Español. Escuela de Patrimonio de Santa María la Real de Nájera: Instituto del Patrimonio Histórico Español, Patronato de Santa María la Real de Nájera.
- Kroustallis, S. 2002. "Escribir en el siglo XVI: recetas de la tinta negra española." *Boletín de la Real Sociedad económica matritense de Amigos del país* 48:99-112.
- Maniaci, M. 2002. *Archeologia del manoscritto: metodi, problemi, bibliografia recente*, vol. 34: Roma, Viella.
- Martínez de Sousa, J. 2004. *Diccionario de bibliología y ciencias afines*. Gijón, Editorial Trea.
- Mut Calafell, A. 1992. "Fórmulas españolas de la tinta caligráfica negra de los siglos XIII a XIX y otras relacionadas con la tinta." *El papel y las tintas en la transmisión de la información. I Jornadas archivísticas. Huelva, Diputación de Huelva*: 103-183.
- Muzerelle, D. 1985. *Vocabulaire codicologique: répertoire méthodique des termes français relatifs aux manuscrits*. París, CNRS.
- Paredes, P. 1792. *Instrucciones prácticas en el arte de escribir [Texto impreso] : reducidas a cinco diálogos entre maestro y discípulo / que para imponer y perfeccionar en sus reglas a los jóvenes aplicados de la nación española publica Pedro Paredes ... ; Ilustrado cada diálogo con el correspondiente número de láminas inventadas y gravadas por el mismo autor ...* Murcia: Imprenta de la Viuda de Felipe Teruel.
- Pedemonte, E. 2008. "La carta." *Storia, produzione, degrado, restauro*. Marsilio Editori, Venezia.
- Pérez García, C., Hidalgo Brinquis, M.C. 2009. "Actas de la reunión de estudio sobre papel hispanoárabe." in *Reunión de estudio sobre papel hispanoárabe*. Diputación de Valencia. Xàtiva.

- Ramón, N. 2002. *El origen de la familia Crespí: iluminadores valencianos*. Segorbe, Mutua Segorbina.
- Rodríguez Díaz, E.E. 2002. "Técnicas de escritura y del libro manuscrito." *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla II*. Valladolid, Junta de Castilla y León:589-617.
- Ruiz García, E. 2002. *Introducción a la codicología*, Edited by B. d. libro. Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez.
- Smeyers, M. 1999. *Flemish miniatures from the 8th to the mid-16th century: the medieval world on parchment*: Leuven, Davidsfonds.
- Voronova, T. and Sterligov, A. 1996. *Manuscrits enluminés occidentaux VIIIe-XVIIe siècles à la Bibliothèque nationale de Russie de Saint-Petersbourg*. Bournemouth, San Petersburgo: Éd. d'art Aurora.
- Walther, I. F and Wolf, N. 2005. *Obras maestras de la iluminación: Los manuscritos más bellos del mundo desde el año 400 hasta 1600*: Colonia, Taschen.
- Watson, R. 2003. *Illuminated manuscripts and their makers*: London, V&A.

## Capítulo 5: Resultados

- Alcántara García, J., Ruvalcaba Sil, J. L. and Vander Meeren M. 2014. "XRF Study of Mexican Iron Gall Inks: Historical and Geographical Overview of their Chemistry." *MRS Online Proceedings Library* 1618: 31-41.
- Bakkali, A. El, Lamhasni, T., Lyazidi, A. S., Haddad, M., Rosi, F., Miliani, C., Sánchez-Cortés, S. and El Rhaiti, M. 2014. "Assessment of a multi-technical non-invasive approach for the typology of inks, dyes and pigments in two nineteenth's century ancient Manuscripts of Morocco." *Vibrational Spectroscopy*.
- Bicchieri, M., Monti, M., Piantanida, G. and Sodo, A. 2008. "All that is iron-ink is not always iron-gall!" *Journal of Raman Spectroscopy* 39: 1074-1078.
- Ceres, G. 2006. *Trattamenti su carte contenti inchiostri metallo-gallici: cenni storici e studio di fattibilità di un nuovo trattamento. Utiizzo di bromuri di alchilimidazolio (precursori di liquidi ionici)*. Tesis de Licenciatura, Metodi e tecnologie per la conservazione e il restauro di beni librai, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Roma.
- Contreras, G. M., Fernández, G., Gamón, M., Juanes, D., Romera, D., Sancenón, J. 2012. "Aplicación de la espectrometría de masas en tándem a la caracterización de tintas en manuscritos (s. XV-XVIII)." *Arte y Ciencia IV*.

- El Bakkali, A., Lamhasni, T., Haddad, M., Lyazidi, S. A., Sanchez-Cortes, S. and del Puerto Nevado, E. 2012. "Non-invasive micro Raman, SERS and visible reflectance analyses of coloring materials in ancient Moroccan Islamic manuscripts." *Journal of Raman Spectroscopy*.
- . 2013. "Non-invasive micro Raman, SERS and visible reflectance analyses of coloring materials in ancient Moroccan Islamic manuscripts." *Journal of Raman Spectroscopy* 44: 114-120.
- Guerra, M, Longelin, S., Pessanha, S., Manso, M. and Carvalho, M.L. 2014. "Development of a combined portable x-ray fluorescence and Raman spectrometer for in situ analysis." *Review of Scientific Instruments* 85: 063113.
- Kolar, J., Štolfa, A., Strlič, M., Pompe, M., Pihlar, B., Budnar, M., Simčič, J. and Reissland, B. 2006. "Historical iron gall ink containing documents — Properties affecting their condition." *Analytica Chimica Acta* 555: 167-174.
- Paulusová, H. and Karhan, J. "Investigation on iron-gall inks."
- Remaizelles, C., Rouchon-Quillet, V., Bernard, J., Calligaro, T., Dran, J.C., Pichon, L., Salomon, J. and Eveno, M. 2005. "Influence of gum arabic on iron-gall ink Corrosion. Part II: Observation and elemental analysis of originals." *Restaurator* 26: 118-133.
- Sistach, C. 2011. "Aportación al estudio de las tintas. los colorantes y pigmentos aplicados en manuscritos." en imprenta in *I Congreso Internacional del soporte escriptorio en la Edad Media*. Valencia: Diputación de Valencia.





Figura 499: Archivo de la Catedral de Valencia.



	A	B	C	D	E	F
1	NUM. DE RECETA	DATACIÓN	MA N/I MP RE	FUENTE	AGALLAS	FE
2	1	s. XI	ms.	°Umdat al kuttāb (al-°Abbādī 2005)	3 partes de agallas	unas onzas de vitriolo
3	2	s. XI	ms.	°Umdat al kuttāb (al-°Abbādī 2005)- para uso de la gente común	una parte de agallas verdes	media onza de vitriolo verde
4	3	s. XI	ms.	°Umdat al kuttāb (al-°Abbādī 2005)- tinta para escribir en los dafātir	30 agallas molidas	5 dirhams de vitriolo
5	4	s. XI	ms.	°Umdat al kuttāb (al-°Abbādī 2005)- tinta de preparación rápida (iraquí)	una parte de agallas verdes de pequeño tamaño	una parte de vitriol rumí
6	5	?	ms.	H290 B. Montpellier (Córdoba de la Llave 2005)	libra y media	1 libra de acije
7	6	S.XIII	ms.	Tuhaf al jawāss de al-Qalalūsī (al-°Abbādī 2005)	kilo y medio de agallas + semillas de T. articulata (araar)	medio de vitriol
8	7	S.XIII	ms.	Tuhaf al jawāss de al-Qalalūsī (al-°Abbādī 2005)	unos puñados de agallas trituradas	caparrosa verde
9	8	S.XIII	ms.	Tuhaf al jawāss de al-Qalalūsī (al-°Abbādī 2005)	agallas pulverizadas	vitriolo verde cuanto juzgues necesario
10	9	S.XIII	ms.	Tuhaf al jawāss de al-Qalalūsī (al-°Abbādī 2005)	dos tercios de agallas	5 dirhams de virtiolo
11	10	S.XIII	ms.	Tuhaf al jawāss de al-Qalalūsī (al-°Abbādī 2005)	un peso de agallas y pulverizalas a martillazos	5 dirhams de virtiolo
12	11	S.XIII	ms.	Tuhaf al jawāss de al-Qalalūsī (al-°Abbādī 2005)	cantidad proporcionada de agallas negras que no tengan agujeros y cuyo peso no exceda de tres onzas	vitriolo en la cantidad que juzgues apropiada
13	12	S.XIII	ms.	Tuhaf al jawāss de al-Qalalūsī (al-°Abbādī 2005)	dos onzas de agallas	vitriolo a tu gusto
14	13	S.XIII	ms.	Tuhaf al jawāss de al-Qalalūsī (al-°Abbādī 2005)	agallas sanas sin agujeros	una parte de vitriolo
15	14	S.XIII	ms.	Tuhaf al jawāss de al-Qalalūsī (al-°Abbādī 2005)	una onza y un cuarto de agallas pulverizadas	media onza de vitriolo mezclado con agua
16	15	S.XIII	ms.	Tuhaf al jawāss de al-Qalalūsī (al-°Abbādī 2005)	pedazos de agallas en la cantidad que consideres	la suma de agallas y goma en vitriolo

	A	B	C	D	E	F
17	16	S.XIII	ms.	Tuhaf al jawāss de al-Qalalūsī (al-°Abbādī 2005)	x	la cantidad de vitriol que quieras
18	17	1272	im.	Ramón Llull: Llibre de conetmplació de Deu, cap. 291, 21. (Mut, 1992)	x	vitriol
19	18	1382	ms.	Notario Albinat de Canal. Llibre de Cort Reial Mallorca (Mut, 1992)	3 onces	vedriol
20	19	1415	ms.	Andreu Julià, notario. Protocolos ARV (Cárcel & Trench, 1979)	3 onces	4 onces d' atzige, alias vidriol d'Ávila
21	20	dp. 1471	ms.	Llibre de ordenacions del Regne ... ARM cod. 161. (Mut 1992)	2 onces	2 onces vadriol
22	21	1474	ms.	Archivo Histórico Provincial de Córdoba, Sección de Protocolos Notariales de Córdoba, Legajo 13665P, Cuaderno 5, fol. 58v. (Criado 2012)	2 onças de agallas ben quebradas	2 onças de buen aciche
23	22	s. XV	ms.	BFMM, Ms. H – 490, fols. 222r-234r. (Córdoba de la Llave 2005)- Montpellier	1 libra y media de agallas	1 libra de acije
24	23	s. XV	ms.	Ramón de Planes, recopilación textos jurídicos. Biblio. Catalunya (Mut 1992)	3 hunsas de gales de Flandas	2 onces de caparrosa
25	24	1499	ms.	Libro de los oficios Guadalupe. Pergaminería. Fray Diego de Écija (Criado 2012)	6 onzas	4 honças de azige e dos de caparroso
26	25	1499	ms.	Libro de los oficios Guadalupe. Pergaminería. Fray Diego de Écija (Kroustallis 2007)	x	2 onzas caparrosa y 4 de acije (vitriolo)
27	26	1499	ms.	Libro de los oficios Guadalupe. Pergaminería. Fray Diego de Écija (Kroustallis 2007)	3 libras	2 libras de acije + 1 libra de caparrosa molida
28	27	1499	ms.	Libro de los oficios Guadalupe. Pergaminería. Fray Diego de Écija (Kroustallis 2007)	3 libras	2 libras de caparrosa
29	28	s. XV-XVI	ms.	Recetas sacadas de don Alejo Piamontés y otros autores. BNE, Ms. 9226. Epígrafe 3, fols. 12-162. (Criado 2012)	6 onzas	5 onzas de caparrosa molida

	A	B	C	D	E	F
30	29	s. XV-XVI	ms.	Recetas sacadas de don Alejo Piamontés y otros autores. BNE, Ms. 9226. Epígrafe 3, fols. 12-162. (Criado 2012)	6 onças de agallas quebradas	5 onzas de caparrosa molida
31	30	s. XVI	ms.	Recetario BPR, Ms II/657, fol. 35r (Criado 2012)	3 onças de galas de Levante muy bien molidas	2 onças de vitriolo romano
32	31	1533	ms.	Jaume Coll, notario de Pineda, Barcelona (Mut 1992)	8 onzas	8 onzas caparros sulsas (disueltas)
33	32	1548	im.	Juan de Iciar: "Recopilación subtilissima, intitulada Orthographia practica. Zaragoza. 1,	3 onzas (pequeñas, arrugadas y de buen peso) quebrantadas en piezas grossezuelas	2 onzas de caparrós o vidriol romano muy bien molido
34	33	1552	im.	Andrés Florez "Doctrina cristiana del ermitaño y el niño", Madrid (BNE)	1 onza	1 onza de aziche o mejor es caparrosa
35	34	1548	im.	Juan de Iciar: "Recopilación subtilissima, intitulada Orthographia practica. Zaragoza. 2 (UCM)	4 onzas de agallas de Valencia	4 onzas de vidriol de Flandes
36	35	1555	im.	Juan de Iciar: "Arte subtilissima, por la qual se enseña a escreuir perfectamente". Impreso a costa de Miguel d'çcapilla mercader de libros vezino de çaraçgoça. BNE R/40714 (1)pag. 101. Receta de tinta para papel	3 onzas de agallas pequeñas arrugadas, y de buen peso: que las que no son asi son vanas y de poca virtud: y estas quebantadas en pieças grossezuelas	muela dos onzas de caparros, o vidriol romano
37	36	1555	im.	Juan de Iciar: "Arte subtilissima, por la qual se enseña a escreuir perfectamente". Impreso a costa de Miguel d'çcapilla mercader de libros vezino de çaraçgoça. BNE R/40714 (1)pag. 101-102. Recepta de tinta para pergamino	quatro onzas de galas de Valencia	hasta quatro onzad de vidriolo
38	37	1599	im.	Ignacio Pérez "El arte de escribir con cierta industria e invención" (Mut 1992)	2 libras de agallas finas quebrantadas	1 libra de caparrosa + cuarterón de azeche
39	38	1599	im.	Ignacio Pérez "El arte de escribir con cierta industria e invención" (Mut 1992)	2 libras de agallas finas quebrantadas	1 libra de caparrosa + cuarterón de azeche
40	39	s. XVI	ms.	Miquel Adell, notario de Valencia, ARV. (Cárcel & Trench, 1979)	6 onces espinosa ben picada e pasada per cedás	6 onces de vitriol romà
41	40	s. XVI	ms.	Miquel Adell, notario de Valencia, ARV. (Cárcel & Trench, 1979)	3 onces menuda, breu e crespa, a troços grosos	2 onces de caparrots o de vidriol romà ben groch e ben picat
42	41	s. XVI	ms.	Recetas en nombre del Doctor Segura...BPR, Ms. li/1393, fol 1r (Criado 2012)	3 onzas de agallas	4 onzas de caparrosa

	A	B	C	D	E	F
43	42	finales del s. XVI	ms.	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 35 (Criado 2012)	6 onzas de agallas partidas	5 onzas de caparrosa molida 2 onzas de caparrosa o vidriol
44	43	finales del s. XVI	ms.	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 41 (Criado 2012)	3 onzas de gallas arrugadas y espesas rotas en pedacitos	romano bien encendido en su color y bien molido
45	44	finales del s. XVI	ms.	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 71 (Criado 2012)	6 onzas de agallas quebradas	5 onzas de caparrosa bien molida
46	45	finales del s. XVI	ms.	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 71, de Fray Alonso de Palencia, fol. 71 (Criado 2012)	4 onzas de agallas quebradas	4 onzas de caparrosa o vidriol de Flandes o romano, que es todo uno
47	46	finales del s. XVI	ms.	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 71, de Fray Alonso de Palencia, fol. 71 (Criado 2012)	6 onzas de agallas quebradas	6 onzas de caparrosa
48	47	finales del s. XVI	ms.	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 71, de Fray Alonso de Palencia, fol. 72 (Criado 2012)	4 onzas	4 onzas de caparrosa
49	48	1594	ms.	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 94 - Martín de Palencia (Criado 2012)	1 onza	3 onzas de vidriol
50	49	finales del s. XVI	ms.	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 106 (Criado 2012)	4 onzas de agallas finas y quebarantadas	6 onzas de virtiol romano 4 onzas de vitriol; la caparrosa
51	50	finales del s. XVI	ms.	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 112 (Criado 2012)	4 onzas de agalla, menuda, crespada y dura dentro	(cambia la denominación) debe ser de buen color azul dentro
52	51	finales del s. XVI	ms.	Recetario de Alejo Piamontés, fol. 161-2 (Criado 2012)	1 libra de agallas muy buenas y quebradas en 3 ó 4 partes, freirlas con aceite un poco en una sartén	8 onzas de caparrosa bien molido
53	52	¿s. XVI?	ms.	Receta sobre fragmento de pergamino aparecida en el baúl de Chavás. Catedral de Valencia (Vicent Pons)	2 onças de gales de Romania	2 onças de caparros
54	53	1613- 1648	ms.	Baldufari de Bartholomé Mayques, s.f.Arxiu Municipal d'Ontinyent (Antonio Castelló)	4 onses de gales romanes a troços	6 onses vidiol romaní ben picat

	A	B	C	D	E	F
55	54	1625	ms.	Miquel Thomás, Llibre de memòries ARM (Mut 1992)	6 onces de gala fina...ha de ser negre	6 onces de caparrós...ha de ser verd
56	55	1631	im.	Pedro Díaz Morante: Quarta parte del arte nueva de escribir. Dezimo punto. Y es de cómo se hara buena tinta (BV)	3 onzas de agallas finas quebrantadas, así como quatro o cinco pedazos cada agalla, de manera que no se haga polvo	4 onzas vitriol romano
57	56	1637	ms.	Formulari de Juristes, Sueca (Cortés, 1984)	3 lliures de galla	2 lliures de vidriol
58	57	segunda mitad del s. XVII	ms.	Inventario Meca Cassador (ACA)- (Sistach 2011)	6 onzas de galas petitas y de color de plom (que las grogas no son tan bonas)	6 onzas vidriol roma
59	58	1650	im.	José de Casanova: el arte de escribir, Madrid (Mut 1992)	4 onzas de agallas finas, escogiendo las más pesadas y de color plomo, y no de las grandes amarilla que son muy ligeras y no tienen sustancia	4 onzas de vitriol romano y si éste no se hallare, 4 onzas de caparosa, busando entre ella unos pedacillo que hay más azules, que estos hacen el mismo efecto que el vitriol
60	59	mediados s. XVII	ms.	Misceláneas Llabrés, Ayto. Palma de Mallorca (Mut 1992)	3 onces de galla de Romania, si es posible las que tenen agullons (pinchos)	1 onza de vitriol sevillà o montalbà y un quart de caparrós
61	60	1675	ms.	Diego A. Cupillar, Tarifa de los negocios de España, ARM	3 onzas (la libra 8 baiques)	2 onzas de vitriolo (la libra un carlín)
62	61	1682	ms.	Protocolo notarial de José Mazón. Fol 152r y v (Carmina Verdú)	4 onzas de agallas finas medio quebrantadas (no echas polvos)	3 onzas de alcaparros limpio y molido
63	62	1690	im.	Diego Bueno: Arte nuevo de enseñar a leer, escribir....Zaragoza (BNE)	1 libra de agallas quebrantadas	1 libra de vitriol
64	63	1690	im.	Diego Bueno: Arte nuevo de enseñar a leer, escribir....Zaragoza (Mut 1992)- para pergamino	1 libra de agallas finas cascadas, pero no molidas	1 libra de vitriol
65	64	1690	im.	Diego Bueno: Arte nuevo de enseñar a leer, escribir....Zaragoza (BNE)- para tinta en polvo	1 onza	1 onza de vitriol

	A	B	C	D	E	F
66	65	1696	im.	Lorenzo Ortiz: El maestro de escribir, Venezia (Mut 1992)	4 ó 5 onzas de agallas sólidas y bien pesadas y de color aceitunado	4 onzas de buena alcaparrosa, bien espejada y verde
67	66	1696	im.	Lorenzo Ortiz: El maestro de escribir, Venezia (Mut 1992)	6 onzas de agallas molidas como granos de trigo	alcaparrosa 1 onza por quartillo
68	67	1696	im.	Lorenzo Ortiz: El maestro de escribir, Venezia (Mut 1992)	1 onza de agallas molidas	1 onza de vidriol hecho polvo
69	68	1696	im.	Lorenzo Ortiz: El maestro de escribir, Venezia (Mut 1992)- navegación	1 onza de agallas molidas	1 onza de vidriol hecho polvo, secado y pasado por el cedazo
70	69	1698	ms.	Ms. 672 USAL (Óscar Lilao)	6 onzas	4 onzas de caparrosa
71	70	s. XVII	ms.	Guillem Manuel, notario de Valencia, ARV Real (Cárcel & Trench 1979)	2 lliures de gala fina	una liura y mitja de vitriol
72	71	s. XVII	ms.	BNE, Mss/7866. Luis Álvarez: Grandezas, antigüedades y nobleza del barco de Ávila y su origen (Arsenio Sánchez Hernampérez)	una onza de agalla fina cascada	media onza de alcaparrosa muy bien molida
73	72	¿s. XVII?	ms.	Llibre de franqueses y ordinacions de Menorca. ARM. (Mut 1992)	4 onces	1 onza y 2 onzas de caparrós
74	73	¿s. XVII-XVIII?	ms.	Recetario. Archivo de Ca'n Vivot (Mut 1992)	1 onza de agallas finas, picadas y cernidas	1 onza de vitriol romano picado y pasado por el tamiz
75	74	¿s. XVII-XVIII?	ms.	Cuaderno de recetas del Archivo de Pablo Feliu Quadreny. Puigpunyent, Mallorca (Mut 1992)	una unsa y mitja	dos doblés de vitriol
76	75	¿s. XVII-XVIII?	ms.	Cuaderno de recetas del Archivo de Pablo Feliu Quadreny. Puigpunyent, Mallorca (Mut 1992)	2 libras y media	2 libras caparrós
77	76	¿s. XVII-XVIII?	ms.	Cuaderno de recetas del Archivo de Pablo Feliu Quadreny. Puigpunyent, Mallorca (Mut 1992)	3 sous	2 diners de vitriol
78	77	¿s. XVII-XVIII?	ms.	Cuaderno de recetas del Archivo de Pablo Feliu Quadreny. Puigpunyent, Mallorca (Mut 1992)	7 onzas	5 onzas de vidriol
79	78	s. XVIII	ms.	BNE, ms. 9028, Epígrafe 13, fol. 1r (Criado 2012)	4 onzas de agallas finas picadas	4 onzas de caparrosa



	A	B	C	D	E	F
80	79	s. XVIII	ms.	BUS, ms. 354, fol. 255v	4 onzas de agallas color de plomo pesados	un poco de ematites y 4 onzas de buena caparrosa
81	80	s. XVIII	ms.	BUS, ms. 1562, fol. 234r	1 onza de agalla	medio cuarto de caparrosa
82	81	s. XVIII	ms.	BRAH, Fondo Salazar Castro, ms. K-50, fol. 164v	4 onzas de galas muy molidas	dos onzas de caparrosa
83	82	1742-1756	ms.	Nicolau Roca i Mora, notario de Mallorca. Biblio. Balear, Monasterio de la Real, Palma. (Mut 1992)	3 onzas de agallas finas quebrantadas	4 onzas de vidriol romano
84	83	1750		B. Bennàssar de Gabellí. ARM. Anual del Sr. Jaume Desmàs. (Mut 1992)	6 onzas (6 sueldos la libra)	4 onzas (1 sueldo la libra)
85	84	1751-1759	ms.	Joan Armengol, notario, síndico y archivero perpetuo de la ciudad de Mallorca. ARM (Mut 1992)	4 onzas de agallas finas, escogiendo las más pesadas y de color plomo, las cuales hay que quebrantar	4 onzas vidriol romano, si es te no se hallase 4 onzas de caparrosa, buscando entre ellas unos pedacitos azules, que hacen el mismo efecto que el vitriol
86	85	1753	im.	Gabriel Fernández Patiño y Prado: Origen de las ciencias, arte nuevo de leer, escribir y contar. Madrid (Mut 1992)	1 quarterón de agallas finas, escogiendo las mejores y de color plomo, porque als grandes y amarillas no tienen sustancia, quebrantadas	5 ó 6 onzas de caparrosa, procurando escoger la que fuera más azul
87	86	1760	ms.	Isidoro Romero Ceballos que forma parte de la Colección Documental Gregorio Chil y Naranjo conservado en el Archivo de El Museo Canario. El código de referencia es ES 35001 AMC/GCh 1594. (Fernando Betancour)	una quarta de agalla de levante, ésta se machaca sin molerla y se echa en infusión	una onsa de alcaparrosa
88	87	1766	im.	Fray Luis de Olod Bibliotecario Real: Tratado del origen y el arte de escribir bien. Gerona, imp. Narciso Oliva (RAE)	7 onzas de nueces de agallas finas (pesadas y de color plomo	5 onzas de vidriol de Inglaterra (si no se encuaentra, 8 onzas de caparrosa, buscando los pedacitos azules)

	A	B	C	D	E	F
89	88	1785	ms.	BNE r/39006. Antonio de Guadalupe Ramirez: Breve compendio de todo lo que debe saber , y entender el christiano, para poder lograr...Ciudad de Pachuca, Méjico (Arsenio Sánchez Hernampérez)		2 onzas de alcaparrosa
90	89	1792	im.	Pedro Paredes: Instrucciones prácticas del arte de escribir. Murcia (Mut 1992)	12 onzas de agallas de color plomo que sean de calidad pesadas	12 onzas de vitriolo o caparrós verde
91	90	s. XVIII	ms.	Francesc de Paula Alonso (Colegiata de Xàtiva- Llibre de genealogíes)- (Mut 1992)	8 onzas de agalla	4 onzas de vitriolo romano
92	91	s. XVIII	ms.	Francesc de Paula Alonso (Colegiata de Xàtiva- Llibre de genealogíes)- (Mut 1992)	4 onzas de agalla fina	1/2 onza de caparrós
93	92	s. XVIII	ms.	Colecciones facticias ARM (Mut 1992)	1 libra y media	vitriol o caparrosa 1 libra y media
94	93	s. XVIII	ms.	Cuaderno de recetas del Archivo de Pablo Feliu Quadreny. Puigpunyent, Mallorca (Mut 1992)	12 onzas de agallas quebradas	4 onzas de vitriol verde
95	94	¿s. XVIII?	ms.	Colecciones facticias ARM (Mut 1992)	4 onzas de agallas finas	2 onzas y media de vitriol romano o caparrós
96	95	¿s. XVIII- XIX?	ms.	Joan Pujetó, Archivo del Monasterio de Poblet- (Alisent 1969)	2 onzas de agallas chafadas	1 onza de vitriolo verde
97	96	~ 1783- 1900	ms.	Nota en el libro de François Bertrand de Barréme: Compes-faits ou Tarif général ....Rouen 1783. Biblioteca de la Catedral de Valencia (Vicent Pons)	7 libras de agallas negras aplomadas	4 libras de vitriolo de Inglaterra y 6 onzas de vitriolo de Chipre
98	97	~ 1801	ms.	Ms. 1652 USAL (Óscar Lilao)	una onza de agalla	una onza de caparrosa
99	98	inicios s XIX	ms.	Jaume Pàmies, Archivo Monasterio de Poblet, Llibre de ordre (Alisent 1969)	4 onzas galas Alep (7 sous)	1 onza y media de vitriol (1 sou, 6 diners)
100	99	1802	im.	Torquato Torío de la Riva y Herrero: Arte de escribir por reglas y con muestras...Madrid (UCM)	6 onzas de agallas finas, que sean bien pesadas, de color plomo y sin agujeritos como los que tiene la maderra carcomida, quebrantadas solo, no molidas	3 onzas de vitriol romano, o de caparrosa, bien molida

	A	B	C	D	E	F
101	100	1808	im.	Francisco de Paula Martí. Poligrafía o arte de escribir (BC)	1 libra, 16 onzas quebrantadas	seis onzas caparrosa
102	101	1808	im.	Francisco de Paula Martí. Poligrafía o arte de escribir (BC)	4 onzas	colcotar (óxido de Fe III) <i>no es más que la caparrosa calcinada en una cazuela o fuego activo, meneándola con un yerro hasta que tome el color del ladrillo</i>
103	102	1808	im.	Francisco de Paula Martí. Poligrafía o arte de escribir (BC)	4 onzas	colcotar (óxido de Fe III) <i>no es más que la caparrosa calcinada en una cazuela o fuego activo, meneándola con un yerro hasta que tome el color del ladrillo</i>
104	103	Dp. 1808	ms.	Lluís de Villafranca- Archivo de C'n Vivot, Palma de Mallorca (Mut 1992)	2 onzas	1 onsa de caparrós
105	104	Dp. 1808	ms.	Lluís de Villafranca- Archivo de C'n Vivot, Palma de Mallorca (Mut 1992)	3 onzas y media de agallas las más pesadas	2 onzas y media de vitriol fino
106	105	c. 1828	ms.	Moragas, mercadors de Valls, AHP Tarragona, dietari (Mut 1992)	6 onzas	6 onzas vadriol
107	106	1829	im.	Anónimo: Secretos raros de artes y oficios. Madrid (BNE)	1 libra	6 onzas de caparrosa verde
108	107	1829	im.	Anónimo: Secretos raros de artes y oficios. Madrid (BNE)	2 libras de nuez de agallas machacadas	12 onzas de vitriolo verde o blanco
109	108	1829	im.	Anónimo: Secretos raros de artes y oficios. Madrid- tinta que se hace al momento	una onza y media de nuez de agallas machacadas	1 onza de vitriolo romano
110	109	1829	im.	Anónimo: Secretos raros de artes y oficios. Madrid- tinta perpetua e indeleble (BNE)	media libra de nuez de agallas machacadas	2 onzas de caparrosa verde
111	110	1829	im.	Anónimo: Secretos raros de artes y oficios. Madrid- para hacer tinta sin fuego (BNE)	una libra de nuez de agallas de las más negras, machacadas	4 onzas de caparrosa
112	111	1829	im.	Anónimo: Secretos raros de artes y oficios. Madrid- tinta lustrosa (BNE)	2 onzas de nuez de agallas	3 onzas de caparrosa verde
113	112	1829	im.	Anónimo: Secretos raros de artes y oficios. Madrid- tinta en polvos (BNE)	10 onzas de nuez de agallas	3 onzas de caparrosa
114	113	1831	ms.	Joaquín M <sup>a</sup> Bover de Rosselló (miscelàneas históricas Palma de Mallorca) (Mut 1992)	4 onzas de agallas finas hechas trozos	4 onzas de vitriolo

	A	B	C	D	E	F
115	114	1847	im.	Antonio Alverá Delgrás: Nuevo arte de aprender y enseñar a escribir. Madrid- tinta barata para la escuela (Mut 1992)		3 onzas de caparrosa
116	115	1847	im.	Antonio Alverá Delgrás: Nuevo arte de aprender y enseñar a escribir. Madrid- tinta para el invierno (Mut 1992)	8 onzas de agallas finas, bien pesadas, grises y sin agujeros, quebrantadas	2 onzas y media de vitriolo romano, si se encuentra fino; y en su defecto caparrosa ordinaria sin tierra y bien verde
117	116	1847	im.	Antonio Alverá Delgrás: Nuevo arte de aprender y enseñar a escribir. Madrid- tinta para el verano (Mut 1992)	8 onzas de agallas finas, bien pesadas, grises y sin agujeros, quebrantadas	2 onzas y media de vitriolo romano, si se encuentra fino; y en su defecto caparrosa ordinaria sin tierra y bien verde
118	117	1847	im.	Antonio Alverá Delgrás: Nuevo arte de aprender y enseñar a escribir. Madrid- tinta para escritos delicados (Mut 1992)	8 onzas de agallas finas, bien pesadas, grises y sin agujeros, quebrantadas	2 onzas y media de vitriolo romano, si se encuentra fino; y en su defecto caparrosa ordinaria sin tierra y bien verde- colada dentro de una muñequilla
119	118	1847	im.	Antonio Alverá Delgrás: Nuevo arte de aprender y enseñar a escribir. Madrid- tinta indeleble para ejecutorias (Mut 1992)	2 onzas de agallas superiores	un onza de vitriolo romano fino
120	119	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid, p.1-2 (BNE)	30 onzas de buenas agallas quebrantadas	18 onzas de caparrosa
121	120	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid, p. 2-3 (BNE)	1 libra de agallas molidas groseramente	6 onzas de caparrosa verde
122	121	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- tinta de Lamery, p. 3-4 (BNE)	1 libra de agallas quebrantadas	8 onzas de sulfato de hierro
123	122	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- tinta inglesa, p. 4-5 (BNE)	media libra de agallas molidas	2 onzas de caparrosa
124	123	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- tinta de Jeofry, p. 5-6 (BNE)	10 onzas de agallas de Alepo machacadas	8 onzas de sulfato de hierro

	A	B	C	D	E	F
125	124	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- tinta superiot de Mr. Wbrect, p. 7 (BNE)	2 libras de agallas finas de Alepo	1 libra de caparrosa verde
126	125	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- tinta de Macquer, p. 8 (BNE)	1 libra de agallas	6 onzas de sulfato de hierro
127	126	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- Mr Licio Grissone, p. 9-10 (BNE)	5 onzas de agallas machacadas	3 onzas de sulfato de hierro
128	127	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- Dr. Lewis, p. 10-11 (BNE)	3 onzas de agallas	una onza de sulfato de hierro
129	128	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- Dr. Lewis, b, p. 11 (BNE)	3 onzas de agallas	una onza de sulfato de hierro
130	129	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- Mr. Bouissont, p. 11-12 (BNE)	16 onzas de agallas finas de Alepo	
131	130	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- Mr. Tarry, p. 12-13 (BNE)	4 onzas de agallas	una onza de sulfato de hierro
132	131	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- tinta del barón Rouquelffort, p. 14-15 (BNE)	4 onzas de agallas buenas y legítimas	media onza de caparrosa verde
133	132	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- M. Prouste (químico que hizo importantes descubrimientos sobre el sulfato de hierro), p. 15-16	4 onzas de agallas quebrantadas groseramente	2 onzas y media sulfato de hierro cristalizado calcinado hasta el color blanco porque da un precipitado mucho más negro
134	133	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid, p. 17 (BNE)	4 onzas de buenas agallas quebrantadas	una onza y dos dracmas de sulfato de hierro
135	134	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- tinta indestructible del doctor Haladat, p 18-20	x	x

	A	B	C	D	E	F
136	135	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- tinta que no hace poso, Mr Chaptal, p. 24-25 (BNE)	dos partes de agallas quebrantadas	disolución de sulfato calcinado, la cual se concentra hasta 10 grados
137	136	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- tinta inalterable del Brasil (BNE)	2 libras de agallas quebrantadas	12 onzas de caparrosa verde
138	137	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid.- tinta del Dr. Pajor-Laforet (BNE)	5 onzas de buenas agallas	4 onzas de sulfato de hierro calcinado
139	138	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- tinta que se hace en dos horas y se puede usar al instante, p. 31-32(BNE)	3 onzas de agallas finas de Apepo machacadas	2 onzas de vitriolo romano en polvo
140	139	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- tinta inalterable llamada perpetua, p. 32-33 (BNE)	1 libra de agallas finas de Alepo machacadas	un quarterón de caparrosa calcinada
141	140	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- tinta española que se elabora en frío, p. 34-35 (BNE)	16 onzas de agallas quebrantadas	un quarterón de caparrosa verde pero seca
142	141	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- tinta indestructible e inalterable de Mr Joaquin Ruvet, p. 35-37 (BNE)	3 onzas de agallas quebrantadas	3 onzas de caparrosa calcinada
143	142	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- tinta de olor de rosa, p. 37 (BNE)		3 adarmes de sulfato de hierro
144	143	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid- modo de hacer tinta en polvo, p. 44 (BNE)	15 onzas de nuez de agalla	4 onzas de caparrosa calcinada
145	144	1856	im.	Dr. Cervera: Nuevo arte de hacer toda clase de tintas de escribir. Madrid, p. 50 (BNE)	8 onzas de agallas finas de Alepo	4 onzas de caparrosa

	A	B	C	D	E	F
146	145	anterior a 1886	ms.	Pere d'Alcàntara Peña Nicolau, Libreta de Recetas, Palma de Mallorca (Mut 1992)	2 onzas	una onsa vitriol
147	146	~ 1850- 1900	ms.	Nota en el Libro Año del Christiano del padre Croiset. Madrid, 1791 (Viene de Orihuela-Javier Sánchez Portas)	8 onzas	3 onzas de caparrós
148	147	~ 1870- 1900	ms.	José Perpiñán Artíguez. Archivo Municipal de Segorbe (Rafa Simó). Donación 1	8 onzas (de Alepo)	4 onzas caparrosa
149	148	~ 1870- 1900	ms.	José Perpiñán Artíguez. Archivo Municipal de Segorbe (Rafa Simó). Donación 2	6 onzas	3 onzas de caparrosa y 1/2 de vitriolo de Chipre
150	149	~ 1870- 1900	ms.	José Perpiñán Artíguez. Archivo Municipal de Segorbe (Rafa Simó). Donación 3 (en polvo o seca)	5 + 1/2 onzas	4 onzas (sulfato de hierro)
151	150	~ 1870- 1900	ms.	José Perpiñán Artíguez. Archivo Municipal de Segorbe (Rafa Simó). Donación 4	4 onzas	1 + 1/2 de caparrós
152	151	~ 1870- 1900	ms.	José Perpiñán Artíguez. Archivo Municipal de Segorbe (Rafa Simó). Donación 5	4 onzas (finas y picadas)	2 onzas de caparrós
153	152	1901	im.	Eudaldo Canibell: Álbum caligráfico universal. Barcelona	100 gr. De agallas de Alepo	30 gr. De caparrosa
154	153	1901	im.	Eudaldo Canibell: Álbum caligráfico universal. Barcelona	250 gr. De agallas finas, bien pesadas, grises y sin agujeros	100 gr. De vitriolo romano fino, o en su defecto caparrosa ordinaria, sin tierra y bien verde
155	154	1901	im.	Eudaldo Canibell: Álbum caligráfico universal. Barcelona	1 kgr. De agallas de Levante	500 gr. De sulfato de hierro
156	155	1901	im.	Eudaldo Canibell: Álbum caligráfico universal. Barcelona-fabricación a gran escala	10 kg. De agallas de Alepo	2'300 kr.
157	156	1901	im.	Eudaldo Canibell: Álbum caligráfico universal. Barcelona-fabricación a gran escala	6 kg. De agallas de Alepo	2'500 kr.

	A	B	C	D	E	F
158	157	1901	im.	Eudaldo Canibell: Álbum caligráfico universal. Barcelona-fabricación a gran escala	1 kg. De agallas de Alepo	0'500 kr.
159	158	1901	im.	Eudaldo Canibell: Álbum caligráfico universal. Barcelona- fórmula de Lewis	96 gr	32 gr caparrosa verde
160	159	1901	im.	Eudaldo Canibell: Álbum caligráfico universal. Barcelona-fórmula Ribeaucort	86 gr	37 gr caparrosa verde
161	160	1901	im.	Eudaldo Canibell: Álbum caligráfico universal. Barcelona- fórmula Robinson	96 gr.	32 gr caparrosa verde



	G	H	I	J	K
1	CU	GOMA	AGUA	VINO	CERVEZA
2		onza y media de goma arábica	8 partes de agua		
3		5 asatir de goma arábica	1 parte de agua		
4		9 dirhams de goma arábica	3 arrelde		
5		una parte de goma arábica	2 onzas de agua salada		
6		1 libra	tres cuartillos		
7		x	4 arrelde de agua		
8		una parte y media de goma por cada parte de agua y caparrosa verde	10 buches de agua		
9		x	1 arrelde de agua		
10		9 dirhams de goma arábica	3 arrelde de agua		
11		goma arábica en cantidad suficiente	8 medidas de agua		
12			medio arrelde de agua		
13		a tu gusto	medio arrelde de agua		
14		x	10 partes de agua		
15		una onza de goma	arrelde y medio de agua		
16		goma arábica exenta de polvo y paja	5 partes de agua		

	G	H	I	J	K
17		medio dirham de goma arábiga molido			
18		x	x		
19		3 onces atabiga	mig quart de aigua de mar		
20		3 onces		vi blanch que sia bo	
21		1 onza	24 onzas		
22		1 onça de buena goma	3 quartillos		
23		1 onza	3 quartillos		
24		1 onza g. arábiga	de lluvia		
25		2 honças de goma	un azumbre de agua	un quartillo de vino blanco puro, bueno para el cozer por azumbre	
26		2 onzas (o agua gomada=una escudilla de azumbre de agua + 20 onzas de goma blanca, al sol y colarla)	tanta como tinta se quiera	un quartillo de vino blanco por azumbre	
27		1 libra	2 azumbres	3 azumbres	
28		1 libra de goma		5 azumbres de vino blanco	
29		3 onzas de goma arábiga	un azumbre y medio (o)	un azumbre y medio (o)	

	G	H	I	J	K
30		3 onzas de goma arábica molida o deshecha en agua o en vino	un azumbre y medio (o)	un azumbre y medio (o)	
31		1 onça de goma arábica		30 onças de vino tinto	
32		8 onzas		8 libras de vino tinto del mejor	
33		1 onza de goma arábica bien molida, clara y resplandeciente	1/2 azumbre (de lluvia)		
34		1/4 de onza arábica	un quartillo		
35		3 onzas de goma arábica		1 azumbre de vino blanco del mejor	
36		una onza de goma arábica bien molida que sea clara y resplandeciente	medio azumbre de agua de lluvia		
37		tres onzas de goma arábica		un azumbre de vino blanco lo mejor que se pudiera	
38		1 libra de goma arábica	5 azumbres y medio	3 azumbres (mejor para el invierno)	
39		1 libra de goma arábica	1 azumbres y medio	3 azumbres	
40		1/2 onza de goma arábica picada		1 sou de vi blanch	
41		1 onza goma arábica, que sia clara e lluenta e ben picada	mig brocal de aigua de pluja (o)	mig brocal de vi blanch (jarrón)	
42		2 onzas de goma arábica		medio azumbre de vino blanco	

	G	H	I	J	K
43		3 onzas de goma arábica	azumbre y medio (o)	azumbre y medio (o)	
44		1 onza resplandeciente y hecha polvos	libra y media de agua de lluvia		
45		3 onzas de goma arábica molida o deshecha en agua o en vino antes	un azumbre y medio (o)	un azumbre y medio (o)	
46		4 onzas de goma bien limpia		un azumbre de vino blanco que sea donsel	
47		6 onzas de goma		azumbre y medio de vino blanco que se a donsel	
48		4 onzas de goma		un azumbre de vino flaco y no fuerte	
49		2 onzas y media de goma arábica		5 quartillos d vino blanco bueno	
50		4 onzas de goma arábica ( si fuera verano bastan 3)		5 quartillos d vino blanco bueno	
51		2 onzas y media de goma, clara y frágil, que picándola haga polvos y no se apegue		un azumbre de vino	
52		media libra de goma arábica bien molida		vino blanco	
53		2 onçes de goma aràbiga		3 lliures de vi blanc	
54		2 onçes de goma aràbiga picada	4 lliures de aigua de plutja (o)	4 lliures de vi blanch (o)	

	G	H	I	J	K
55		2 onces de goma arábica (coger un poco de saliva, si se pega es buena para hacer tinta)	mig brocal de aigua de plutja (o)	mig brocal de vi blanch (jarrón)	
56		4 onzas de goma arábica	un azumbre a agua de pozo (o)	un azumbre de vino blanco	
57		1 lliura		un cànter de vi blanch	
58		3 onzas de goma	4 mitadellas de agua de putja o cisterna		
59		2 onzas arábica	un azumbre de agua		
60		1 onza arábica	2 libras y 6 onzas aigua de font		
61		1 onza ( a un real la libra)		30 onzas de vino blanco	
62		onza y media de goma harábica molida y limpia		un azumbre de vino blanco	
63		6 onzas de goma arábica	medio cántaro (o)	medio cántaro de vino tinto o blanco	
64	onza y media de cardenillo	onza y media de goma desecha en agua		medio cántaro de vino blanco, nada licoroso y enjuto	
65		1 onza arábica	1 libra (o)	1 libra	

	G	H	I	J	K
66		no es necesario	un azumbre de agua delgada y que primero se le de un hervor		
67				un azumbre de vino generoso, blanquísimo, sin arrope	
68		como un garbanzo, en polvo	4 azumbres de agua		
69			agua (o)	vino	
70		2 onzas de goma molida (menearla con el dedo hasta que se deshaga)		un azumbre de vino blanco	
71		una liura i mitja arábiga	un cànter de cèl o de riu		
72		dos adarmes de goma arábiga muy bien molida	una quartilla de agua		
73		un onza arábiga	de cisterna		
74		media onza picada y pasada por el tamiz		una quarta de vino blanco crudo	
75		dos doblés de goma aràbiga	una quarta		
76		1 libra		18 quartas de vino blanco	
77		2 diners de goma aràbiga			
78		2 onzas de goma aràbiga	5 ó 6 quartas de agua		
79		2 onzas de goma aràbiga		azumbre y medio del blanco	

	G	H	I	J	K
80		no se necesita de goma, si no es de puro delgada la tinta pase el papel, y en tal caso échale dos onzas de goma molida para que se incorpore	un azumbre		
81		medio cuarto de goma		2 quartos de vino blanco	
82		2 onzas de goma arábica		1 cántaro de vino blanco	
83		4 onzas de goma arábica	un azumbre de agua de pozo (o)	un azumbre de vino blanco	
84		1 onza (8 sueldos la libra)	8 libras de agua de lluvia		
85		2 onzas arábica	1 azumbre de agua		
86		2 onzas arábica o blanca	1 azumbre de agua, de la más delgada		
87		una o dos onzas de goma	1 quartillo y 3 quartas de agua de pozo		
88		2 onzas de goma arábica, o blanca	5 libras de agua		

	G	H	I	J	K
89		una onza de goma arábiga	2 quartillos de agua clara		
90		3 onzas de goma arábiga		para 6 onzas del conjunto, 6 quartillos de vino negro del regular	
91		1 onza de goma arábiga	1 quarta de agua de lluvia o de río		
92		1/2 onza de goma arábiga	8 quartillas de agua de río o de cisterna		
93		6 onzas		6 quartas	
94		4 onzas de goma arábiga fina	4 quartas de agua de fuente		
95		media onza de goma arábiga	2 quartas de agua de fuente, del río o llovediza (o)	2 quartas de vino blanco	
96		media onza de goma arábiga	una maytellada de agua		
97		2 libras	80 libras		
98		una onza de goma		4 quartos de vino blanco	
99	1/8 onsa de verdet (un sou y mig)	1 onsa y media de goma arábiga (3 sous 4 diners)			
100		2 onzas de goma arábiga	un azumbre (o), de la que se usará si no es para escribir en pergamino, y con especialidad en verano, por lo mucho que si es vino se espesa)	un azumbre (o)	



	G	H	I	J	K
101		4 onzas		dos azumbres	
102		diez dragmas de goma arábica	un azumbre de agua común		
103		onza y media de goma arábica	azumbre y media de agua común		
104		1 onsa	2 cuartillos		
105		1 onza y media de goma arábica	(o) 4 libras, de lluvia o cisterna	(o) 4 libras, blanco	
106	medio de verdet	2 onses goma arábica	6 porrons		
107		6 onzas de goma arábica	8 cuartillos de agua común		
108		1 onza de goma arábica machacada	6 libras de agua; mejor 4 de agua y dos de vino blanco		
109		1 onza de goma arábica		10 onzas de vino blanco o vinagre	
110		2 onzas de goma arábica	6 cuartillos de agua		
111		una libra de goma arábica		2 cuartillos de vino tinto o blanco	
112		2 onzas de goma arábica	2 cuartillos de agua		
113		2 onzas de goma arábica		un vaso de vino blanco	
114		2 onzas de goma arábica		4 quartas de vino	

	G	H	I	J	K
115		3 onzas	8 quartillas de agua clara		
116		2 onzas y media de goma arábica, bien clara y blanca		un azumbre de vino blanco, claro, bueno y limpio	
117		2 onzas y media de goma arábica, bien clara y blanca	un azumbre de agua clara bien limpia		
118		2 onzas y media de goma arábica, bien clara y blanca		5 quartillos de vino blanco superior añejo	
119		una avellana gorda de goma arábica blanca	3 quartillos de agua	2 quartillos de vino blanco	
120		20 onzas de goma arábica en granos	medio quartillo de agua		
121		5 onzas de goma en polvo	14 quartillos de agua		
122		2 onzas de goma arábica que de antemano se habrán disuelto en vinagre	6 libras de agua de lluvia		
123		media onza de goma arábica	6 quartillos de agua común		
124		2 onzas de goma arábica	2 azumbres de agua de río	un azumbre de vino blanco	

	G	H	I	J	K
125		4 onzas de goma arábica en polvo	12 libras de agua común		
126		6 onzas de goma arábica			4 azumbres de cerveza
127		una onza de goma arábica	2 quartillos de agua	un quartillo de vino blanco	
128		onza y media de goma arábica		un azumbre y medio (o)	
129		onza de goma arábica	un azumbre de agua pura		
130		onza y media de goma arábica			7 quartillos
131		una onza de goma arábica en polvo	agua de río		
132		2 onzas de goma arábica pulverizada			
133		10 adarmes de goma arábica pulverizada	2 azumbres de agua		
134		una onza de goma en polvo	1 quartillo de agua		
135		x	x		

	G	H	I	J	K
136	1/15 del peso de las agallas de sulfato de cobre	goma arábica quebrantada	25 partes de agua		
137		12 onzas de goma en polvo	6 quartillos de agua		
138	una onza de sulfato de cobre	una onza de goma arábica	2 azumbres de agua fría		
139		2 onzas de goma arábica			
140		4 onzas de goma arábica en polvo	12 quartillos de agua		
141		1 onza de goma arábica en polvo		2 quartillos de buen vino tinto	
142		1 y media de goma arábica en polvo			
143		un adarme de goma arábica			
144		3 onzas de goma arábica		x	
145	1 onza de piedra lipiz (sulfato de cobre ...según M Hurtado de Mendoza en el Diccionario de medicina y cirugía)	3 onzas de goma arábica	13 quartillos de agua		

	G	H	I	J	K
146		una onsa de goma arábica	2 cuartillos de agua (o)		
147		2 onzas	7 libras		
148		2 onzas	2 cuartillos (de lluvia)		
149		1 onza	4 ó 5 cuartillos de agua de lluvia		
150	1/2 onzas de sulfato de cobre	8 onzas			
151		1 onza	una media		
152		2 onzas	vasos grandes		
153		75 gr. De goma arábica o del Senegal	2 litros de agua		
154		100 gr. De goma clara y blanca 600 gr. De goma arábica o del Senegal		un azumbre de vino blanco, claro, bueno y limpio	
155			16 litros de agua		
156		2'500 kr.	223 kr.		
157		2'500 kr.	45 kg		

	G	H	I	J	K
158		500 kr.	16 litros de agua		
159	32 gr sulfato de cobre	32 gr goma arábica o del Senegal	2 litros		
160	10'7 gr sulfato de cobre	23 gr goma arábica o del Senegal	2 litros		
161		64 gr goma arábica o del Senegal	2 litros		









	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
43									
44									
45									
46									
47									media onza
48									media onza
49									
50									
51									
52									
53									
54									como una nou picat









	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
101									
102									
103									
104									
105									
106									
107									
108									
109									
110								6 hojas de lavadre	
111									
112									
113									2 onzas de alumbre de roca
114					una onza				









	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
146									
147									
148									
149									
150									
151									
152									
153		unas gotas para evitar el moho							
154									
155									
156		unas gotas para evitar el moho							
157		unas gotas para evitar el moho							



	U	V	W	X	Y	Z	AA
1	HIEL DE CARNERO	VINAGRE	AGUARDIENTE	CUISACHE	FLOR DE AMAPOLAS SECAS	GRANADA	HOJAS DE BALABRE
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13						zum de coco y de granada	
14							
15							
16							

	U	V	W	X	Y	Z	AA
17							
18							
19							
20							
21							
22						una onça de granadas agras si las oviere sy no sean de agranadas duses e esten en remojo en quantía de 8 dias	
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							

	U	V	W	X	Y	Z	AA
30							
31							
32							
33						algunos pedazos	
34						x	
35							
36						algunas cortezas	
37							
38							
39						x (agrias)	
40							
41						x	
42							

	U	V	W	X	Y	Z	AA
43							
44						una onza de cortezas de granada	
45						una cáscara de granada para que tenga lustre (aunque no es menester)	
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							



	U	V	W	X	Y	Z	AA
55							
56							
57						unes poques	
58							
59							
60							
61							
62							
63			6 onzas				
64							
65							

	U	V	W	X	Y	Z	AA
66						cáscaras de granada agria	
67							
68					un puño- también en el tintero		
69							
70							
71							
72							
73							
74							
75							
76							
77						clovellas	
78							
79	x				x		

	U	V	W	X	Y	Z	AA
80						unas cortezas	
81						medio cuarto de cáscaras	
82							
83							
84							
85							
86							
87							
88						algunas cáscaras de granada agria	

	U	V	W	X	Y	Z	AA
89		un quartillo en infusión		4 onzas de cuisache bien quebrantado y sin pepitas			
90							
91							
92							
93							
94		1 quarta de vinagre fuerte					
95							
96							
97		4 ó 6 vasos					
98						una onza de cáscaras de granada	
99							
100						cáscaras de granada agria (o)	

	U	V	W	X	Y	Z	AA
101							
102							
103							
104							
105			(o) 4 libras				
106						corteza de granada agria	
107							
108							
109							
110							
111							
112							
113							
114							

	U	V	W	X	Y	Z	AA
115							
116						un puñado de cáscaras de granada agria	
117						un puñado de cáscaras de granada agria	
118						un puñado de cáscaras de granada agria	
119					un puñado		
120		medio quartillo de vinagre de vino blanco					
121							
122							
123			2 onzas				
124							

	U	V	W	X	Y	Z	AA
125							
126							
127							
128		un azumbre y medio (o)					
129							
130							
131							
132		3 quartillos de vinagre de vino blanco					
133							
134		un quartillo de buen vinagre					
135			x				

	U	V	W	X	Y	Z	AA
136							
137							
138							
139		20 onzas de vinagre fuerte y bueno					
140							12 ó 14 hojas de balabre
141							
142		3 quartillos de vinagre de cerveza					
143							
144							
145							



	U	V	W	X	Y	Z	AA
146			(o) dos quartillos de flujos aguardiente				
147		una buena chorrada para que no florezca					
148		x					
149							
150							
151		x					
152							
153							
154						un puñado de cáscaras de granada agria	
155							
156							
157							

	U	V	W	X	Y	Z	AA
158							
159							
160							
161							

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
1	RAÍZ DE TORMENTILLA	CLARAS DE HUEVO	MIEL	MIRRA	CÁSCARAS DE NUECES	PALO DE HIGUERA	AZÚCAR
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16		x					

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
17							medio dirham
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25						x	
26							
27							
28		8					
29							

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
30							
31							
32							
33						x	
34							
35							
36							
37							
38						x	
39					X (verdes)		
40							
41						x	
42			x				

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
43							
44						x	
45							
46							
47							media onza (piedra)
48							
49							
50				media onza			una onza de azúcar piedra
51							media onza de azúcar piedra
52							
53							
54			dos cullerades de mel de romer fins dos onçes			bastonet de figuera vert	

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
55							
56							
57						higuera negra	
58						x	
59						x	
60							
61							
62						para que no se engrase	
63					x		1 onza (candi)
64					un puño de cascós , cascados primero		3 onzas (candi)
65							

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
66					x ( o caña; de pino no, ni de madera resinosa)		estropea la tinta
67							
68							
69							
70						x	
71							
72							una quarta de azúcar candi bien molida
73							
74							
75						x para remover	
76							
77						x	
78							
79							



	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
80						palo de higuera o de caña, y no de madera resinosa, com de pino	
81							
82							
83							
84						palo verde de higuera silvestre porque el látex da lustre a la tinta	
85						x	
86						x	
87							
88						x	

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
89							
90							
91							
92							
93							
94							
95							1 onza de azúcar moreno
96						tronco de higuera silvestre	
97							6 onzas (piedra)
98							
99							1 onsa sucre candi (10 diners)
100					cáscaras de 4 nueces verdes (si no hay granada)	x	una onza de azúcar piedra

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
101							
102							
103							
104							
105						tronco de higuera verde	
106							2/4 candi
107							
108							
109							
110							
111							2 libras de azúcar cande
112							
113							
114						palo de higuera borda	una onza (candi)

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
115							
116						con un palo de higuera y no otra cosa (pues éste tiene la propiedad de no dejar resina)	una onza de azúcar piedra
117						con un palo de higuera y no otra cosa (pues éste tiene la propiedad de no dejar resina)	una onza de azúcar piedra
118						con un palo de higuera y no otra cosa (pues éste tiene la propiedad de no dejar resina)	una onza de azúcar piedra
119							tanta azúcar piedra como un garbanzo
120							6 onzas de azúcar blanca común
121							una onza y media de azúcar común
122							
123							media de azúcar blanca
124							

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
125							
126							
127						x	
128							
129							
130							dos onzas de azúcar cande
131							
132							
133							
134							
135							x

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
136							
137						x	
138					onza y media de cáscaras de nueces verdes		
139							
140							
141							2 onzas de azúcar piedra en polvo
142							una onza
143	onza y media (rica en taninos)						
144							
145							2 onzas de azúcar piedra

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
146							
147							
148							2 onzas (piedra)
149							1 onza (cande)
150							
151							1 + 1/2 onza (piedra)
152							1 + 1/2 onza (piedra)
153							5 gr. De azúcar piedra
154						x (por la circunstancia de que su madera no deja resina), sino, una varita de vidrio	30 gr. De azúcar piedra
155							
156							
157							

	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
158							
159							
160							10'7 gr
161							



	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
1	LAPISLÁZULI	AÑIL	AZUL DE PRUSIA	POLVOS DE IMPRENTA	CLAVILLOS DE ESPECIE	AJENJO
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						

	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
17						
18						
19						
20						
21						un poco de donzell
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						

	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
43						
44						
45						
46		como una avellana deshecha en un poco de vino				
47		media onza				
48		media onza				
49		media onza				
50						
51		media onza				
52						
53						
54						

	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
55						
56						
57						
58						
59						
60						un brot o dos
61						
62						
63						
64						
65						

	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
66						
67						
68						
69						
70						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						

	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						

	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
89						
90		1 onza				
91						
92	1/2 onza					
93		3 onzas				
94						
95		3 dobleros de blavet o yndi de los texedores				
96		4 dineros de índigo				
97						
98						
99		1/8 onsa de índigo (1 sou y mig)				
100						



	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
101						
102						
103		una quarta de onza				
104		2 adermes de añil				
105						
106		medio quarto de indigo				
107						
108						
109						
110						
111						
112						
113						
114			una onza			

	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
115						
116						
117						
118						
119						
120						
121						
122						
123		20 dracmas de añil pulverizado, desleído en aguardiente		12 dracmas pulverizado, desleído en aguardiente		
124						

	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
125						
126						
127						
128						
129						
130						
131						
132						
133						
134					12 clavos machacado	
135		índigo porfirizado		x		

	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
136						
137						
138		media onza de añil desleído en aguardiente.				
139						
140						
141						
142						
143						
144						
145						

	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
146		1/4 de onsa				
147						
148			1 + 1/2 onza			
149					x	
150						
151						
152						
153		3 adarmes (o)	3 adarmes (o)			
154						
155					algunas gotas de esencia de clavo	
156						
157						

	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
158						
159						
160						
161						

	AO	AP	AQ
1	PALO MORADO	PALO DE LA INDIA	PALO CAMPECHE
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			

	AO	AP	AQ
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			



	AO	AP	AQ
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			

	AO	AP	AQ
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			

	AO	AP	AQ
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			

	AO	AP	AQ
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			

	AO	AP	AQ
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87	dos onzas		
88			

	AO	AP	AQ
89			un onza de brasil bien mayado
90			
91			
92			1 onza
93			
94			
95			
96			
97			4 libras
98			
99			
100			

	AO	AP	AQ
101			
102			
103			4 onzas palo fernanbuco
104			
105			
106			
107			
108			
109			
110			
111			
112			
113			
114			

	AO	AP	AQ
115			una libra
116			
117			
118			
119			
120			
121			
122			
123			dos onzas de campeche
124			



	AO	AP	AQ
125			
126			
127			
128		una onza	24 granos
129			
130			
131			
132			2 onzas en pedacitos
133			
134			una onza de virutas delgadas
135			palo de fernambone o mejor campeche

	AO	AP	AQ
136			un tercio de palo campeche a virutas
137			
138			una onza de palo campeche
139			
140			
141			
142			
143			
144			
145			4 onzas

	AO	AP	AQ
146			
147			
148			
149			
150			2 + 1/2 onzas
151			
152			
153			120 gr. De palo campeche
154			
155			110 gr.
156			
157			

	AO	AP	AQ
158			
159			24 gr. En astilla
160			32 gr. En astilla
161			32 gr. En astilla

AR	
1	PREPARACIÓN
2	molido.
3	Se hierven las agallas, se filtra y se mezcla con la goma y el vitriolo.
4	Se cuecen las agallas y se filtran cuando se ha reducido el líquido un tercio. Se añade el vitriolo y la goma y se deja al sol 9 días
5	se mezcla todo y se bate.
6	las agallas en el agua 3 días y luego cocer hasta perder 3/4 de agua. Colar y añadir goma. Enfría y se añade el acije. Remover y reposar un día
7	Se trituran las agallas y el araar en una fuente nueva y limpia. Se añade el agua y se pondrá al fuego hasta que evapore, luego se añade la goma y el vitriolo, hirviéndolo dos veces al baño maría. Filtrar y añadir agua.
8	
9	Hervir las agallas en el agua hasta que evapore un tercio. Dejar reposar hasta que se enfríe y filtrar. Añadir la goma líquida y el vitriolo, que hay que echarlo en agua dulce y removerlo con la mano hasta que se deposite en el fondo
10	mezclar las agallas en agua, y poner al baño maría hasta que evapore la mitad. Se filtra y se añade el vitriolo y la goma. Dejar un día al sol. Si falta negro, añadir vitriolo; si falta brillo añadir goma.
11	Se diluyen y se cuecen las agallas hasta que se evapore un cuarto del agua. Dejarlo reposar y tamizarlo en una tela muy fina. Añadir el vitriolo y la goma
12	Se vierten las agallas en el agua muy caliente. Dejar que el agua se evapore, añadir el vitriol destilando envuelto en una tela y colgando de una gancho.
13	
14	Las agallas trituradas en cinco partes de agua. Dejarlas macerar en su jugo y filtrar. El vitriolo se deja gotear pausadamente sobre el producto, derramar la goma y dejar macerar dos días.
15	Dejar reposar las agallas trituradas en agua u día y una noche. Mezclar después la goma y dejar otra vez un día y una noche. Mezclar el vitriolo con agua.
16	Meter las agallas en agua. Dejar reposar y hervir y al enfriar exponer el líquido al sol y cuando se haye cristalizado añadir la goma y el vitriolo decantándolo; añadir clara de huevo y polvillo y convertirlo en una pasta compacta que se deja secar a la sombra.

	AR
17	
18	
19	poner las agallas a remojo 3 días, poner a hervir hasta que mengue un cuarto o un tercio. Añadir la goma hasta que se deshaga. Quitar del fuego y añadir el vitriol
20	los corazones de las agallas y en vitriol removiendo 5 días en vino blanco. Después añadir la goma y remover 3 días. Si es muy blanca poner más agallas, si no luce poner más goma. Si se pudre añadir el alumbre
21	las agallas machacadas en 8 onzas de agua, el vitriol en otras ocho onzas, y la goma en otras tantas, por 24 horas. Hervir las agallas con su agua + ajeno. Colar toso los materiales y hervir en una olla conjunta
22	Echar en la olla el agua y las agallas con las cáscaras de granada, cocerlas a fuego lento hasta que comience a hervir. Dejarlas enfriar, y saque las agallas coladas y exprimidas. Moler el aciche y echarlo al agua d las agallas y dejarlo reposar un día. colarlo y ponerlo en otra olla, añadir la goma y dejar reposar dos días.
23	Rompe las agallas y ponlas en remojo tres días. Cuece y reduce 3 partes de agua y cuélala. Añade la goma y remueve hasta que se ponga líquida la goma. Cuando el agua esté fría añade el acije y déjalo un día. Cuélala y métela en ampollas
24	Hervir las agallas en agua durante media hora. Colarlo, quitar del fuego y añadir la caparrosa, volver a hervir y añadir la goma
25	Mezclar el agua y el vino; en una escudilla las agallas, en otra el aziche y en otra la goma, así 5 ó 6 días, meciéndolo con un palo de higuera. Las agallas al fuego , sacarlo y antes de que enfríe tirar el aziche, cuando esté todo frío la caparrosa molida, colar.
26	mezclar agua y vino en una olla, preparar agallas partidas, acije y goma. 5 o seis días, moviéndolos con un palo. Hervir el agua y añadir agallas, durante dos misereres. Colar todo en otra olla y añadir goma, acije y vitriolo
27	materiales separados durante 5 o 6 días, luego se incorporan las agallas a la goma, se cuela y se añade acije y caparrosa. En vasija de barro, no de cobre que estropea la tinta
28	mezclados durante 2 ó 3 días vino, caparrosa y parte de las agallas, luego se añade el resto + claras de huevo
29	Dejar las agallas a remojo 3 ó 4 días. Después añadir la caparrosa molida y la goma sin moler, pero después de haber estado un rato en agua. Al sol removiendo 3 ó 4 días.

AR	
30	
31	Durante 3 días y removiendo dejar las agallas en el vino. Después añadir el vitriolo y la goma, todo muy bien polvorizado. Reposar 24 horas.
32	las agallas en el vino 10 días, removiendo. Luego hervir, colarlo y otra vez a la olla. Añadir la goma 2 ó 3 días y remover. Añadir la caparrosa disuelta y 3 días más removiendo.
33	remojar las agallas en agua y dos días al sol. Añadir el vitriol y remover con palito higuera, otros 2 días al sol. Mover y añadir goma. Reposa un día, después un hervor al fuego para darle lustre a la tinta + corteza de granada. Colada se guarda en vasija de plomo o en una bota bien cubierta, y siempre en bodega o parte fresca (para papel)
34	hervir las agallas troceadas hasta gastar un tercio del agua. Añadir el aciche y la goma removiendo en el agua tibia
35	moler el vidriol y la goma; y las agallas en 4 ó 5 pedazos cada una. Hacer el vino en 3 partes, en 3 vasijas, y en cada una tirar el material por su parte. A remojo 6 ó 7 días. La vasija de las agallas al fuego manso; 1/4 hora, añadir el vino con caparrós, y luego el de la goma. Colar, remover y guardar.
36	Las agallas a remojar en el agua y al sol 1 ó 2 días. Remover las agallas con un palito de higuera diligentemente y añadir el vitriolo y dos días al sol. Remover y echar la goma. Dejar reposar una días e le da un hervor al fuego y tirar algunas cortezas de granada en la olla
37	el azumbre de vino se divide en tres partes, una más grande donde se añaden las agallas y las otras vasijas con vitriolo y con la goma. Dejar 6 o 7 días. Poner la vasija de las agallas a fuego lento un cuarto de hora y añadir el vino con el caparrós y el vino con la goma. Remover y colar
38	en una vasija un azumbre de vino con otro de agua y la goma. En otra una vino/agua 1:1 con caparrosa y azeche. Otra vino/agua 1: 1.5. vino/agua 1:2 con las agallas. Así 6 días. Remover con palito de higuera. Cocer la vasija con las agallas una hora, dp añadir caparrosa y aceche, otra hora al fuego; luego la goma hasta que tome el negro
39	Si no se quiere hacer con lumbre, se tendrá 15 días sin agua; a los 6 días se mezclarán caparrosa y agallas y a los 11 la goma. menear mucho
40	A remojo las agallas 3 días en el vino. Hervir y colar en seguida con un trapo de lino bien denso. Añadir el vitriol y la goma picada y al sol en una ampolla 7 u 8 días
41	Las agallas a remojo en agua o vino. Y al sol 1 ó 2 días. Añadir el caparrós y mover con el palo de higuera, 1 ó 2 días más al sol. Añadir la goma y dejarla un día. Añadir cortezas de granada para darle lustre, hervir, colar y guardar en una botella de vidrio.
42	Se echa todo molido en el vino y después de dejarlo reposar al sol 8 días se cuela.

	AR
43	Echar a remojo las agallas partidas y dejarlas 4 ó 5 días. Luego se sacan y se añade la caparrosa molida y la goma sin moler, pero que haya estado un rato en agua. Dos o tres días al sol.
44	A remojo las agallas dos días al sol. Añadir la caparrosa y mover con el palito de higuera, y dos días al sol. Añadir la goma y las granadas y hervir a poco fuego. Colarla y guardarla en vidrio o plomo.
45	Las agallas a remojo durante 4 ó 6 días. Quitar las agallas y añadir la caparrosa y la goma, y moviéndolo tenerlo al sol 4, 6 u 8 días. Puedes añadirle corteza de granada.
46	En una olla nueva que no sea vidriada ponerla en remojo medio día con el vino y echar las agallas quebradas y dejarlas al sol por dos horas durante 9 días. Sacar las agallas y guardarlas para una segunda tinta. Añadir el caparrós y ponerlo al sol dos días seguidos. añadir la goma y al sol tres o 4 días, luego añadirle un poco de añil deshecho en un poco de vino y de nuevo dos días al sol. guardarlo en una bota de vino empezada y al fresco.
47	Se maceran 9 días removiendo muchos las agallas en el vino. Se cuela el vino y se añade el caparrós y la goma, dp. El azúcar, el alumbre y el añil y tenerlo todo al sol durante 3 días o a fuego lento. Guardarla en vaso limpio y en lugar fresco. Con las agallas que quedaron añadir la misma cantidad de ingredientes para hacer tinta de nuevo.
48	Las agallas a remojo en el vino en una olla no vidriada. Al noveno día quitar las agallas y añadir la caparrosa, la goma, el añil y el alumbre. Durante 3 días 4 horas al sol. Colarla y guardarla. Hay quien junta todos los ingredientes y los deja que se hagan poco a poco.
49	Echa en una olla nueva zamorana o de otra que no sea vidriada, las agallas, el vino, la goma, el vidriol y el añil. Durante 3 días tenerlo al sol dos horas, menos si fuera verano, moviéndola a menudo. Déjalo en la olla como al vapor 20 días o un mes, cuélala y a la redoma de vidrio.
50	Todos los ingredientes en el vino y al sol moviéndolo constantemente durante un mes. En verano con 6 u 8 días que esté al sol basta. Embasar en redoma de vidrio que es lo mejor. Con los restos, añadiendo los mismos ingredientes sin las agallas y se hace buena tinta. es mejor colarla antes de guardarla.
51	Freír las agallas en sartén de hierro con aceite. , luego ponerlas en una olla vidriada con el vino. Añadir la goma y a los 8 días la caparrosa molida, tenedlo al sol unos días., meneándolo varias veces. Si ves que es necesario se puede hervir. Si a las heces se le añade vino, se hierve y se cuela varias veces, y se añaden estos ingredientes de nuevo, se obtiene mejor tinta que la primera.
52	
53	Tot espolverizar e posat en una ampolla ab tres lliures de vi blanch y posat tres dies al sol es bona tinta.
54	Ponerlo todo en una olla y removerlo 3 veces al día con un palito de higuera verde, durante 9 días. Después cocer y apagar cuando hierva. Dejar tres días en la olla, colarlo y guardarlo.



	AR
55	Tres partes iguales de líquido y añadir las agallas, el caparrós y la goma en cada uno. Así tres días removiendo. Dp. Añadirle al agua de carbón de pino picado, se revuelve un día entero y se cuela
56	Todo junto en una vasija vidriada, meneándolo cada día 3 veces hasta que salga espuma cada vez. Durante un mes a la sombra. Colar y guardarlo al fresco en una bota. A los posos se puede echar otro quartillo de vino o de agua y meneándolo 8 ó 9 días, colar, se podrá usar la tinta.
57	Al sol y al fuego 8 días el vino con las agallas y las cortezas de granada. Después añadir el virtiolo y la goma, removiendo con un palo de higuera negra
58	Se pone todo en una olla nueva y se moverá con un palo de higuera por la mañana y por la tarde , 10 ó 12 días seguidos.
59	Añadir al agua o al vino las agallas, el vitriol y la goma, en una vasija nueva vidriada, muy limpia; mover durante diez días a la sombra con una palo de higuera. Después colar y a otra vasija limpia. Si se quieren aprovechar las heces se echa la mitad del recado que se echó en la primera, meneándolo tantos días
60	Dejar a remojo las agallas en el agua 7 u 8 días, con un brote o dos de donzell. Colar y añadir la goma, dejar 2 ó 3 días, remover. Añadir el vitriol y el caparrós, mezclar y dentro de una botella.
61	Las agallas troceadas en el vino al sol y remover 10 días, después de pone al fuego hasta que comience a hervir, entonces sacar la gala y echar la goma (primero deshecha), luego se añade el vitriolo molido y se deja tres días al sol. Si se quiere tinta azul echar medio baioque de índigo (2 dineros). Traducido del italiano.
62	En una olla nueva echar las agallas en el vino y dejar 4 días al sol si es verano y 6 si es invierno. Añadir el caparros y dejar dos días, luego añadir la goma y dejar otros dos días. Colar y guardar. Si quieres más tinta echar otro azumbre de vino y mover. Mover 3 ó 4 veces al día con un palito de higuera para que no engrase
63	Añadir las agallas al agua o al vino durante dos días, removiendo. Añadir el vitriol y tener otros dos días. Colar y echar la goma, el azúcar y el aguardiente, y que hierva un cuarto de hora dos veces, una antes de colarlo y otra después.
64	Dejar las agallas en el vino 3 días., remover con el palo de higuera. Añadir el vitriol, el cardenillo, el azúcar y las cáscaras de granada, y dejar 9 días. Colarla. Echar otro tanto de vino en el poso para aprovecharlo.
65	Todo bien molido y pasado por el cedazo, para escribir echar el líquido.

	AR
66	En el agua caliente se echan las agallas en una vasija vidriada un mes, meneándolo cada día con palo de higuera o caña. Dejar la alcaparrosa al sol hasta que quede blanca, molerla y envolverla en un paño de lienzo y meterla como si fuera una infusión en la vasija, que será nueva de barro vidriado. a fuego lento hasta que haga un poco de espuma. Echarle la granada y apartarla del fuego. No ponerla al viento de Levante porque todo lo descompone.- Guardar la tinta en una bota de cuero bien empegada y
67	Echar las agallas al vino y dejarlo 20 días removiendo. Esto puede quedarse en depósito. Cuando se quiere hacer tinta, añadir la infusión de alcaparros, sólo en la cantidad de vino necesaria, dar un hervor ligero y apartar. No saldrá la telilla blanca....
68	El agua se pone a hervir con las flores de amapola hasta que se consuma un cuarto. Añadir las agallas y el vitriol en polvo, dejar un día removiendo. Con las heces hacer de nuevo tinta añadiendo vitriol y agua teñida por las amapolas
69	
70	Echar en una olla las agallas y en otra la caparrosa. 6 u 8 días en infusión. Después de ocho o diez días juntarlo todo y menearlo.
71	Añadir las agallas y el vitriol al agua 8 días. Después añadir la goma entera y dejar otros 8 días. Conforme se gaste se puede añadir agua y goma.
72	Se echa todo en una quartilla de agua, se de la una hora e le basta.
73	Dejar las agallas a remojo 8 días y hervir poco tiempo. Los otros ingredientes también a remojo 8 días desmenuzados y sin hervir. Mezclar
74	
75	
76	
77	Se añaden las agallas rotas, se hierves y después se añade el vitriol y la goma en tercer lugar. Colarlo y ponerlo en una salsera.
78	En infusión 15 días y remover todos los días dos veces.
79	S e divide en tres vasijas y se pone en una las agallas, en otra el caparrós y en otra las amapolas. Se junta el vino de las agallas y el caparró; el de las amapolas se limpia quitando éstas y se le añade la goma, se junta todo y se le echa hiel de carnero. remover 3 ó 4 días

	AR
80	Se pone a hervir el agua con los ematites hasta que se consuma la cuarta parte. Se añaden las agallas y se remueve durante 20 días con el palo de higuera o de caña. Luego se añade la caparrosa bien secada al sol y molida con un paño colgando de un hilo sin que llegue al fondo, durante 8 días. ponerlo al fuego hasta que levante espuma. después dejarla resguardada del aire. añadir las cortezas de granada y, si hace falta, la goma.
81	
82	Las agallas a remojo en el vino en una olla vidriada nueva, 6 días y removiendo. Colar las agallas y ponerlo al fuego hasta que haga espuma blanca, añadir la goma al sacar del fuego y después la caparrosa molida de un golpe.
83	Todos los ingredientes en una vasija vidriada meneándolo 3 veces al día hasta que haga espuma durante un mes, a la sombra y sin fuego. Después colarla y a una botella de vidrio en lugar fresco. Para hacer más echar un quartillo de vino o de agua meneándolo 8 ó 9 días.
84	Las agallas 2 ó 3 días a remojo. Todo mezclado 10 ó 12 días en una tinaja. Remover cada día con palo de higuera verde silvestre
85	Todos los ingredientes en una olla, remover con el palo de higuera, 10 ó 12 días. Después colar.
86	Todos los ingredientes en una olla nueva vidriada muy limpia, menear con el palo de higuera 12 días. Dejarla a la sombra. Colar y pasar a otra vasija. Echando a las ezes la mitad del recado se hace buena tinta. En invierno se puede cocer a fuego. Para los niños se puede excusar el gasto en goma. en verano mantenerla en sitio fresco porque sino espesa mucho.
87	A un quartillo y tres quartas de agua de peso una quarta de agalla de levante, esta se machaca sin moerla y se echa en infusion con dos onzas de paio morado bien machacado, y a las veinte y quatro horas se pone a fuego lento por dos horas, y se separa y echa dentro de una onsa de alcaparrosa y se prueba y si necesita más se le echa, y una o dos onzas de goma y se cuele por un paño claro sin violentarlo dejándola estilar dicha tinta; a las eses que quedaren en el paño se les puede volver a echar agua para sacar un segundo pie de tinta que, sin embargo de que no será como la del primero, tampoco será despreciable para servirse de ella Isidoro Romero
88	En una olla vidriada muy limpia, dejar todo 10 ó 12 días, removiendo media hora por la mañana y media hora por la tarde. Colar por un lienzo claro. Mudar a otra vasija limpia. Con otras 5 libras e agua se hace con las heces tinta nueva, y mitad del recado. el agua mejor del aguardiente. si es para pergamino echar vino blanco en vez de agua.

	AR
89	El caciche en vinagre por un día, luego se le añade el agua, el Brasil, el caparos y la goma, y se deja un día. Guardar en frasco de vidrio bien tapado y cuando se saca la tinta añadir la misma cantidad de agua.
90	Todos los ingredientes picados; se cogen 6 onzas de ellos (ya mezclados) y se echa vino. Pasados 8 días se decanta a otra redoma. A los residuos se puede añadir 3 quartillo de vino y se hace buena tinta. Si se quiere con más lustre, se añaden 2 onzas de goma
91	Poner a remojo las agallas 24 horas, después hervir a fuego lento hasta disminuir un tercio, sacar y añadir el vitriolo y la goma. Colar al día siguiente
92	Hervir todo por una hora
93	
94	Todos los ingredientes en una botella de vidrio y mover dos veces al día. Colar a los 8 días
95	A remojo las agallas en el agua o vino 15 días moviéndolo. Añadir el blavet a los 15 días y al día siguiente el vitriol, la goma y el azúcar moreno, durante 4 días más.
96	Poner todo en una olla durante 5 ó 6 días, removiendo con tronco de higuera, cuando se ponga negra, guardarla en una botella. Con los posos se añade la misma cantidad de agua y se hace nueva tinta. Si la tinta blanquea añadir una agalla ponerla en el tintero arrimada a un lado; si el tintero se seca añadir agua caliente.
97	se machaca la agalla y se pone a hervir con el palo Campeche durante una hora a fuego lento, después se saca y se ponen los demás ingredientes, mover hasta deshacerlos. Colar la tinta con un cedazo de cerda. Se recomienda ponerla en botellas de vidrio bien tapadas y en sitio fresco. después de hecha añadir el vinagre para que no se florezca.
98	
99	
100	En una olla vidriada sin estrenar echar las agallas al vino o agua con las cáscaras de granada o nueces, también el vitriolo, la goma y el azúcar. Mover durante 10 ó 12 días, 3 ó 4 veces al día. Cuando esté bien reposada pasar por el tamiz y colar con un pedacito de lienzo. conservar al fresco en botellas tapadas. Con las heces se echa la mitad de los ingredientes y la mismos proporción de líquido.

	AR
101	Las agallas se ponen en infusión en el vino por espacio de dos días, sin hervirlas ni arrimar la vasija a la lumbre, y al cabo de dicho tiempo se cuela esta infusión por un tamiz de
102	Se quebranta la agalla, y se echa en infusión en frío por espacio de tres días en el azumbre de agua, y al segundo día se le añade la goma arábica, teniendo el cuidado de menear
103	El palo fernambuco hecho astillas, o si puede ser virutas, se pone a cocer con la azumbre y media de agua hasta que haya menguado la sexta parte, poco más o menos, y en su
104	Echar en orden al agua las agallas, la goma, el caparrós, y el añil, después de moler. Reposar media hora y usar. A la segunda vez se llena la botella de agua y se deja reposar 24 horas; a la tercera vez hay que añadir de nuevo los ingredientes. Para que tenga lustre 1 onza de azúcar cande. Si se quiere más negra, colocarla al sol.
105	Meterlo todo en un tarro de vidrio con un palo de higuera y tapar sin sacar el palo. Poner al sol 20 días y remover cada vez un cuarto de hora. Colar ; y si no quiere que saque moho colar otra vez después de algunos días.
106	
107	SE machacan las agallas y se ponen en infusión durante 24 horas, arrimado al calor de la lumbre, se añade también la goma machacada para que se disuelva. Luego se añade la caparrosa verde en polvo. Se pasa por un tamiz de carda.
108	Se hierven las agallas hasta que el líquido se reduzca a la mitad; se cuela y se añade el vitriolo y la goma machacada. Se disuelve a fuego lento, se deja reposar y se echa suavemente por inclinación en una vasija para guardarlo.
109	Todo junto, después de una hora de reposo se puede usar
110	Se pone todo machacado en infusión en una vasija de barro, removiendo.
111	se ponen todos los ingredientes en una botella grande, y durante 4 ó 5 días se remueve tres o cuatro veces al día. Si resulta demasiado negra, se añadirá vino; si no lo es bastante se aumentará la dosis de caparrosa; si no corre muy bien, se pondrá alumbre, y si esa muy líquida, goma arábica.
112	Se pone en infusión todo machacado y se remueve 3 ó 4 veces al día. Después de 7 u 8 días se cuela. O también, a las 24 horas de infusión se hierve todo una hora removiendo la mezcla con un palito. Después colar la tinta.
113	SE pone todo en polvo en el vino, al momento se volverá negro.
114	Todo en una olla y remover con el palo de higuera, 10 días y colar. A las heces se añade la mitad de dicho recado y la misma cantidad de vino, igual tiempo.

	AR
115	Cocer hasta que se quede el agua reducida a la mitad. Echar la goma y mover por algunos días. Colar antes de usar.
116	Quebrantar todo y ponerlo con el vino en una olla, remover con el palo de higuera durante 10 días (un cuarto de hora cada día y dejándolo bien tapado. Colar por un tamiz y por un lienzo fino. Embotellar lacrando las botellas y guardar en lugar oscuro y con poca ventilación. Para tener más tinta añadir dos cuartillos de vino a la operación.
117	
118	Las agallas en tres quartillos de vino, y en los otros dos el vitriolo en una muñequilla colgada con bramante, durante 12 días removiendo por espacio de un cuarto de hora. Juntar el contenido de ambas, y poner al sol bien tapado, durante 8 días y remover. colar y embotellar. esta tinta debe usarse con algodones o cendales.
119	Al fuego el agua, el vino y la flor de amapola hasta que hierva y se consuma un cuarto. En un cuartillo de esta agua se echan las agallas casi molidas y el vitriolo, la goma y el azúcar. Durante 10 días menear 3 veces al día durante un cuarto de hora. Se obtendrá un negro muy brillante tan buena o mejor que la inglesa.
120	SE cuecen el agua, el vinagre y las agallas, después se añade la caparrosa y la goma, se hierve 10 minutos más y se añade el azúcar. Dejar seis días removiendo y colar.
121	Dejar las agallas en infusión 8 días; añadir el resto y dejar 8 días más, meneando con un palo. Colar y guardar en vasija de vidrio.
122	Se cuecen las agallas hasta que se reduzca un tercio del agua. Se añade la goma, que antes se habrá disuelto en vinagre. Se añade el sulfato y se cuece durante 8 horas. Después de reposar se puede usar.
123	Las agallas y el palo Campeche a hervir hasta que se reduzca un poco el agua. Se añade la caparrosa, la goma y el azúcar; y cuando estén bien disueltos el añil y los polvos de imprenta. Moler, colar y guardar en vasija de vidrio.
124	Dejar 24 horas en maceración las agallas en el agua y el vino. Cocer media hora y añadir el sulfato de hierro el sulfato ácido de albúmina y la goma. Reposar 24 horas, colar y guardar.

	AR
125	Hervir las agallas en infusión hasta que se reduzca un tercio. Añadir la goma y la caparrosa y dejar dos hervores más. Reposar, tamizar y embotellar.
126	Las agallas en infusión 24 horas, quebrantadas. Se añade la goma quebrantada y se deja que se disuelva. Después se añade el sulfato de hierro que le dará el color negro y se cuele.
127	Cocer las agallas 2 ó 3 días a fuego lento. Añadir el resto y dejar macerar todo un día. Después dar unos cuantos hervores, colar y colocar en un frasco de vidrio.
128	Cocer durante media hora las agallas, el sulfato de hierro y el palo de la India. Añadir la goma hasta que se disuelva. Tamizar y listo
129	Cocer durante media hora con los restos anteriores: las agallas, el sulfato de hierro y el palo Campeche. Añadir la goma hasta que se disuelva. Tamizar y listo
130	Se ponen en infusión las agallas machacadas, se añaden el resto de ingredientes, se bate y está lista la tinta.
131	Poner las agallas al sol durante 4 horas en verano y 6 en invierno. Lo mejor es esperar 4 meses y filtrar el moho y la telilla que se forma encima; colar y añadir la goma hasta su disolución. Añadir el sulfato de hierro. La tinta queda color púrpura pero se vuelve negro al aplicarla sobre el papel.
132	Cocer en una olla vidriada el palo Campeche con el vinagre; cuando haya dado dos hervores añadir la agalla, la caparrosa y la goma. Menearlo bien, colar y guardar.
133	Todo en infusión fría por espacio de 24 horas, añadir a las 24 horas la goma y consevar en vasija de barro tapada con papel.
134	Todo reunido agítese bien y póngase al sol; des pues de 3 días se pone a hervir por dos horas
135	Se cuecen las agallas y el palo fernambone; después se añade el sulfato de hierro, la goma y el azúcar. A continuación los polvos de imprenta y el añil disuelto en aguardiente. Colarlo

	AR
136	Las agallas y el palo Campeche en ebullición dos horas. Luego se añade la goma y los sulfatos
137	Todo en infusión 30 horas al fuego, excepto la caparrosa que se añade al apartarlo del fuego. Remover con palo de higuera y a una vasija de vidrio
138	Todo molido en el agua, remover bien.
139	batir, remover bien y dejar reposar 2 horas
140	Poner el agua al fuego, cuando esté caliente se añaden las agallas, la goma, la caparrosa y las hojas de baladre. Remover y guardar en una tinaja. Cuando quede como un cuartillo, añadir la mitad de agua y de los otros ingredientes para volver a hacer tinta.
141	Dejar 4 días en infusión removiendo cada poco. Si está demasiado negra añadir vino, y si está poco negra caparrosa; si no corre en el papel se añade alumbre y si está muy suelta se añade goma. Pasar por el tamiz y guardar en vasijas de vidrio
142	Poner las agallas en infusión 6 días; colar y añadir al fuego dos cuartillos del mismo vinagre. Cocer dos horas y añadir la goma, el azúcar y la caparrosa en este orden. Mover, reposar 3 días, tamizar y a una botella de vidrio.
143	Hervir la raíz de tormentilla en una vasija de barro; sacar el líquido por decantación y añadir la goma y la caparrosa, remover con un palo y cuando se enfríe, lista.
144	Todo molido en una vasija ; cuando se quiera usar añadir vino blanco y, si no hubiera, agua clara
145	Cocer las agallas y el palo Campeche hasta que quede la mitad; después colarlo y se añaden los demás ingredientes machacados. Remover mucho durante 24 horas



	AR
146	Moler todos los ingredientes y añadirlos a la botella en este orden: agallas, gomo, vitriol, índigo, agua. Moverlos. Si se quiere que tenga lustre añadir un onza de azúcar cande. Dejar reposar media hora. Se puede hacer más añadiendo a los posos dos cuartillos de agua, y dejar 24 horas. si no está negra, poner al sol.
147	se hierven las agallas machacadas a fuego regular dos horas; se añade el caparros y el vinagre. La tinta se cuele y se saca de la olla. Al residuo se le añade un poco de caparros y un poco de goma y se hierva de nuevo, añadiendo dp. Una chorritada de vinagre.
148	todos los ingredientes bien molidos o triturados, se colocan en una botella; se cubren de vinagre fuerte; se agitan a menudo durante 4 días; se les pone luego dos cuartillos de agua de lluvia; se agita repetidas veces 2 ó 3 días y al cuarto se usa.
149	póngase todo bien molido excepto la goma, en una olla nueva vidriada, con 4 'o 5 cuartillos de agua de lluvia; a los 6 días añadir la goma, y a los 10 ó 12 se puede usar. Todos los días se remueve con una espátula y para que no se enmohezca se le echan unos clavillos de especia; a medida que se saca la tinta se le puede añadir agua, hasta que los ingredientes estén desustanciados.
150	se mezcla bien pulverizadas, de manera que tomando una corta porción de la mezcla, y añadiendo un poco de agua puede obtenerse muy buena tinta
151	pulverizar los ingredientes y cubrirlos de vinagre 2 días removiendo varias veces. Después se añade una media de agua; se agita todo 2 ó 3 veces al día durante dos días y está hecha.
152	se hierva todo media hora en un puchero nuevo.
153	Se deja todo 24 horas en infusión, luego se hierva por un cuarto de hora y se cuele por un tamiz o por un lienzo de hilo
154	Todo en una olla nueva 10 días , moviendo constantemente y tapada. Colar por tamiz y por lienzo fino. Embotellar lacrando las botellas, guardar en un lugar oscuro y sin mucha ventilación. Para hacer más, añadir un litro de vino
155	En agua hirviendo se echan las agallas desmenuzadas y el palo Campeche; por otra parte se disuelve la goma, y por otra el sulfato de hierro. Se juntan y se añade la esencia de clavo y más agua hasta 16 litros e tinta
156	
157	

	AR
158	
159	
160	
161	



















































































## Registro atmosféricos

Registro de presión atmosférica en Quito (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Ecuador)

REGISTRO HISTORICO DE LA PRESION ATMOSFERICA MEDIA EN hPa																
AEROPUERTO "MARISCAL SUCRE"																
Q U I T O																
LATITUD 00° 08.6' S			LONGITUD 78°29.0' W			ELEVACION 2811 m			CTE. ADTVA. 720hPa							
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	S.T	Prom	Mx.Ab	Mn.Ab
1961	7.9	8	8	8.4	8.8	8.1	8.3	8.3	7.9	7.5	8	7.8	97	728,1	728.8	727.5
1962	8.2	8.1	8.3	8.5	8.7	8.6	8.2	8.7	8.3	8.4	8.1	8.3	100.4	728,4	728.7	728.1
1963	7.9	8.7	8.2	8.5	8.7	8.8	8.4	8.1	8.3	8.4	8.6	8	100.6	728,4	728.8	727.9
1964	8.2	7.8	8.4	8.8	8.8	8.6	8.3	8.4	8.3	8.3	7.8	7.5	99.2	728,3	728.8	727.5
1965	7.6	7.2	8.5	8.9	8.6	8.8	8.2	8.4	8.4	8.8	8.6	7.9	99.9	728,3	728.9	727.2
1966	8	8.3	8	8.8	9.2	9.2	8.5	8.8	8.8	8.6	8.4	7.8	102.4	728,5	729.2	727.8
1967	7.9	8.6	8.8	9.2	9.1	8.9	8.6	8.5	9	8.6	8.1	8.3	103.6	728,6	729.2	727.9
1968	7.6	8.6	8.9	9.2	9.1	9.6	8.9	9.1	8.9	8.8	8.8	8.3	105.8	728,8	729.6	727.6
1969	7.5	7.7	9	9.4	9.1	9.3	8.6	8.4	8.2	8.3	8.2	8	101.7	728,5	729.4	727.5
1970	8.8	8.3	8	8.8	9.3	9.1	8.9	8	7.8	7.6	8.2	6.7	99.5	728,3	729.3	726.7
1971	7.3	7.2	7.7	7.8	8.4	8.5	7.6	8.1	8.1	8.1	7.8	6.5	93.1	727,8	728.5	726.5
1972	6.8	7.7	8	8.3	8.2	8.3	7.7	7.7	7.6	8.2	8.1	8.1	94.7	727,9	728.3	726.8
1973	8.1	8.5	8.4	8.7	8.8	8.6	8.3	8.6	9	7.8	7.8	8	100.6	728,4	729	727.8
1974	7.2	7.2	8.2	8	8.4	8	8	7.6	8.4	8	7.3	7.1	93.4	727,8	728.4	727.1
1975	7	8	8	7.9	8.2	8.1	8.3	8.2	8.2	7.9	7.7	7.3	94.8	727,9	728.3	727
1976	6.9	7.6	7.1	7.9	8.3	7.7	7.7	7.9	7.7	8	7.3	6.8	90.9	727,6	728.3	726.8
1977	7.2	7.8	7.2	8.3	8.3	8.3	7.7	8	8.2	8.3	7.8	7.8	94.9	727,9	728.3	727.2
1978	8.4	8.2	8.6	8.3	8.3	8.5	7.8	8.1	8.1	7.9	7.6	8	97.8	728,2	728.6	727.6
1979	7.9	8.2	8.3	8.5	8.8	9	9	8.3	8.5	8.5	7.7	8	100.7	728,4	729	727.7
1980	8.1	8.3	7.5	8.4	8.9	8.7	8.3	8.6	8.3	8.5	8.2	7.9	99.7	728,3	728.9	727.5
1981	8.2	7.3	8.8	8.4	9	8.8	8.6	8.5	8.4	8.1	7.9	7.7	99.7	728,3	729	727.3
1982	8.4	8.4	8	9	8.9	8.7	8	8.1	8.5	8.3	7.8	8.1	100.2	728,4	729	727.8
1983	8	8.4	8.8	8.8	8.5	9.1	8.7	9.4	8.8	8.6	8.9	8.9	104.9	728,7	729.4	728
1984	8.3	7.5	8.3	8.9	8.9	8.6	8.2	8.4	8.5	8.4	8.5	6.9	99.4	728,3	728.9	726.9
1985	8.2	7.4	7.5	8.2	8.5	8.4	8.4	8.5	8.6	8.2	8.2	8.4	98.5	728,2	728.6	727.4
1986	8.1	8.5	8.8	8.3	8.8	8.3	8.8	8.1	8.5	9.1	7.8	8.1	101.2	728,4	729.1	727.8
1987	8.3	7.9	8.4	8.7	8.8	9.1	8.4	8.4	9.1	8.8	8.3	8.1	102.3	728,5	729.1	727.9
1988	8.2	7.8	8.5	8.9	9.1	9	9.1	9.1	9	8.4	8.8	8.4	104.3	728,7	729.1	727.8
1989	7.8	8.3	8.7	8.1	8.9	9.1	8.9	8.6	8.2	8.8	8.1	9	102.5	728,5	729.1	727.8
1990	7.3	9.3	8.6	8.7	8.8	8.7	8.9	8.8	8.6	9.1	8.1	8.3	103.2	728,6	729.3	727.3
1991	8.7	8.6	8.7	8.7	9.1	9.2	8.9	9.1	8.6	8.2	8.2	8	104	728,7	729.2	728
1992	8.1	8.6	8.5	8.2	8.5	8	8.5	8.8	7.9	8.1	7.7	7.5	98.4	728,2	728.8	727.5
1993	8.4	8.3	8.8	8.4	8.9	8.5	8.6	8.6	8.4	8.4	8.3	7.8	101.4	728,5	728.9	727.8
1994	8.1	8.1	8.6	8.7	8.8	8.7	8.2	8.6	8.3	8.1	8.3	8.1	100.6	728,4	728.8	728.1
1995	8.4	8.9	8.4	8.2	9	8.9	8.4	8.7	8.9	8.1	8.4	8.6	102.9	728,6	729	728.1
1996	7.8	7.9	8.6	8.5	9.2	8.9	8.9	8.5	8	8.1	7.4	7.2	99	728,3	729.2	727.2
1997	8.3	7.4	8.2	8.6	8.2	8.4	8	8.4	8.4	8.3	8.5	8	98.7	728,2	728.6	727.4
1998	7.6	9	8.4	9	9.6	9.2	8.9	8.7	8.7	8.4	7.9	7.9	103.3	728,6	729.6	727.6
1999	7.5	8.1	7.5	8.1	8.8	8.5	8.3	8.5	8.2	8.3	7.8	7.9	97.5	728,1	728.8	727.5
2000	7.4	8.4	7.6	8.2	8.6	8.2	7.6	7.8	8	7.7	7.2	7.5	94.2	727,9	728.6	727.2
2001	7.8	6.7	8	7.9	8.4	7.8	7.9	8	7.9	7.5	7.6	7	92.5	727,7	728.4	726.7
2002	7.7	7.8	7.8	7.9	8	8	8	7.4	7.7	7.2	7.5	7.5	92.5	727,7	728	727.2
2003	7.7	7.3	7.7	8.1	7.9	8.3	8	8.2	8.1	7.9	7.6	8.5	95.3	727,9	728.5	727.3
2004	9	8.7	7.4	8.5	8.3	7.7	7.6	7.6	7.6	8.4	8.2	8.3	97.3	728,1	729	727.4
2005	8.4	8	9.4	9	8.9	8.7	9.1	8.7	8.7	8.8	8.2	8.2	104.1	728,7	729.4	728
2006	7.9	8.3	8.6	8.6	9.1	8.9	8.8	8.6	9	8.6	8.2	8.9	103.5	728,6	729.1	727.9
2007	8.1	8.8	8.3	9.5	9.1	8.8	8.9	8.7	8.7	8.6	7.6	8.5	103.6	728,6	729.5	727.6
2008	7.9	9	9	8.5	9.2	8.9	9.1	8.8	8.9	9.1	8.6	8.4	105.4	728,8	729.2	727.9
2009	8.7	8	8.2	9	9	9	8.5	8.5	8.5	8.2	7.7	8.2	170.8	734,2	797	728
2010	7.8	8.1	8.7	9.3	9.5	9.7	9	8.5	8.6	8.7	8.5	7.9	104.3	728,7	729.7	727.8
2011	7.5	8.3	8.5	9	8.7	8.9	8.5	8.7	9.2	8.6	8.3	7.8	102	728,5	729.2	727.5
2012	8.3	7.9	7.9	9	8.7	8.9	8.2	8.9	8.7	8.4	8.4	7.6	100.9	728,4	729	727.6
<b>Prom</b>	<b>727,9</b>	<b>728,1</b>	<b>728,3</b>	<b>728,6</b>	<b>728,8</b>	<b>728,7</b>	<b>728,4</b>	<b>728,4</b>	<b>728,4</b>	<b>728,3</b>	<b>729,4</b>	<b>727,9</b>	<b>821,1</b>	<b>728,4</b>	<b>730,2</b>	<b>727,5</b>
<b>Máx</b>	729	729.3	729.4	729.5	729.6	729.7	729.1	729.4	729.2	729.1	797	729	890.8	734.2	797	728.1
<b>Min</b>	726.8	726.7	727.1	727.8	727.9	727.7	727.6	727.4	727.6	727.2	727.2	726.5	810.9	727.6	728	726.5
<b>D.S.</b>	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	9.5	0.5	10.4	0.9	9.4	0.4
Prom= Promedio; D.S.= Desviación Estándar																





Registro de presiones en la ciudad de Valencia (Aemet Valencia)

PRESSIONS REALS MITJANES A LA 1 H.

ESTACION	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
CONT. CORTA JARDI	1016,9	1015,8	1015,3	1012,0	1012,3	1013,5	1013,7	1013,0	1015,2	1014,8	1015,9	1017,0
CONT. CALTEI	1019,6	1016,5	1016,9	1014,2	1014,5	1015,5	1015,9	1015,1	1016,8	1017,2	1017,8	1019,1
ESORDA	1016,2	1013,8	1014,2	1010,8	1011,3	1012,7	1013,1	1012,2	1014,1	1013,1	1014,4	1014,9
ELLO	1013,9	1012,4	1011,8	1009,9	1010,9	1011,9	1012,3	1011,7	1012,4	1013,6	1012,0	1013,4
REI	1019,1	1016,8	1016,8	1014,0	1014,5	1015,6	1016,0	1015,3	1016,8	1017,0	1017,6	1018,8
MON. LES IVERS	1020,6	1018,9	1017,1	1014,8	1016,9	1016,7	1017,1	1016,8	1017,5	1018,0	1013,5	1016,3

PRESSIONS REALS MITJANES A LES 7 H.

ESTACION	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
CONT. CORTA JARDI	1018,0	1016,4	1016,0	1012,9	1014,0	1015,0	1015,3	1014,6	1016,0	1016,1	1016,3	1017,6
CONT. CALTEI	1019,3	1016,1	1016,6	1013,9	1014,5	1015,6	1016,0	1015,1	1016,7	1017,0	1017,5	1018,8
ESORDA	1015,9	1013,5	1013,9	1010,5	1011,2	1012,7	1013,0	1012,3	1013,9	1012,9	1014,1	1014,6
ELLO	1013,8	1012,1	1011,6	1010,0	1011,3	1012,2	1012,6	1011,9	1012,5	1013,5	1012,0	1013,4
REI SANT ANTONI	1019,7	1017,5	1018,5	1015,0	1016,8	1017,5	1017,0	1016,6	1017,0	1016,7	1015,5	1017,2
REI	1018,7	1016,4	1016,6	1013,8	1014,4	1015,7	1016,1	1015,3	1016,7	1016,8	1017,4	1018,5
MON. LES IVERS	1019,4	1017,3	1017,1	1014,6	1015,4	1016,4	1016,7	1016,1	1017,3	1017,5	1017,0	1018,0

PRESSIONS REALS MITJANES A LES 13 H.

ESTACION	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
CONT. CORTA JARDI	1017,5	1016,0	1015,7	1012,5	1013,8	1014,8	1015,1	1014,4	1015,7	1015,6	1015,7	1017,1
CONT. CALTEI	1019,1	1015,9	1016,4	1013,7	1014,3	1015,5	1015,9	1015,1	1016,6	1016,8	1017,1	1018,5
ESORDA	1015,5	1013,2	1013,7	1010,2	1011,0	1012,5	1012,8	1012,1	1013,8	1012,6	1013,7	1014,4
ELLO	1013,4	1011,8	1011,3	1009,6	1011,0	1011,9	1012,4	1011,7	1012,2	1013,0	1011,4	1013,0
REI SANT ANTONI	1019,6	1017,7	1018,6	1014,9	1016,6	1017,3	1016,8	1016,4	1016,9	1016,6	1015,3	1017,1
REI	1018,0	1015,7	1015,6	1012,8	1013,5	1014,8	1015,2	1014,5	1015,9	1016,0	1016,4	1017,7
MON. LES IVERS	1018,8	1016,8	1016,5	1013,9	1014,7	1015,8	1016,2	1015,6	1016,8	1016,8	1016,2	1017,4

PRESSIONS REALS MITJANES A LES 18 H.

ESTACION	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
CONT. CORTA JARDI	1017,5	1015,6	1015,1	1011,8	1013,0	1013,9	1013,9	1013,3	1015,0	1015,6	1015,9	1017,2
CONT. CALTEI	1018,9	1015,4	1015,7	1012,9	1013,4	1014,4	1014,6	1013,8	1015,7	1016,4	1017,0	1018,6
ESORDA	1015,4	1012,8	1013,1	1009,6	1010,3	1011,6	1011,8	1011,2	1013,2	1012,4	1013,8	1014,4
ELLO	1013,6	1011,7	1010,9	1009,2	1010,2	1011,3	1011,5	1010,8	1011,7	1013,0	1011,6	1013,2
REI SANT ANTONI	1019,4	1016,8	1017,5	1013,8	1015,3	1016,1	1015,2	1015,1	1016,0	1016,0	1015,1	1016,7
REI	1018,0	1015,4	1015,1	1012,2	1012,8	1014,0	1014,2	1013,5	1015,3	1015,8	1016,5	1017,9
MON. LES IVERS	1018,7	1016,3	1015,8	1013,0	1013,8	1014,8	1015,0	1014,4	1016,0	1016,5	1016,2	1017,4

## Registro de humedad relativa en la ciudad de Valencia (Aemet Valencia)

HUMITAT ABSOLUTA <sup>1</sup> . MITJANES MENSUALS I ANUAL													HUMITAT RELATIVA <sup>2</sup> . MITJANES MENSUALS I ANUAL														
OBSERVATORI	MITJANA ANUAL	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	OBSERVATORI	MITJANA ANUAL	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
ALACANT, CIUTAT JARDÍ	11,4	7,2	7,3	7,9	9,2	11,3	14,2	16,8	17,8	15,6	12,2	9,3	7,6	ALACANT, CIUTAT JARDÍ	68,6	69,5	67	65,8	66,7	66,8	66,5	65,8	69,6	70,9	72,2	71,5	70,3
ALACANT, L'ALTET	10,8	6,9	6,9	7,4	8,6	10,5	13,3	15,7	16,9	14,8	11,7	9	7,5	ALACANT, L'ALTET	64,8	66,2	64,9	62,3	62,6	62,9	61,9	61,5	65,3	66	67,7	67,8	68
ALMASSORA	11,2	6,8	7,2	7,8	8,9	11	14,3	17,1	17,5	15,7	12,1	9,1	7,4	ALMASSORA	70,3	70,7	69,1	67	68,4	68,9	68,3	68,2	70,6	72,9	73,4	74,8	71,9
CAP DE SANT ANTONI	11,6	7,4	7,5	8,1	9,2	11,4	14,3	17,6	18,3	16,5	13	9	7,5	CAP DE SANT ANTONI	70,9	69,3	69,2	68,6	68,4	70	73,2	73,8	74,6	75	73,7	67,8	67,5
CASTELLÓ	10,5	6,8	6,5	7	8,3	10,5	13,1	16,2	16,8	14,7	11,6	8,4	6,7	CASTELLÓ	64,3	65,6	61,1	61,3	61,8	62,8	63,3	64,9	67,2	67,8	68,2	64,6	63,6
MANISES	10,6	6,7	6,9	7,3	8,4	10,4	13,2	16	16,8	14,6	11,4	8,7	7	MANISES	66,7	69,2	66,3	63,5	63,3	63,6	63	63,7	67,5	68,2	70,2	71,4	70,3
VALÈNCIA, ELS VIVERS	10,7	6,7	6,8	7,3	8,4	10,6	13,4	16,3	16,8	14,8	11,4	8,6	7	VALÈNCIA, ELS VIVERS	66,3	65,5	63,1	62,3	63,6	65,6	66,6	68	69,4	69	68,4	67,7	66,3

Linea	ARCHIVO	CÓDIGO	LIBRO	SIGNATURA	PERÍODO LIBRO	FECHA MUESTRA	FOLIO	EXTRACCIÓN	CONSERVACIÓN	ANALÍTICA SEM	OBSERVACIONES
1,00	15	COCL37T1	CORT DE JUSTICIA		1260	1260				24/02/2011	
2,00	15	COCL37T1	CORT DE JUSTICIA		1260	1260				24/02/2011	
3,00	15	COCL37T1	CORT DE JUSTICIA		1260	1260				24/02/2011	
4,00	15	COCL28T1	CORT DE JUSTICIA		1269	1269				13/01/2011	
5,00	15	COCL28T1	CORT DE JUSTICIA		1269	1269				13/01/2011	
6,00	15	COCL60T1	CORT DE JUSTICIA		1269	1269				05/03/2011	PERGAMINO
7,00	15	COCL27T1	CORT DE JUSTICIA		1272	1272				13/01/2011	
8,00	15	COCL27T1	CORT DE JUSTICIA		1272	1272				13/01/2011	
9,00	15	COCL24T1	CORT DE JUSTICIA		1275	1275				13/01/2011	
10,00	15	COCL24T1	CORT DE JUSTICIA		1275	1275				13/01/2011	
11,00	15	COCL24T2	CORT DE JUSTICIA		1275	1275				13/01/2011	
12,00	15	COCL24T2	CORT DE JUSTICIA		1275	1275				13/01/2011	
13,00	15	COCL39T1	CORT DE JUSTICIA		1275	1275				24/02/2011	
14,00	15	COCL39T1	CORT DE JUSTICIA		1275	1275				24/02/2011	
15,00	15	COCL39T1	CORT DE JUSTICIA		1275	1275				24/02/2011	
16,00	15	COCL26T1	CORT DE JUSTICIA		1277 - 1278	1277					
17,00	15	COCL26T1	CORT DE JUSTICIA		1277 - 1278	1277					
18,00	15	COCL45T1	CORT DE JUSTICIA		1288	1288				24/02/2011	
19,00	15	COCL45T1	CORT DE JUSTICIA		1288	1288				24/02/2011	
20,00	15	COCL45T1	CORT DE JUSTICIA		1288	1288				24/02/2011	
21,00	3	ALIL14T1	PRIVILEGIOS Y PROVISIONES REALES		1290 circa	1290			perforada	28/04/2010	
22,00	15	COCL25T1	CORT DE JUSTICIA		1293	1293				13/01/2011	
23,00	15	COCL25T1	CORT DE JUSTICIA		1293	1293				13/01/2011	
24,00	15	COCL25T2	CORT DE JUSTICIA		1293	1293				13/01/2011	
25,00	15	COCL25T2	CORT DE JUSTICIA		1293	1293				13/01/2011	
26,00	15	COCL46T1	CORT DE JUSTICIA		1293	1293				24/02/2011	
27,00	15	COCL46T1	CORT DE JUSTICIA		1293	1293				24/02/2011	
28,00	15	COCL46T1	CORT DE JUSTICIA		1293	1293				24/02/2011	
29,00	15	COCL34T1	CORT DE JUSTICIA		1294	1294				24/02/2011	
30,00	15	COCL34T1	CORT DE JUSTICIA		1294	1294				24/02/2011	
31,00	15	COCL34T1	CORT DE JUSTICIA		1294	1294				24/02/2011	
32,00	15	COCL40T1	CORT DE JUSTICIA		1295	1295				24/02/2011	
33,00	15	COCL40T1	CORT DE JUSTICIA		1295	1295				24/02/2011	
34,00	15	COCL40T1	CORT DE JUSTICIA		1295	1295				24/02/2011	
35,00	15	COCL44T1	CORT DE JUSTICIA		1295b	1295				24/02/2011	
36,00	15	COCL44T1	CORT DE JUSTICIA		1295b	1295				24/02/2011	
37,00	15	COCL44T1	CORT DE JUSTICIA		1295b	1295				24/02/2011	
38,00	2	ACIL4T1	PROTOCOLO NOTARIAL DE PERE MIRÓ		1296 - 1303	1296				11/03/2011	
39,00	2	ACIL4T2	PROTOCOLO NOTARIAL DE PERE MIRÓ		1303	1303				11/03/2011	
40,00	15	COCL42T1	CORT DE JUSTICIA		1305	1305				24/02/2011	
41,00	15	COCL42T1	CORT DE JUSTICIA		1305	1305				24/02/2011	
42,00	15	COCL42T1	CORT DE JUSTICIA		1305	1305				24/02/2011	
43,00	2	ACIL3T1	CORT DE JUSTICIA		1308 - 1310	1308				11/03/2011	
44,00	2	ACIL3T1	CORT DE JUSTICIA		1308 - 1310	1308				11/03/2011	
45,00	15	COCL48T1	CORT DE JUSTICIA		1309	1309				24/02/2011	
46,00	15	COCL48T1	CORT DE JUSTICIA		1309	1309				24/02/2011	
47,00	15	COCL48T1	CORT DE JUSTICIA		1309	1309				24/02/2011	
48,00	15	COCL48T1	CORT DE JUSTICIA		1309	1309				24/02/2011	
49,00	15	COCL63T1	CORT DE JUSTICIA		1309	1309				05/03/2011	
50,00	15	COCL63T1	CORT DE JUSTICIA		1309	1309				05/03/2011	
51,00	2	ACIL3T2	CORT DE JUSTICIA		1310	1310				11/03/2011	
52,00	2	ACIL3T2	CORT DE JUSTICIA		1310	1310				11/03/2011	
53,00	15	COCL62T1	CORT DE JUSTICIA		1314	1314				05/03/2011	
54,00	15	COCL35T1	CORT DE JUSTICIA		1316 - 1317	1316				24/02/2011	

55,00	15	COCL35T1	CORT DE JUSTICIA		1316 - 1317	1316			24/02/2011
56,00	15	COCL35T1	CORT DE JUSTICIA		1316 - 1317	1316			24/02/2011
57,00	15	COCL36T1	CORT DE JUSTICIA		1318 - 1319	1318			24/02/2011
58,00	15	COCL36T1	CORT DE JUSTICIA		1318 - 1319	1318			24/02/2011
59,00	15	COCL36T1	CORT DE JUSTICIA		1318 - 1319	1318			24/02/2011
60,00	15	COCL58T1	CORT DE JUSTICIA		1318 - 1319	1318			05/03/2011
61,00	15	COCL58T1	CORT DE JUSTICIA		1318 - 1319	1318			05/03/2011
62,00	15	COCL47T1	CORT DE JUSTICIA		1322	1322			24/02/2011
63,00	15	COCL47T1	CORT DE JUSTICIA		1322	1322			24/02/2011
64,00	15	COCL47T1	CORT DE JUSTICIA		1322	1322			24/02/2011
65,00	15	COCL54T1	CORT DE JUSTICIA		1327 - 1329	1327			05/03/2011
66,00	15	COCL54T1	CORT DE JUSTICIA		1327 - 1329	1327			05/03/2011
67,00	7	AYTL1T1	MANUAL DE CONSELLS	A- 2	1327 - 1331	1327		08/11/2010	26/01/2011
68,00	7	AYTL1T1	MANUAL DE CONSELLS	A- 2	1327 - 1331	1327		08/11/2010	26/01/2011
69,00	2	ACIL2T1	EXTRAVAGANTS		1331 - 1360	1385			11/03/2011
70,00	2	ACIL2T1	EXTRAVAGANTS		1331 - 1360	1385			11/03/2011
71,00	2	ACIL2T2	EXTRAVAGANTS		1332 circa	1332			11/03/2011
72,00	7	AYTL10T1	PROCESOS	wv - 1	1333	1333			26/01/2011
73,00	7	AYTL10T1	PROCESOS	wv - 1	1333	1333			26/01/2011
74,00	7	AYTL10T1	PROCESOS	wv - 1	1333	1333			26/01/2011
75,00	17	DENL14T1	CARTA AL RABINO ISACH		1339	1339			09/11/2010
76,00	15	COCL49T1	CORT DE JUSTICIA		1344	1344			05/03/2011
77,00	15	COCL49T1	CORT DE JUSTICIA		1344	1344			05/03/2011
78,00	15	COCL49T1	CORT DE JUSTICIA		1344	1344			05/03/2011
79,00	15	COCL49T1	CORT DE JUSTICIA		1344	1344			05/03/2011
80,00	15	COCL52T1	CORT DE JUSTICIA		1344b	1344			05/03/2011
81,00	15	COCL52T1	CORT DE JUSTICIA		1344b	1344			05/03/2011
82,00	15	COCL52T1	CORT DE JUSTICIA		1344b	1344			05/03/2011
83,00	16	CULL11T1	REGISTRE DEL CAPITOLS		1345 - 1622	1345		03/03/2009	04/06/2009
84,00	16	CULL11T1	REGISTRE DEL CAPITOLS		1345 - 1622	1345		03/03/2009	04/06/2009
85,00	16	CULL11T2	REGISTRE DEL CAPITOLS		1345 - 1622	1345		03/03/2009 perforada	04/06/2009
86,00	15	COCL22T1	CORT DE JUSTICIA		1346	1346			13/01/2011
87,00	15	COCL22T1	CORT DE JUSTICIA		1346	1346			13/01/2011
88,00	15	COCL21T1	CORT DE JUSTICIA		1346 - 1347	1346			13/01/2011
89,00	15	COCL21T1	CORT DE JUSTICIA		1346 - 1347	1346			13/01/2011
90,00	15	COCL21T1	CORT DE JUSTICIA		1346 - 1347	1346			13/01/2011
91,00	15	COCL21T1	CORT DE JUSTICIA		1346 - 1347	1346			13/01/2011
92,00	14	CTRL12T1	JUDICIARI	22	1351 - 1376	1351		03/03/2009	16/07/2009
93,00	34	XTL18T1	CENSALS	Ci.234/exp.1	1353	1353		10/02/2009	25/06/2009
94,00	13	CVL2T1	PROTOCOLO BONANATO MONAR	3510	1354 - 1359	1354	1r	28/01/2009	13/08/2010
95,00	34	XTL20T1	ESCRITURAS	Ci.764	1355	1355		10/02/2009	25/06/2009
96,00	15	COCL23T1	CORT DE JUSTICIA		1356	1356			13/01/2011
97,00	15	COCL23T1	CORT DE JUSTICIA		1356	1356			13/01/2011
98,00	15	COCL56T1	CORT DE JUSTICIA		1356	1356			05/03/2011
99,00	15	COCL56T1	CORT DE JUSTICIA		1356	1356			05/03/2011
100,00	14	CTRL1T1	LLIBRE DE CORT	1	1360	1385	f.50v	03/03/2009	16/07/2009
101,00	15	COCL55T1	CORT DE JUSTICIA		1360	1360			05/03/2011
102,00	15	COCL55T1	CORT DE JUSTICIA		1360	1360			05/03/2011
103,00	31	VLRL3T1	LLIBRE DE CLAVERIA DEL CONSELL	206	1362	1363	f. 28	26/02/2009	07/04/2010
104,00	15	COCL59T1	CORT DE JUSTICIA		1363	1363			05/03/2011
105,00	15	COCL59T1	CORT DE JUSTICIA		1363	1363			05/03/2011
106,00	7	AYTL6T1	CLAVERIA COMUNA, CUENTAS	O -1	1365 - 1365	1365			26/01/2011
107,00	7	AYTL6T1	CLAVERIA COMUNA, CUENTAS	O -1	1365 - 1365	1365			26/01/2011
108,00	7	AYTL6T1	CLAVERIA COMUNA, CUENTAS	O -1	1365 - 1365	1365			26/01/2011
109,00	7	AYTL6T1	CLAVERIA COMUNA, CUENTAS	O -1	1365 - 1365	1365			26/01/2011

copia doc. 1.000

110,00	29	SEGL5T1	LLIBRE DE OBLIGACIONS I CONDEPNACIONS	3052/141	1366	1366			09/11/2010
111,00	3	ALIL5T1	PRIVILEGIOS Y PROVISIONES REALES		1366 - 1522	1366		perforada	05/05/2010 aún siendo papel muy bueno
112,00	13	CVL3T1	PROTOCOLO BONANATO MONAR	3511	1367 - 1369	1367		28/01/2009	13/08/2010
113,00	13	CVL3T2	PROTOCOLO BONANATO MONAR	3511	1367 - 1369	1367		28/01/2009	13/08/2010
114,00	31	VLRL4T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	210	1369	1369		26/02/2009	07/04/2010 papel estupendo + filigrana perro
115,00	15	COCL53T1	CORT DE JUSTICIA		1369	1369			05/03/2011
116,00	15	COCL53T1	CORT DE JUSTICIA		1369	1369			05/03/2011
117,00	14	CTRL2T1	LLIBRE DE CORT	2	1371	1371	f. 41	03/03/2009	16/07/2009
118,00	29	SEGL17T1	LIBRO DE LA CORRESPONDENCIA DEL JUSTICIA DE LA C 3069/170		1371	1371		perforada	09/11/2010
119,00	29	SEGL28T1	CARTA DE PETICIÓ DE LES AIGÜES ENTRE SEGORB Y CA' 3075/226		1371	1371			13/01/2011
120,00	29	SEGL28T1	CARTA DE PETICIÓ DE LES AIGÜES ENTRE SEGORB Y CA' 3075/226		1371	1371			13/01/2011
121,00	29	SEGL28T1	CARTA DE PETICIÓ DE LES AIGÜES ENTRE SEGORB Y CA' 3075/226		1371	1371			13/01/2011
122,00	15	COCL51T1	CORT DE JUSTICIA		1372	1372			05/03/2011
123,00	15	COCL51T1	CORT DE JUSTICIA		1372	1372			05/03/2011
124,00	14	CTRL3T1	INVENTARI DELS BENS DE FRANCESCA	3	1374	1374		03/03/2009	16/07/2009
125,00	12	CTLL1T2	ACTES CAPITULARS		1374 - 1375	1375		26/10/2010	28/01/2011
126,00	12	CTLL1T2	ACTES CAPITULARS		1374 - 1375	1375		26/10/2010	28/01/2011
127,00	12	CTLL1T1	ACTES CAPITULARS		1374 - 1375	1374		26/10/2010	31/01/2011
128,00	12	CTLL1T1	ACTES CAPITULARS		1374 - 1375	1374		26/10/2010	31/01/2011
129,00	12	CTLL1T1	ACTES CAPITULARS		1374 - 1375	1374		26/10/2010	31/01/2011
130,00	15	COCL57T1	CORT DE JUSTICIA		1374 - 1377	1374			05/03/2011
131,00	15	COCL57T1	CORT DE JUSTICIA		1374 - 1377	1374			05/03/2011
132,00	15	COCL50T1	CORT DE JUSTICIA		1375 - 1376	1375			05/03/2011
133,00	15	COCL50T1	CORT DE JUSTICIA		1375 - 1376	1375			05/03/2011
134,00	15	COCL61T1	CORT DE JUSTICIA		1376 - 1380	1376			05/03/2011
135,00	15	COCL61T1	CORT DE JUSTICIA		1376 - 1380	1376			05/03/2011
136,00	13	CVL5T1	PROTOCOLO BONANATO MONAR	3513	1377 - 1388	1377	7v	28/01/2009	27/08/2010
137,00	13	CVL5T3	PROTOCOLO BONANATO MONAR	3513	1377 - 1388	1387	169v	28/01/2009	13/08/2010
138,00	20	GANL11T2	HOSPITAL		1378	1378		28/02/2009	11/08/2009
139,00	34	XTL21T1	LLIBRE DE CONSELLS		1378	1378	f. 19r	10/02/2009	25/06/2009
140,00	14	COCL11T1	ADMINISTRACIÓ DE L'HOSPITAL		1378	1378			13/01/2011
141,00	15	COCL11T1	ADMINISTRACIÓ DE L'HOSPITAL		1378	1378			13/01/2011
142,00	34	XTL15T1	PRIVILEGIO REAL	Ci.70/exp.22	1379	1379		10/02/2009 perforada	25/06/2009
143,00	29	SEGL9T1	LA JUSTICIA DE 29 PUBLICA LA RESOLUCIÓN DE UNA DI 3067/191		1380	1380			13/01/2011
144,00	29	SEGL9T1	LA JUSTICIA DE 29 PUBLICA LA RESOLUCIÓN DE UNA DI 3067/191		1380	1380			13/01/2011
145,00	16	CULL10T1	LLIBRE DE REBUDES		1380 circa	1380		03/03/2009	04/06/2009
146,00	16	CULL10T1	LLIBRE DE REBUDES		1380 circa	1380		03/03/2009	04/06/2009
147,00	16	CULL10T1	LLIBRE DE REBUDES		1380 circa	1380		03/03/2009	04/06/2009
148,00	31	VLRL5T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	219	1381 - 1382	1381		26/02/2009	25/03/2010
149,00	29	SEGL20T1	LLIBRE DE RECEPTES E DATES FETES PER LOS CLLAVARI: 3043/111		1381 - 1394	1394		hongos	30/11/2010 PAPEL DE TRANSICIÓN
150,00	18	DIPL24T1	BENEFICIOS ECLESIAÍSTICOS DE LA DUQUESA DE ALMOI e.2.5		1383	1383			09/08/2010
151,00	14	CTRL5T1	LLIBRE DE TOTES LES DATES E REBUDES	4	1384	1384		03/03/2009	16/07/2009
152,00	7	AYTL22T1	PROTOCOLO	2_3	1385	1385			26/01/2011
153,00	7	AYTL22T1	PROTOCOLO	2_3	1385	1385			26/01/2011
154,00	7	AYTL22T1	PROTOCOLO	2_3	1385	1385			26/01/2011
155,00	7	AYTL22T1	PROTOCOLO	2_3	1385	1385			26/01/2011
156,00	29	SEGL18T1	LIBRO DE LA CORRESPONDENCIA DEL JUSTICIA DE LA C 3069/171		1386	1386			09/11/2010
157,00	31	VLRL6T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	222	1386	1386		26/02/2009	07/04/2010
158,00	27	REQL7T1	CARTA DE PELEGUÍ DE MONTAGUT	6128	1386	1386	01-may		19/01/2010 PAPEL TRANSICIÓN
159,00	27	REQL7T2	CARTA DE PELEGR'1 DE MONTAGUT		1386	1386		TINTA DE 27	03/02/2010 TINTA DE 27
160,00	29	SEGL23T1	RECEPTAS FETAS PER MI, RAMON DE L'ORT	3042/110	1386	1386			13/01/2011
161,00	29	SEGL23T1	RECEPTAS FETAS PER MI, RAMON DE L'ORT	3042/110	1386	1386			13/01/2011
162,00	29	SEGL6T1	LLIBRE DE OBLIGACIONS I CONDEPNACIONS	3052/142	1387	1387			09/11/2010
163,00	5	ALZL2T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 01	1388 - 1389	1388		24/02/2009 empalidecida	16/02/2010
164,00	19	ELXL5T1	PROVISIÓN SOBRE EL EMBARCO DE TRIGOS	480-5	1389	1389			02/06/2010

165,00	14	CTRL4T1	INVENTARI DE SIMÓ MANÇANA	7	1393	1393	03/03/2009	16/07/2009	
166,00	19	ELXL4T1	TESTIMONIO DE UN ACUERDO DEL CONSEJO DE 24	480-8	1394	1394		02/06/2010	papel de transición muy bueno
167,00	13	CVL10T1	PROTOCOLO JAIME MONFORT (el viejo)	3522	1394 - 1396	1396	04/02/2009	27/08/2010	
168,00	31	VLR17T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	227	1395	1395	26/02/2009	25/03/2010	papel estupendo filigrana flecha
169,00	15	COCL33T1	CORT DE JUSTICIA		1395b	1395		24/02/2011	
170,00	15	COCL33T1	CORT DE JUSTICIA		1395b	1395		24/02/2011	
171,00	15	COCL33T1	CORT DE JUSTICIA		1395b	1395		24/02/2011	
172,00	15	COCL33T1	CORT DE JUSTICIA		1395b	1395		24/02/2011	
173,00	15	COCL33T1	CORT DE JUSTICIA		1395b	1395		24/02/2011	
174,00	2	ACIL8T2	CLAVARIS		1397	1397		11/03/2011	
175,00	14	CTRL7T1	TRASLLAT DEL LLIBRE DE DEFENSIO DE FURS	8	1397	1397	03/03/2009	16/07/2009	
176,00	13	CVL11T1	PROTOCOLO JAIME MONFORT (el viejo)	3523	1397 - 1401	1400	04/02/2009	27/08/2010	ojo mucha cantidad de titanio, do
177,00	3	ALIL9T1	LIBRO DE VISITAS DE AGUAS		1397 - 1690	1397		28/04/2010	perforada
178,00	15	COCL10T1	CLAVERIA		1399	1399		13/01/2011	
179,00	15	COCL10T1	CLAVERIA		1399	1399		13/01/2011	
180,00	15	COCL38T1	CLAVERIA		1399	1399		24/02/2011	
181,00	15	COCL38T1	CLAVERIA		1399	1399		24/02/2011	
182,00	15	COCL38T1	CLAVERIA		1399	1399		24/02/2011	
183,00	9	BOCL27T1	SIN CLASIFICAR	00031 - 08	1400	1400	23/02/2009	16/09/2009	perforada +++
184,00	19	ELXL3T1	PRIVILEGIO DEL GUIATGE DE GUARDAMAR	480-9	1400	1400		02/06/2010	
185,00	16	CULL9T1	LLIBRES DE REBUDES		1400	1400	03/03/2009	16/07/2009	
186,00	13	CVL13T1	PROTOCOLO JAIME MONFORT (el viejo)	3656	1400 - 1410	1406	04/02/2009	13/08/2010	
187,00	17	DENL17T1	PADRÓ DE PEYTES		1400 - 1499	1400		27/08/2010	
188,00	29	SEGL1T1	LLIBRE DE ASSIGNACIONS E TRES FEITS ....	3046/116	1401	1401		09/11/2010	perforada
189,00	29	SEGL7T1	LLIBRE DE OBLIGACIONS I CONDEPNACIONS	3052/143	1401	1401		30/11/2010	PAPEL DE TRANSICIÓN
190,00	14	CTRL6T1	LLIBRE DE LA PEYTA	10	1401	1401	03/03/2009	16/07/2009	
191,00	24	ORHL1T1	MANUAL DE CONSELLS	Nº 12	1402	1402	17/03/2009	16/04/2009	
192,00	13	CVL12T1	PROTOCOLO JAIME MONFORT (el viejo)	3524	1402 - 1405	1403	04/02/2009	13/08/2010	
193,00	7	AYTL17T1	CARTAS MISIVAS	g3 - 8	1403 - 1405	1403		28/01/2011	
194,00	18	DIPL23T1	DERECHOS REALES	e.2.7.13	1406	1406		21/07/2010	
195,00	29	SEGL8T1	LLIBRE DE OBLIGACIONS I CONDEPNACIONS	3052/144	1407	1407		30/11/2010	
196,00	29	SEGL24T1	LIBRO-REGISTRO DE LA CORRESPONDENCIA EMANADA	3041/102	1407 - 1409	1408		30/11/2010	TIENE SECATIVO
197,00	27	REQL8T1	CARTA DE GUILLEM RAÓN DE MONTCADA-VALENCIA	6129	1409	1409	27-feb	19/01/2010	
198,00	12	CTLL2T1	ACTES CAPITULARS		1410 - 1411	1410		26/10/2010	
199,00	12	CTLL2T1	ACTES CAPITULARS		1410 - 1411	1410		26/10/2010	
200,00	12	CTLL2T1	ACTES CAPITULARS		1410 - 1411	1410		26/10/2010	
201,00	2	ACIL1T1	LLIBRE DE CONSELLS		1411	1411		28/05/2010	
202,00	2	ACIL1T1	LLIBRE DE CONSELLS		1411	1411		28/05/2010	
203,00	12	CTLL2T2	ACTES CAPITULARS		1411	1411		26/10/2010	
204,00	12	CTLL2T2	ACTES CAPITULARS		1411	1411		26/10/2010	
205,00	12	CTLL2T2	ACTES CAPITULARS		1411	1411		26/10/2010	
206,00	14	CTRL8T1	LLIBRE DE DATES E REBUDES	11	1411	1411		03/03/2009	
207,00	5	ALZL3T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 14	1412 - 1413	1412	f.4r	24/02/2009	perforada
208,00	15	COCL4T1	MANUAL DE CONSELLS		1412 - 1413	1412			
209,00	29	SEGL2T1	LLIBRE DE ASSIGNACIONS, MANAMENTS	3046/117	1413	1413		09/11/2010	
210,00	31	VLR18T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	240	1413	1413	f. 1	26/02/2009	
211,00	29	SEGL3T1	LLIBRE DE ASSIGNACIONES Y MANDAMIENTOS	3046/118	1414	1414		25/03/2010	
212,00	7	AYTL12T1	CLAMS, INSTANCIAS, QUEREOLAS Y DEMANDAS	zz - 1	1415	1415		26/01/2011	
213,00	7	AYTL12T1	CLAMS, INSTANCIAS, QUEREOLAS Y DEMANDAS	zz - 1	1415	1415		26/01/2011	
214,00	12	CTLL28T2	CORT DE JUSTICIA		1416 - 1417	1416			muy empaldecida
215,00	12	CTLL28T2	CORT DE JUSTICIA		1416 - 1417	1416			muy empaldecida
216,00	12	CTLL28T2	CORT DE JUSTICIA		1416 - 1417	1416			muy empaldecida
217,00	24	ORHL2T1	MANUAL DE CONSELLS	Nº 16	1417	1417	f. 152	17/03/2009	perforada
218,00	31	VLR19T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	243	1417 - 1418	1417		26/02/2009	migración +++
219,00	20	GANL12T1	AGUAS	1666	1418	1418		28/02/2009	perforada

220,00	29	SEGL10T1	LIBRO DE LA ESCRIBANÍA DE DON FEDERICO DE ARAGÓ 3071/215	1419 - 1425	1419		perforada	09/11/2010
221,00	15	COCL20T1	CORT DE JUSTICIA	1420	1420			
222,00	16	CULL4T1	PADRÓ DE PEYTES	1420	1420	03/03/2009		04/06/2009
223,00	16	CULL4T1	PADRÓ DE PEYTES	1420	1420	03/03/2009		04/06/2009
224,00	19	ELXL18T1	LIBRO DE ACTAS a-4	1420 - 1421	1420			05/05/2010
225,00	29	SEGL4T1	LLIBRE DE ASSIGNACIONS, MANAMENTS 3046/119	1421	1421			
226,00	5	ALZL4T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL 003 - 16	1421 - 1422	1421	24/02/2009	perforada	16/02/2010
227,00	23	ONTL4T1	PROTOCOL DE JAUME OLZINA N.1	1421 - 1424	1421	f.20r	10/02/2009	07/07/2009
228,00	18	DIPL8T1	DOCUMENTACIÓN DE LA COFRADIA DE LES ORFENES A MARIDAR	1422	1422		perforada	05/07/2010
229,00	5	ALZL5T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL 003 - 17	1422 - 1423	1422	f. 40	24/02/2009	09/02/2010
230,00	2	ACIL7T1	CARTA DEL ALCAIDE DE 28	1423	1423			11/03/2011
231,00	2	ACIL7T1	CARTA DEL ALCAIDE DE 28	1423	1423			11/03/2011
232,00	23	ONTL11T1	CORT DE JUSTICIA	1423	1423	f.1r 10ªmano	10/02/2009	02/07/2009
233,00	15	COCL19T1	CORT DE JUSTICIA	1423	1423			13/01/2011
234,00	15	COCL19T1	CORT DE JUSTICIA	1423	1423			13/01/2011
235,00	4	ALTL4T2	PADRONES 1423 - 1560	1560	1560			07/07/2009
236,00	4	ALTL4T1	PADRONES 1423 - 1560	1423	1423			07/07/2009
237,00	11	CTFL3T1	LLIBRE DEL JUSTICIA	1424	1424	03/03/2009		07/07/2009
238,00	23	ONTL10T1	CORT DE JUSTICIA	1426	1426	10/02/2009		02/07/2009
239,00	19	ELXL2T1	DOCUMENTO MANUSCRITO DE LOS CONSELLERS DE B/ 480-13	1427	1427			05/05/2010
240,00	7	AYTL4T1	CLAVERÍA COMUNA, MANUALS DE ALBARANS J - 48	1428 - 1429	1428			26/01/2011
241,00	7	AYTL4T1	CLAVERÍA COMUNA, MANUALS DE ALBARANS J - 48	1428 - 1429	1428			26/01/2011
242,00	20	GANL8T1	CORT DE JUSTICIA 1875	1429	1429	28/02/2009	perforada	11/08/2009
243,00	27	REQL10T1	PROVISIÓN DE JUAN II 10.036	1429	1429	29-jun		26/01/2010
244,00	29	SEGL22T1	LLIBRE DEL MUSTAÇAF 3042/1707	1430	1430			
245,00	5	ALZL6T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL 003 - 23	1430 - 1431	1430	f. 28 bis	24/02/2009	03/02/2010
246,00	19	ELXL17T1	LIBRO DE ACTAS a-7	1430 - 1434	1430			05/05/2010
247,00	23	ONTL9T1	CORT DE JUSTICIA	1432	1432	f.78v	10/02/2009	02/07/2009
248,00	29	SEGL13T1	LLIBRE MEMORIAL, CAPBREU O REPERTORI DE MI, JOH 3071/216	1432	1432			
249,00	29	SEGL13T1	LLIBRE MEMORIAL, CAPBREU O REPERTORI DE MI, JOH 3071/216	1432	1432			
250,00	16	CULL1T1	LLIBRE DE VALUES	1432	1432	03/03/2009		16/07/2009
251,00	5	ALZL7T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL 003 - 25	1432 - 1433	1432	24/02/2009		16/02/2010
252,00	13	CVL16T1	PROTOCOLO JAIME MONFORT (el viejo) 3659	1432 - 1442	1438	04/02/2009		27/08/2010
253,00	2	ACIL5T1	CORT DE JUSTICIA	1433	1433			11/03/2011
254,00	31	VLRL1T1	PROTOCOLO NOTARIAL 1736	1433	1433	26/02/2009		07/04/2010
255,00	19	ELXL1T1	DOCUMENTO MANUSCRITO DEL PROCURADOR DE LA \ 480-14	1434	1434			05/05/2010
256,00	27	REQL13T1	PROVISIÓN REAL-VALLADOLID 10.053	1434	1434	18-abr		19/01/2010 me sale pico de Pb
257,00	15	COCL17T1	CORT DE JUSTICIA 62	1435	1435			
258,00	15	COCL18T1	CORT DE JUSTICIA	1435	1435			
259,00	24	ORHL3T1	MANUAL DE CONSELLS Nº 22	1435 - 1458	1435	17/03/2009		16/04/2009
260,00	19	ELXL16T1	LIBRO DE ACTAS a-10	1437 - 1439	1437			05/05/2010
261,00	13	CVL7T2	PROTOCOLO JAIME MONFORT (el moderno) 3661	1437 - 1448	1441	04/02/2009		27/08/2010
262,00	13	CVL7T1	PROTOCOLO JAIME MONFORT (el moderno) 3661	1437 - 1448	1444	04/02/2009		27/08/2010
263,00	7	AYTL23T1	PROTOCOLO 4_7	1438	1438			26/01/2011
264,00	7	AYTL23T1	PROTOCOLO 4_7	1438	1438			26/01/2011
265,00	7	AYTL23T1	PROTOCOLO 4_7	1438	1438			26/01/2011
266,00	23	ONTL8T1	CORT DE JUSTICIA	1438 - 1439	1438	f.2r 2ªmano	10/02/2009	07/07/2009
267,00	23	ONTL8T2	CORT DE JUSTICIA	1438 - 1439	1439	f.6r 2ª mano	10/02/2009	02/07/2009
268,00	12	CTLL3T1	ACTES CAPITULARS	1439 - 1440	1440	26/10/2010		31/01/2011
269,00	12	CTLL3T1	ACTES CAPITULARS	1439 - 1440	1440	26/10/2010		31/01/2011
270,00	12	CTLL3T1	ACTES CAPITULARS	1439 - 1440	1440	26/10/2010		31/01/2011
271,00	12	CTLL24T1	VEHINS NOVELLS	1439 - 1567	1439			28/01/2011
272,00	12	CTLL24T1	VEHINS NOVELLS	1439 - 1567	1439			28/01/2011
273,00	12	CTLL24T2	VEHINS NOVELLS	1439 - 1567	1439			28/01/2011
274,00	12	CTLL24T2	VEHINS NOVELLS	1439 - 1567	1439			28/01/2011



275,00	5	ALZL9T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 32	1440 - 1441	1440	f. 47	24/02/2009	16/02/2010
276,00	36	CASL1T1	PROTOCOLO BERNAT ANDRÉS	1	1440 - 1456	1442		04/05/2009	09/12/2009
277,00	23	ONTL17T1	CAPPATRÓ DE LA PEITA		1440 circa	1440		10/02/2009	02/07/2009
278,00	31	VLRL10T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	253	1441	1441		26/02/2009 empalidecida	07/04/2010
279,00	7	AYTL13T1	AVEINAMENTS	b3 - 5	1442 - 1462	1442			28/01/2011
280,00	7	AYTL13T1	AVEINAMENTS	b3 - 5	1442 - 1462	1442			28/01/2011
281,00	5	ALZL10T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 34	1443 - 1444	1444	f. 89	24/02/2009	09/02/2010
282,00	23	ONTL13T1	CORT DE JUSTICIA		1443 - 1456	1446		10/02/2009	02/07/2009
283,00	16	CULL5T1	PADRÓ DE PEYTES		1444	1444		03/03/2009	16/07/2009
284,00	5	ALZL11T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 36	1445 - 1446	1445	f. 31	24/02/2009	03/02/2010
285,00	5	ALZL12T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 37	1446 - 1447	1446		24/02/2009	16/02/2010
286,00	7	AYTL9T1	NOTAS JAIME BENEDITO	r - 10	1446 - 1447	1446			26/01/2011
287,00	7	AYTL9T1	NOTAS JAIME BENEDITO	r - 10	1446 - 1447	1446			26/01/2011
288,00	7	AYTL9T1	NOTAS JAIME BENEDITO	r - 10	1446 - 1447	1466			26/01/2011
289,00	11	CTFL4T1	LLIBRE DEL JUSTICIA		1448	1448		03/03/2009	07/07/2009
290,00	24	ORHL4T1	MANUAL DE CONSELLS	A - 28	1448 - 1449	1448		17/03/2009	16/04/2009
291,00	24	ORHL4T1	MANUAL DE CONSELLS	A - 28	1448 - 1449	1448		17/03/2009	16/04/2009
292,00	19	ELXL22T1	LIBRO DE ACTAS	a - 13	1448 - 1450	1448			05/05/2010
293,00	31	VLRL11T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	258	1449	1449		26/02/2009 migración + perforada	25/03/2010
294,00	11	CTFL7T1	JUSTICIA		1449	1449		03/03/2009	07/07/2009
295,00	13	CVL6T1	PROTOCOLO JAIME MONFORT (el moderno)	3660	1449 - 1455	1454		04/02/2009	13/08/2010
296,00	20	GANL8T2	CORT DE JUSTICIA		1451	1451		28/02/2009 perforada	11/08/2009
297,00	16	CULL6T1	JURATS		1451	1451		03/03/2009	04/06/2009
298,00	16	CULL6T1	JURATS		1451	1451		03/03/2009	04/06/2009
299,00	34	XTL23T1	ELECCIONES DE JURADOS DE LA CIUDAD	CJ.407/exp.2	1452	1452		10/02/2009 perforada	25/06/2009
300,00	5	ALZL13T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 45	1454 - 1455	1455		24/02/2009	09/02/2010
301,00	19	ELXL21P1	LIBRO DE ACTAS		1455 - 1458	1455			05/05/2010
302,00	24	ORHL6T1	MANUAL DE CONSELLS	Nº30	1455 - 1489	1455	f. 1	17/03/2009	16/04/2009
303,00	24	ORHL6T2	MANUAL DE CONSELLS	Nº 30	1455 - 1489	1489	f. 265	17/03/2009	16/04/2009
304,00	34	XTL17T1	CENSALS	CJ.229/esp.99	1456	1456		10/02/2009 perforada	25/06/2009
305,00	17	DENL15T1	PROTOCOLO NOTARIAL		1457	1457			27/08/2010
306,00	9	BOCL22T1	SIN CLASIFICAR	00032 -11	1458	1458		23/02/2009	16/09/2009
307,00	34	XTL16T1	PRIVILEGIO REAL	CJ.70/exp. 39	1458	1458		10/02/2009 migración +++	25/06/2009
308,00	34	XTL11T1	PLEITOS 34/CANALS	CJ.36	1459	1459		10/02/2009	25/06/2009
309,00	34	XTL13T1	PLEITOS 34/CANALS	CJ.36	1460	1460		10/02/2009	25/06/2009
310,00	24	ORHL7T1	MANUAL DE CONSELLS	A - 31	1460 - 1464	1460	f. 9	17/03/2009 perforada	16/04/2009
311,00	24	ORHL7T2	MANUAL DE CONSELLS	A - 31	1460 - 1464	1464		17/03/2009	16/04/2009
312,00	34	XTL14T1	PRIVILEGIO REAL	CJ.70	1461	1461		10/02/2009 perforada	25/06/2009
313,00	5	ALZL14T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 52	1461 - 1462	1461	f. 106	24/02/2009	16/02/2010
314,00	12	CTLL4T1	ACTES CAPITULARS		1461 - 1462	1461		empalidecida	31/01/2011
315,00	12	CTLL4T1	ACTES CAPITULARS		1461 - 1462	1461		empalidecida	31/01/2011
316,00	12	CTLL4T1	ACTES CAPITULARS		1461 - 1462	1461		empalidecida	31/01/2011
317,00	36	CASL2T1	PROTOCOLO DE PÉREZ JUAN	4	1462 - 1469	1462			09/12/2009
318,00	19	ELXL9T1	PROTOCOLO NOTARIAL	SHPN-1	1463	1463			02/06/2010
319,00	34	XTL24T1	ELECCIONES DE JURADOS DE LA CIUDAD	CJ.407/exp.5	1463	1463		10/02/2009 perforada	25/06/2009
320,00	2	ACIL11T1	CORT DE JUSTICIA		1464	1465			11/03/2011
321,00	2	ACIL11T1	CORT DE JUSTICIA		1464	1465			11/03/2011
322,00	20	GANL8T4	CORT DE JUSTICIA		1465	1465		28/02/2009 perforada	11/08/2009
323,00	14	CTRL13T1	PEITA?	20	1466	1466		03/03/2009	16/07/2009
324,00	9	BOCL18T1	SIN CLASIFICAR	00035 - 34	1468	1468		23/02/2009	16/09/2009
325,00	31	VLRL12T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	268	1468	1468	f.1	26/02/2009 perforada	25/03/2010
326,00	15	COCL14T1	CORT DE JUSTICIA		1468	1468			
327,00	23	ONTL14T1	CORT DE JUSTICIA		1468 - 1499	1475	f.40r	10/02/2009	02/07/2009
328,00	15	COCL15T1	CORT DE JUSTICIA		1469	1469			
329,00	23	ONTL24T1	PROTOCOL DE GINÉS CERDÀ		1469 - 1471	1469	f. 3r	10/02/2009	07/07/2009

330,00	15	COCL16T1	CORT DE JUSTICIA		1470	1470				
331,00	2	ACIL6T1	LLIBRE DE CAMBRER		1470 - 1478	1470				11/03/2011
332,00	2	ACIL6T1	LLIBRE DE CAMBRER		1470 - 1478	1470				11/03/2011
333,00	20	GANL14T1	CUENTAS DE LA ALONA	1691	1470 - 1561	1470			28/02/2009	11/08/2009
334,00	20	GANL15T1	ARRENDAMENTS	1679	1470 - 1709	1594			28/02/2009	21/07/2009
335,00	12	CTLL27T1	LLIBRE DE PRIVILEGIS		1470 circa	1470			perforada	28/01/2011
336,00	12	CTLL27T1	LLIBRE DE PRIVILEGIS		1470 circa	1470			perforada	28/01/2011
337,00	20	GANL14T2	CUENTAS DE LA ALONA		1471	1471			28/02/2009	11/08/2009
338,00	5	ALZL16T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 61	1471 - 1472	1472			24/02/2009	perforada
339,00	5	ALZL16T2	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 61	1471 - 1472	1472			24/02/2009	16/02/2010
340,00	1	ALBL6T1	MUSTASSAF		1472 - 1473	1472			12/03/2009	05/07/2010
341,00	1	ALBL6T2	MUSTASSAF		1472 - 1473	1472			12/03/2009	05/07/2010
342,00	34	XTL10T1	PLEITOS 34/CANALS	CJ.36	1473	1473			10/02/2009	25/06/2009
343,00	13	CVL20T1	PROTOCOLO JUAN ESTEVE	3682	1473 - 1479	1475				13/08/2010
344,00	16	CULL2T1	LLIBRE CAPPATRO		1474	1474			03/03/2009	16/07/2009
345,00	5	ALZL15T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 64	1474 - 1475	1474			24/02/2009	03/02/2010
346,00	24	ORHL9T1	MANUAL DE CONSELLS	Nº 32	1474 - 1488	1474			17/03/2009	16/04/2009
347,00	24	ORHL9T2	MANUAL DE CONSELLS	Nº 32	1474 - 1488	1488			17/03/2009	16/04/2009
348,00	24	ORHL9T2	MANUAL DE CONSELLS	Nº 32	1474 - 1488	1488			17/03/2009	16/04/2009
349,00	3	ALIL9T2	LIBRO DE VISITAS DE AGUAS		1475	1475			perforada	05/05/2010
350,00	28	SAXL4T1	SEGOVIA- CARTA DE LOS REYES CATÓLICOS		1476	1476				31/01/2011
351,00	28	SAXL4T1	SEGOVIA- CARTA DE LOS REYES CATÓLICOS		1476	1476				31/01/2011
352,00	18	DIPL20T1	PROPIEDADES RELIGIOSAS QUE PERTENECEN AL HOSPI Cod. III.4		1477	1477				21/07/2010
353,00	20	GANL10T1	EXPEDIENTS SOBRE OBRE DE LA COL.LEGIATA	1809	1477 - 1792	1477			28/02/2009	21/07/2009
354,00	28	SAXL5T1	ECIJA - CARTA DE LOS REYES CATÓLICOS		1478	1478		20-oct		31/01/2011
355,00	28	SAXL5T1	ECIJA - CARTA DE LOS REYES CATÓLICOS		1478	1478		20-oct		31/01/2011
356,00	2	ACIL6T2	LLIBRE DE CAMBRER		1478	1478				11/03/2011
357,00	12	CTLL11T1	PEYTA		1479	1479				28/01/2011
358,00	12	CTLL11T1	PEYTA		1479	1479				28/01/2011
359,00	12	CTLL5T1	ACTES CAPITULARS		1480 - 1481	1481			pasmada	28/01/2011
360,00	12	CTLL5T1	ACTES CAPITULARS		1480 - 1481	1481			pasmada	28/01/2011
361,00	12	CTLL5T2	ACTES CAPITULARS		1480 - 1482	1482			26/10/2010	26/01/2011
362,00	12	CTLL5T2	ACTES CAPITULARS		1480 - 1482	1482			26/10/2010	26/01/2011
363,00	9	BOCL8T1	SIN CLASIFICAR	00036 - 01	1481	1481			23/02/2009	11/01/2010
364,00	24	ORHL8T1	MANUAL DE CONSELLS	A - 33	1482 - 1484	1482			17/03/2009	16/04/2009
365,00	24	ORHL8T2	MANUAL DE CONSELLS	A - 33	1482 - 1484	1484			17/03/2009	16/04/2009
366,00	13	CVL21T1	PROTOCOLO JUAN ESTEVE	3683	1482 - 1487	1487				13/08/2010
367,00	17	DENL7T1	APOQUES FETES PER LA CIUTAT DE 17 ALS JURATS DE XÀBEA		1482 - 1655	1482			perforada	09/11/2010
368,00	17	DENL7T2	APOQUES FETES PER LA CIUTAT DE 17 ALS JURATS DE XÀBEA		1482 - 1655	1497			perforada	09/11/2010
369,00	17	DENL7T4	APOQUES FETES PER LA CIUTAT DE 17 ALS JURATS DE XÀBEA		1482 - 1655	1555			perforada	27/08/2010
370,00	18	DIPL22T1	OBRAS DEL HOSPITAL	Cod. II.4	1483	1483				05/07/2010
371,00	20	GANL7T1	PEITES		1483	1483	499		28/02/2009	
372,00	36	CASL3T1	PROTOCOLO DE PÉREZ JUAN	7	1483 - 1484	1483				09/12/2009
373,00	11	CTFL5T1	LLIBRE DEL JUSTICIA		1484	1484			03/03/2009	07/07/2009
374,00	20	GANL13T1	AGUAS DE ALCOY	1673	1484	1484			28/02/2009	11/08/2009
375,00	2	ACIL14T1	LLIBRE DE CONSELLS		1484 - 1496	1484			perforada	11/03/2011
376,00	2	ACIL14T1	LLIBRE DE CONSELLS		1484 - 1496	1484			perforada	11/03/2011
377,00	2	ACIL17T1	LLIBRE DE CONSELLS		1484 - 1504	1484				11/03/2011
378,00	2	ACIL17T1	LLIBRE DE CONSELLS		1484 - 1504	1484				11/03/2011
379,00	27	REQL11T1	CARTA DE LA VILLA DE 27 AL SEÑOR DE BUÑOL	10.088	1485	1485		SEPTIEMBRE		03/02/2010
380,00	19	ELXL20T1	LIBRO DE ACTAS	a-18	1487	1487			perforada	05/05/2010
381,00	20	GANL8T3	CORT DE JUSTICIA		1487	1487			28/02/2009	21/07/2009
382,00	15	COCL32T1	CORT DE JUSTICIA		1488	1488				
383,00	31	VLRL13T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	274	1489	1489			26/02/2009	07/04/2010
384,00	15	COCL31T1	CORT DE JUSTICIA		1489	1489				13/01/2011

385,00	15	COCL31T1	CORT DE JUSTICIA		1489	1489			13/01/2011
386,00	15	COCL31T1	CORT DE JUSTICIA		1489	1489			13/01/2011
387,00	27	REQL18T1	PUENTE DEL PATAZO 27	6117	1489	1489			19/01/2010
388,00	18	DIFL19T1	CENSOS DEL HOSPITAL	Cod.III.1	1490	1490		perforada	21/07/2010
389,00	23	ONTL15T1	CORT DE JUSTICIA		1490	1490	10/02/2009		02/07/2009
390,00	8	BIAL6T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1490	1490			28/01/2011
391,00	8	BIAL6T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1490	1490			28/01/2011
392,00	8	BIAL6T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1490	1490			28/01/2011
393,00	20	GANL15T3	ARRENDAMENTS		1490	1490	28/02/2009	perforada	11/08/2009
394,00	7	AYTL2T1	MANUAL DE CONSELLS	A -46	1490 - 1492	1490		perforada	26/01/2011
395,00	7	AYTL2T1	MANUAL DE CONSELLS	A -46	1490 - 1492	1490		perforada	26/01/2011
396,00	7	AYTL14T1	CARTAS REALES	h3 - 2	1490 - 1514	1490		perforada	26/01/2011
397,00	7	AYTL14T1	CARTAS REALES	h3 - 2	1490 - 1514	1490		perforada	26/01/2011
398,00	7	AYTL14T1	CARTAS REALES	h3 - 2	1490 - 1514	1490		perforada	26/01/2011
399,00	7	AYTL14T1	CARTAS REALES	h3 - 2	1490 - 1514	1490		perforada	26/01/2011
400,00	8	BIAL5T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1491	1491			28/01/2011
401,00	8	BIAL5T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1491	1491			28/01/2011
402,00	8	BIAL5T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1491	1491			28/01/2011
403,00	3	ALIL13T1	LLIBRE DE ARRENDAMENTS DEL MOLL		1491 - 1501	1491			28/04/2010
404,00	3	ALIL13T2	LLIBRE DE ARRENDAMENTS DEL MOLL		1491 - 1501	1501			28/04/2010
405,00	15	COCL2T1	PROCURADOR GENERAL I BATLIA		1492	1492			13/01/2011
406,00	15	COCL2T1	PROCURADOR GENERAL I BATLIA		1492	1492			13/01/2011
407,00	8	BIAL8T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1492	1492			28/01/2011
408,00	8	BIAL8T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1492	1492			28/01/2011
409,00	11	CTFL2T1	LLIBRE DEL JUSTICIA		1492 - 1493	1492	03/03/2009		07/07/2009
410,00	11	CTFL2T1	LLIBRE DEL JUSTICIA		1492 - 1493	1492	03/03/2009		07/07/2009
411,00	14	CTRL11T1	LLIBRE DE CORT	18	1492 - 1494	1492	03/03/2009		16/07/2009
412,00	8	BIAL9T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1493	1493			28/01/2011
413,00	8	BIAL9T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1493	1493			28/01/2011
414,00	8	BIAL9T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1493	1493			28/01/2011
415,00	24	ORHL10T1	MANUAL DE CONSELLS	A- 35	1493 - 1494	1493	17/03/2009	empalidecida x humer	16/04/2009
416,00	24	ORHL10T2	MANUAL DE CONSELLS	A - 35	1493 - 1494	1494	17/03/2009		16/04/2009 hay fósforo, que podría ser negro
417,00	13	CVL22T1	PROTOCOLO FELIPE ABELLÁ	3692	1494 - 1495	1495			13/08/2010
418,00	35	XIXL2T1	PROTOCOLO DE JAIME ARACIL	2	1494 - 1496	1494			09/12/2009
419,00	9	BOCL9T1	SIN CLASIFICAR	00036 - 02	1495	1495	23/02/2009		16/09/2009
420,00	17	DENL16T1	CARTAS A DON DIEGO ROJAS		1495	1495		perforada	09/11/2010
421,00	23	ONTL12T1	CORT DE JUSTICIA		1495	1495	f.37r 4ª mano	10/02/2009	02/07/2009
422,00	8	BIAL11T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1495	1495			28/01/2011
423,00	8	BIAL11T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1495	1495			28/01/2011
424,00	8	BIAL11T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1495	1495			28/01/2011
425,00	27	REQL25T1	ABASTECIMIENTO DE LAS CARNICERÍAS	10.050	1495	1495	09-jun		03/02/2010
426,00	2	ACIL14T2	LLIBRE DE CONSELLS		1496	1496			11/03/2011
427,00	2	ACIL14T2	LLIBRE DE CONSELLS		1496	1496			11/03/2011
428,00	8	BIAL12T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1496	1496			28/01/2011
429,00	8	BIAL12T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1496	1496			28/01/2011
430,00	15	COCL13T1	CORT DE JUSTICIA	56	1496	1496			13/01/2011
431,00	15	COCL13T1	CORT DE JUSTICIA	56	1496	1496			13/01/2011
432,00	8	BIAL10T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1497	1497		perforada	28/01/2011
433,00	8	BIAL10T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1497	1497		perforada	28/01/2011
434,00	8	BIAL10T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTHONI DARANODA		1497	1497		perforada	28/01/2011
435,00	5	ALZL24T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 87	1497 - 1498	1497	24/02/2009		16/02/2010 zinc y cobre cantidades important
436,00	12	CTLL6T2	ACTES CAPITULARS		1498	1498			28/01/2011
437,00	12	CTLL6T2	ACTES CAPITULARS		1498	1498			28/01/2011
438,00	20	GANL8T5	CORT DE JUSTICIA		1498	1498	28/02/2009	perforada	21/07/2009
439,00	5	ALZL23T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 88	1498 - 1499	1498	24/02/2009	perforada- casi	09/02/2010

440,00	24	ORHL11T1	MANUAL DE CONSELLS	A -36	1498 - 1499	1499	f. 267	17/03/2009	16/04/2009
441,00	30	SCL6T1	AUTOS Y SUMÀRIES PROVIDÈNCIES DEL JUSTICIA DE 30		1499	1499			11/08/2009
442,00	31	VLRL14T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	282	1499	1499	f. 16	26/02/2009 migración + perforada	25/03/2010
443,00	27	REQL12T1	CARTA DE PODER DEL CONCEJO DE REQUEÑA A UN PRI	1381/16	1499	1499			26/01/2010
444,00	27	REQL5T1	TRASLADO DE PROVISIÓN REAL DE LOS RRCC. GRANAD	10.064	1499	1499	23-oct		26/01/2010
445,00	30	SCL2T1	AUTOS Y SUMÀRIES PROVIDÈNCIES DEL JUSTICIA DE 30		1499	1499			11/08/2009
446,00	16	CULL11T3	REGISTRE DEL CAPITOLS		1500 - 1550	1500		03/03/2009 perforada	04/06/2009
447,00	16	CULL11T3	REGISTRE DEL CAPITOLS		1500 - 1550	1500		03/03/2009 perforada	04/06/2009
448,00	17	DENL20T1	PEITA		1500 - 1599	1500		perforada	27/08/2010
449,00	29	SEGL12T1	FROMULARIO NOTARIAL	3071/217	1500 - 1599	1500			09/11/2010
450,00	10	CABL2T1	COPIA DEL PRIVILEGIO DEL REY DON JUAN		1500 - 1600	1500		26/02/2009	02/07/2009 talco secativo
451,00	9	BOCL10T1	SENTENCIA ARBITRAL DONADA POR EL REY D. FDO	00036 - 03	1501	1501		23/02/2009 perforada	16/09/2009
452,00	31	VLRL28T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	284	1501	1501		26/02/2009 empalidecida	07/04/2010
453,00	35	XIXL3T1	PROTOCOLO DE JAIME ARACIL	3	1501 - 1502	1501			09/12/2009
454,00	34	XTL12T1	PLEITOS 34/CANALS	CJ.36	1502	1502		10/02/2009 perforada	25/06/2009
455,00	5	ALZL20T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 91	1502 - 1503	1502		24/02/2009	09/02/2010
456,00	5	ALZL21T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 92	1503 - 1504	1503		24/02/2009	16/02/2010
457,00	18	DIPL21T1	ESTAMENTOS Y LEGADOS	Cod. III.3	1503 - 1546	1546			21/07/2010
458,00	9	BOCL5T1	LIBRO DE CLAVERÍA	00029 - 01	1504	1504		23/02/2009	16/09/2009
459,00	2	ACIL17T2	LLIBRE DE CONSELLS		1504	1504			11/03/2011
460,00	2	ACIL17T2	LLIBRE DE CONSELLS		1504	1504			11/03/2011
461,00	5	ALZL22T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 93	1504 - 1505	1505		24/02/2009	09/02/2010 foto con secativo muy evidente
462,00	13	CVL1T1	PROTOCOLO DE JAUME ESTEVE	3689	1504 - 1508	1504		28/01/2009	13/08/2010
463,00	13	CVL1T2	PROTOCOLO DE JAUME ESTEVE	3689	1504 - 1508	1504		28/01/2009	13/08/2010
464,00	9	BOCL11T1	SENTENCIA ARBITRAL DONADA POR EL REY D. FDO	00036 - 04	1505	1505		23/02/2009 perforada	11/01/2010
465,00	30	SCL9T1	CORT DE JUSTICIA		1506 - 1508	1506		17/02/2009 perforada	11/01/2010
466,00	36	CASL4T1	PROTOCOLO DE ALFONSO FERRANDIS	9	1507	1507			09/12/2009
467,00	24	ORHL12T1	MANUAL DE CONSELLS	Nº 37	1507 - 1510	1507	f. 11	17/03/2009 perforada	16/04/2009
468,00	24	ORHL12T2	MANUAL DE CONSELLS	Nº 37	1507 - 1510	1507		17/03/2009 migración y corrimien	16/04/2009
469,00	9	BOCL12T1	SIN CLASIFICAR	00036 - 05	1508	1508		23/02/2009	11/01/2010
470,00	2	ACIL18T1	LLIBRE DE CONSELLS		1508 - 1528	1508		perforada	11/03/2011
471,00	2	ACIL18T1	LLIBRE DE CONSELLS		1508 - 1528	1508		perforada	11/03/2011
472,00	3	ALIL2T1	LIBRO DE PRIVILEGIOS		1508 - 1579	1508		perforada	28/04/2010
473,00	30	SCL15T1	PLEITO DE PARTICULARES		1509	1509		17/02/2009 perforada	11/08/2009
474,00	23	ONTL18T1	CORT DE JUSTICIA		1510	1510	f.28v	10/02/2009 perforada	07/07/2009
475,00	7	AYTL24T1	PROTOCOLO	10_1	1510	1510			26/01/2011
476,00	7	AYTL24T1	PROTOCOLO	10_1	1510	1510			26/01/2011
477,00	29	SEGL27T1	LIBRO DE OBLIGACIONES, CONDENACIONES PERTENE	3057/160	1511	1511			
478,00	29	SEGL27T1	LIBRO DE OBLIGACIONES, CONDENACIONES PERTENE	3057/160	1511	1511			
479,00	13	CVL24T1	PROTOCOLO FELIPE ABELLÁ	3694	1511 - 1512	1412			13/08/2010
480,00	18	DIPL10T1	ÍNGRESOS DE ESPÓSITOS	Co.V.2.1.1.	1512	1512		perforada	13/08/2010
481,00	34	XTL25T1	ELECCIONES DE JURADOS DE LA CIUDAD	CJ.407/exp.6	1512	1512		10/02/2009 perforada	25/06/2009
482,00	31	VLRL15T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	289	1512 - 1513	1512	f. 1	26/02/2009 migración + perforada	25/03/2010
483,00	24	ORHL21T1	CUENTAS DE CLAVER'IA		1512 - 1603	1512			21/07/2009
484,00	16	CULL8T1	LIBRE DE DATES I REBUDES		1515	1515		03/03/2009	04/06/2009
485,00	16	CULL8T1	LIBRE DE DATES I REBUDES		1515	1515		03/03/2009	04/06/2009
486,00	5	ALZL19T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 103	1515 - 1516	1515		24/02/2009 perforada	03/02/2010
487,00	28	SAXL6T1	TOMA DE CUENTAS DE LOS GRUESOS		1516	1516	10-ago	perforada	31/01/2011
488,00	28	SAXL6T1	TOMA DE CUENTAS DE LOS GRUESOS		1516	1516	10-ago	perforada	31/01/2011
489,00	28	SAXL6T1	TOMA DE CUENTAS DE LOS GRUESOS		1516	1516	10-ago	perforada	31/01/2011
490,00	2	ACIL12T1	CORT DE JUSTICIA		1517	1517		perforada	11/03/2011
491,00	2	ACIL12T1	CORT DE JUSTICIA		1517	1517		perforada	11/03/2011
492,00	15	COCL30T1	CORT DE JUSTICIA		1518	1518			
493,00	33	VILL8T1	DOS ESCRITOS REALES QUE HABLAN SOBRE LA DISPUTA DE TÉRMINOS I		1518	1518		perforada	
494,00	23	ONTL6T1	PROTOCOL DE FRANCISCO REIG DE AGRES		1518 - 1521	1518	f.20r	10/02/2009 migración +++	02/07/2009

495,00	21	IBIL5T1	PODER A XIXONA DE ESTABLECER CARNICERIA EN IBI	PLANERO 1/1	1520	1520		04/05/2009	perforada	02/02/2010
496,00	23	ONTL26T1	CORT DE JUSTICIA		1520	1520		10/02/2009		07/07/2009
497,00	24	ORHL13T1	MANUAL DE CONSELLS	Nº 40	1520	1520		17/03/2009	grisácea	16/04/2009
498,00	34	XTL26T1	PROCÉS DE LA CIUTAT DE 34		1520	1520		10/02/2009	perforada	25/06/2009
499,00	8	BIAL3T1	CARTA DEL REY		1520	1520			perforada	28/01/2011
500,00	8	BIAL3T1	CARTA DEL REY		1520	1520			perforada	28/01/2011
501,00	20	GANL7T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL		1520 - 1533	1521		28/02/2009	perforada	11/08/2009
502,00	28	SAXL7T1	BURGOS- CARTA DE DON CARLOS Y DOÑA JUANA		1521	1521	15-dic		perforada	31/01/2011
503,00	8	BIAL18T1				1521				
504,00	8	BIAL18T1				1521				
505,00	8	BIAL18T1				1521				
506,00	8	BIAL18T1				1521				
507,00	28	SAXL7T1	BURGOS- CARTA DE DON CARLOS Y DOÑA JUANA		1521	1521	15-dic		perforada	31/01/2011
508,00	18	DIPL25T1	CAPÍTULOS MATRIMONIALES	e.1.2.	1522	1522			perforada	05/07/2010
509,00	1	ALBL4T1	PEITA	l.3.877	1522	1522		12/03/2009		05/07/2010
510,00	16	CULL13T1	MANUSCRIT ÀRAB		1522	1522		03/03/2009		04/06/2009
511,00	16	CULL13T1	MANUSCRIT ÀRAB		1522	1522		03/03/2009		04/06/2009
512,00	16	CULL13T1	MANUSCRIT ÀRAB		1522	1522		03/03/2009		04/06/2009
513,00	23	ONTL7T1	PROTOCOL DE FRANCISCO REIG DE AGRES		1522 - 1519	1528	f. 155r	10/02/2009		02/07/2009
514,00	13	CVL29T1	PROCOLO FELIPE ABELLÀ	3703	1522 - 1524	1524				27/08/2010
515,00	1	ALBL5T1	CENSOS DEL HOSPITAL		1522 - 1612	1522		12/03/2009	perforada	02/06/2010
516,00	1	ALBL5T3	CENSOS DEL HOSPITAL		1522 - 1612	1590		12/03/2009	perforada	02/06/2010
517,00	1	ALBL5T4	CENSOS DEL HOSPITAL		1522 - 1612	1612		12/03/2009	perforada	05/07/2010
518,00	34	XTL7T1	PROVISIONS DEL JUSTICIA	LEG.30/exp.10	1523	1523		10/02/2009	perforada	25/06/2009
519,00	8	BIAL17T1	CARTA A LA REINA		1523	1523				28/01/2011
520,00	8	BIAL17T1	CARTA A LA REINA		1523	1523				28/01/2011
521,00	16	CULL7T1	LLIBRE CAPPATRO		1523	1523		03/03/2009		04/06/2009
522,00	16	CULL7T1	LLIBRE CAPPATRO		1523	1523		03/03/2009		04/06/2009
523,00	16	CULL7T1	LLIBRE CAPPATRO		1523	1523		03/03/2009		04/06/2009
524,00	7	AYTL25T1	PROCOLO	18_1	1523 - 1524	1523				28/01/2011
525,00	7	AYTL25T1	PROCOLO	18_1	1523 - 1524	1523				28/01/2011
526,00	7	AYTL25T1	PROCOLO	18_1	1523 - 1524	1523				28/01/2011
527,00	18	DIPL16T1	CENSOS DEL HOSPITAL	Cod.III.1	1523 - 1528	1523				05/07/2010
528,00	28	SAXL8T1	CORRAL RUBIO - TRASLADO DE CAPÍTULOS		1525	1525	01-ene		perforada	31/01/2011
529,00	28	SAXL8T1	CORRAL RUBIO - TRASLADO DE CAPÍTULOS		1525	1525	01-ene		perforada	31/01/2011
530,00	28	SAXL9T1	TOLEDO - PROVISIÓN REAL DE DON CARLOS Y DOÑA JUANA		1525	1525	10-oct		perforada	31/01/2011
531,00	28	SAXL9T1	TOLEDO - PROVISIÓN REAL DE DON CARLOS Y DOÑA JUANA		1525	1525	10-oct		perforada	31/01/2011
532,00	28	SAXL10T1	TOLEDO- PROVISIÓN		1525	1525	26-oct		perforada	31/01/2011
533,00	28	SAXL10T1	TOLEDO- PROVISIÓN		1525	1525	26-oct		perforada	31/01/2011
534,00	12	CTLL7T2	ACTES CAPITULARS		1525	1525				26/01/2011
535,00	12	CTLL7T2	ACTES CAPITULARS		1525	1525				26/01/2011
536,00	12	CTLL7T2	ACTES CAPITULARS		1525	1525				26/01/2011
537,00	35	XIXL4T1	PROCOLO DE FRANCISCO JUAN BERBÍNABEU	6	1525 - 1528	1525			perforada	09/12/2009
538,00	28	SAXL11T1	CHINCHILLA- TRASLADO DE CARTA REAL DE RECUDIMIENTO		1526	1526	25-nov		perforada	31/01/2011
539,00	28	SAXL11T1	CHINCHILLA- TRASLADO DE CARTA REAL DE RECUDIMIENTO		1526	1526	25-nov		perforada	31/01/2011
540,00	20	GANL7T2	PEITES		1526 - 1542	1526		28/02/2009	perforada	11/08/2009
541,00	11	CTFL1T1	LIBRO DE CUENTAS		1526 - 1565	1538		03/03/2009		07/07/2009
542,00	23	ONTL19T1	CORT DE JUSTICIA		1527	1527		10/02/2009		02/07/2009
543,00	15	COCL29T1	CORT DE JUSTICIA		1527	1527				
544,00	12	CTLL12T1	PEYTA		1527	1527				28/01/2011
545,00	12	CTLL12T1	PEYTA		1527	1527				28/01/2011
546,00	14	CTRL15T1	JUDICIARI DE LA CORT	24.2	1527	1527		03/03/2009	perforada	16/07/2009
547,00	14	CTRL15T1	JUDICIARI DE LA CORT	24.2	1527	1527		03/03/2009	perforada	16/07/2009
548,00	14	CTRL15T1	JUDICIARI DE LA CORT	24.2	1527	1527		03/03/2009	perforada	16/07/2009
549,00	33	VILL14T1	CUADERNO DE CARGOS DE LOS PROPIOS Y RENTAS DEL CONSEJO		1527	1527			muy deteriorada	

550,00	33	VILL14T1	CUADERNO DE CARGOS DE LOS PROPIOS Y RENTAS DEL CONSEJO		1527	1527				muy deteriorada	
551,00	2	ACIL18T2	LLIBRE DE CONSELLS		1528	1528				perforada	11/03/2011
552,00	2	ACIL18T2	LLIBRE DE CONSELLS		1528	1528				perforada	11/03/2011
553,00	8	BIAL23T1	CARTA DE DONACIÓN		1528	1528					28/01/2011
554,00	8	BIAL23T1	CARTA DE DONACIÓN		1528	1528					28/01/2011
555,00	11	CTFL1T3	LIBRO DE CUENTAS		1528	1528			03/03/2009		07/07/2009
556,00	27	REQL1T1	LIBRO DE ACUERDOS DEL CONCEJO DE 27	2741	1528	1528	10-abr				19/01/2010
557,00	14	CTRL14T1	JUDICIARI DE LA CORT	24	1528 - 1529	1528	f.1		03/03/2009	perforada	16/07/2009
558,00	28	SAXL12T1	TOLEDO -PROVISIÓN REAL DEL EMPERADOR Y REY		1529	1529	18 DE FEBRERO			perforada	31/01/2011
559,00	28	SAXL12T1	TOLEDO -PROVISIÓN REAL DEL EMPERADOR Y REY		1529	1529	18 DE FEBRERO			perforada	31/01/2011
560,00	28	SAXL12T1	TOLEDO -PROVISIÓN REAL DEL EMPERADOR Y REY		1529	1529	18 DE FEBRERO			perforada	31/01/2011
561,00	3	ALIL15T2	INSTANCIAS		1529 - 1761	1529				perforada	28/04/2010
562,00	3	ALIL15T1	INSTANCIAS		1529 - 1761	1615				perforada	28/04/2010
563,00	23	ONTL20T1	CORT DE JUSTICIA		1530	1530			10/02/2009		02/07/2009
564,00	24	ORHL14T1	MANUAL DE CONSELLS	Nº 50	1530	1530	f. 45		17/03/2009		16/04/2009
565,00	33	VILL17T1	VILLA DE 28. CARAT DE ADHESIÓN A LA CIUDAD DE 33		1530	1530					
566,00	3	ALIL4T1	PRIVILEGIOS Y PROVISIONES REALES		1530 - 1704	1530					28/04/2010
567,00	3	ALIL4T2	PRIVILEGIOS Y PROVISIONES REALES		1530 - 1704	1570					28/04/2010
568,00	18	DIPL5T1	PROTOCOLO NOTARIAL DE LUIS JUAN VACIERO	VI-1/4	1531	1531					13/08/2010
569,00	8	BIAL19T1	JURAMENTO		1531	1531				perforada	28/01/2011
570,00	8	BIAL19T1	JURAMENTO		1531	1531				perforada	28/01/2011
571,00	27	REQL23SEC	LIBRO DE CUENTAS DE PROPIOS		1531	1531					19/01/2010
572,00	27	REQL23T1	LIBRO DE CUENTAS DE PROPIOS	6147	1531	1531	30-oct				26/01/2010
573,00	29	SEGL21T1	LIBRO RACIONAL DE ARRENDAMIENTOS	3043/112	1531 - 1536	1531					
574,00	36	CASL5T1	PROTOCOLO DE ALFONSO FERRANDIS	14	1532	1532					09/12/2009
575,00	29	SEGL30T1	LIBRE DE LETRES E ALTRES ACTES FET E ACTITAT EN PC 3066/188		1533	1533				perforada	30/11/2010
576,00	8	BIAL20T1	CARTA		1533	1533					28/01/2011
577,00	8	BIAL20T1	CARTA		1533	1533					28/01/2011
578,00	8	BIAL20T1	CARTA		1533	1533					28/01/2011
579,00	29	SEGL31T1	LIBRE DE LETRES E ALTRES ACTES FET E ACTITAT EN PC 3066/189		1534	1534				perforada	
580,00	23	ONTL3T1	CORT DE JUSTICIA		1534	1534					02/07/2009
581,00	28	SAXL14T1	MADRID- PROVISIÓN REAL		1535	1535	18-abr			perforada	31/01/2011
582,00	28	SAXL14T1	MADRID- PROVISIÓN REAL		1535	1535	18-abr			perforada	31/01/2011
583,00	28	SAXL14T1	MADRID- PROVISIÓN REAL		1535	1535	18-abr			perforada	31/01/2011
584,00	28	SAXL14T1	MADRID- PROVISIÓN REAL		1535	1535	18-abr			perforada	31/01/2011
585,00	25	PEGL7T1	LIBRE DE COMPTERS DE L'HOSPITAL		1536 - 1703	1536	f. 30		07/05/2009	perforada	12/01/2010
586,00	9	BOCL21T1	CARRGAMENT D'UN CENS	00035 - 14	1537	1537			23/02/2009		16/09/2009
587,00	31	VLRL23T1	PROTOCOLO NOTARIAL		1537	1537	f. 253		26/02/2009		25/03/2010
588,00	5	ALZL17T1	LIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 116	1537 - 1538	1537			24/02/2009	migración - hongos	03/02/2010
589,00	28	SAXL15T1	GRANADA - PROVISIÓN REAL		1538	1538	29-jul			perforada	31/01/2011
590,00	28	SAXL15T1	GRANADA - PROVISIÓN REAL		1538	1538	29-jul			perforada	31/01/2011
591,00	14	CTRL16T1	QUERN DE JUDICIARI	24	1538 - 1558	1544			03/03/2009	perforada	21/07/2009
592,00	5	ALZL18T1	LIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 -117	1538 - 1539	1538			24/02/2009		03/02/2010
593,00	36	CASL6T1	PROTOCOLO DE ALFONSO FERRANDIS	18	1539	1539					11/01/2010
594,00	30	SCL10T1	CORT DE JUSTICIA		1539 - 1540	1539			17/02/2009	perforada	11/08/2009
595,00	18	DIPL4T1	PROTOCOLO NOTARIAL DE LUIS JUAN VACIERO	VI-1/13	1540	1540					05/07/2010
596,00	23	ONTL23T1	PROTOCOL DE BERNAT CANDELA		1540 - 1546	1540			10/02/2009		07/07/2009
597,00	2	ACIL16T1	CLAVARIS		1540 - 1549	1540					11/03/2011
598,00	2	ACIL16T1	CLAVARIS		1540 - 1549	1540					11/03/2011
599,00	10	CABL7T1	LIMOSNA DE VESTIR POBRES VERGONZANTES DE LA VILLA DE 10		1540 - 1741	1540			26/02/2009		02/07/2009
600,00	31	VLRL24T1	PROTOCOLO NOTARIAL		1541	1541	f.80		26/02/2009	perforada	07/04/2010
601,00	15	COCL7T1	PROTOCOLO NOTARIAL '		1541	1541				perforada+++	13/01/2011
602,00	15	COCL7T1	PROTOCOLO NOTARIAL '		1541	1541				perforada+++	13/01/2011
603,00	31	VLRL16T1	LIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	299	1541 - 1542	1541	f. 5		26/02/2009		07/04/2010
604,00	20	GANL2T1	LIBRE D'ACTES DEL CONSELL		1541 - 1560	1544	f. 31		28/02/2009	perforada	11/08/2009

605,00	25	PEGL8T1	LLIBRE DE COMPTERS DELS MAGNIFICHS JURATS		1541 - 1694	1541		07/05/2009		12/01/2010
606,00	25	PEGL8T2	LLIBRE DE COMPTERS DELS MAGNIFICHS JURATS		1541 - 1694	1598		07/05/2009 perforada		12/01/2010
607,00	15	COCL8T1	PROTOCOLO NOTARIAL PEDRO SANZ		1542	1542		perforada+++		
608,00	12	CTLL8T1	ACTES CAPITULARS		1542 - 1543	1543		perforada		28/01/2011
609,00	12	CTLL8T1	ACTES CAPITULARS		1542 - 1543	1543		perforada		28/01/2011
610,00	30	SCL11T1	CORT DE JUSTICIA		1542 - 1543	1542		17/02/2009 perforada		11/01/2010
611,00	35	XIXL5T1	PROTOCOLO DE FRANCISCO JUAN BERBĪNABEU	7	1542 - 1545	1542				09/12/2009
612,00	23	ONTL22T1	PROTOCOL DE BERNAT CANDELA		1543	1543		10/02/2009 muy deteriorada		02/07/2009
613,00	24	ORHL16T1	MANUAL DE CONSELLS	Nº 61	1544	1544	f. 63	17/03/2009 perforada		16/04/2009
614,00	28	SAXL1T1	CABILDO		1544	1544		27-oct-10 perforada		31/01/2011
615,00	28	SAXL1T1	CABILDO		1544	1544		27-oct-10 perforada		31/01/2011
616,00	28	SAXL1T1	CABILDO		1544	1544		27-oct-10 perforada		31/01/2011
617,00	2	ACIL20T1	TESTAMENT JOAN BODI		1545	1545				11/03/2011
618,00	2	ACIL20T1	TESTAMENT JOAN BODI		1545	1545				11/03/2011
619,00	36	CASL7T1	PROTOCOLO DE ALFONSO FERRANDIS	20	1545	1545				11/01/2010
620,00	33	VILL22T1	MONEDA FORERA PRIVILEGIOS		1545	1545				
621,00	33	VILL23T1	NEGOCIOS DE CORTE		1545	1545				
622,00	14	CTRL17T1	LLIBRE MEMORIAL	27	1545 - 1546	1545		03/03/2009		16/07/2009
623,00	9	BOCL17T1	SIN CLASIFICAR	00035 - 12	1546	1546		23/02/2009		16/09/2009
624,00	17	DENL12T1	CONCESIÓN DEL DERECHO DE SISAS		1546	1546		opia de doc. 1488		27/08/2010
625,00	27	REQL4T1	SENTENCIA ARBITRARIA ENTRE LAS VILLAS DE 27 Y MIR 1387/5		1546	1546	ENERO			19/01/2010
626,00	9	BOCL20T1	PROCÉS DE LA UNIVERSITAT DE BOCAIRENT	00035 - 15	1547	1547		23/02/2009		16/09/2009
627,00	20	GANL9T1	PROCÉS DE LA VILLA DE GANDIA E LO MUSTASSAFF	1880	1547	1547		28/02/2009 perforada		11/08/2009
628,00	31	VLRL27T1	PROTOCOLO NOTARIAL		1547	1547	f.27	26/02/2009 perforada ++		07/04/2010
629,00	12	CTLL23T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTONI PEDRO		1547	1547		perforada		28/01/2011
630,00	12	CTLL23T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANTONI PEDRO		1547	1547		perforada		28/01/2011
631,00	7	AYTL3T1	MANUAL DE CONSELL	A- 75	1547 - 1548	1547				26/01/2011
632,00	7	AYTL3T1	MANUAL DE CONSELL	A- 75	1547 - 1548	1547				26/01/2011
633,00	7	AYTL3T1	MANUAL DE CONSELL	A- 75	1547 - 1548	1547				26/01/2011
634,00	3	ALIL12T1	PRIVILEGIOS Y PROVISIONES REALES		1548	1548		perforada		05/05/2010
635,00	12	CTLL17T1	PROTOCOLO NOTARIAL MIQUEL FELIU		1548	1548				26/01/2011
636,00	12	CTLL17T1	PROTOCOLO NOTARIAL MIQUEL FELIU		1548	1548				26/01/2011
637,00	12	CTLL17T1	PROTOCOLO NOTARIAL MIQUEL FELIU		1548	1548				26/01/2011
638,00	7	AYTL3T2	MANUAL DE CONSELLS		1548	1548				28/01/2011
639,00	7	AYTL3T2	MANUAL DE CONSELLS		1548	1548				28/01/2011
640,00	7	AYTL3T2	MANUAL DE CONSELLS		1548	1548				28/01/2011
641,00	33	VILL25T1	PRIVILEGIOS . TRES CÉDULAS REALES		1548	1548				
642,00	11	CTFL6T1	JUDICIARIOS		1548 - 1598	1548		03/03/2009		07/07/2009
643,00	2	ACIL16T2	CLAVARIS		1549	1549				11/03/2011
644,00	2	ACIL16T2	CLAVARIS		1549	1549				11/03/2011
645,00	31	VLRL17T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	304	1549 - 1550	1549	f. 15	26/02/2009 perforada + migración		25/03/2010
646,00	17	DENL4T1	DOCUMENTO MANUSCRITO		1550	1550		07/05/2009		09/11/2010
647,00	15	COCL6T1	PROTOCOLO NOTARIAL MIGUEL SANZ		1550	1550				13/01/2011
648,00	15	COCL6T1	PROTOCOLO NOTARIAL MIGUEL SANZ		1550	1550				13/01/2011
649,00	2	ACIL10T1	CARTA ÁRABE		1550 circa	1550		perforada		11/03/2011
650,00	2	ACIL9T1	CARTA ÁRABE		1550 circa	1550				11/03/2011
651,00	32	VLFL1T1	DOCUMENTO MANUSCRITO		1550 circa	1550		03/03/2009		04/06/2009
652,00	32	VLFL1T1	DOCUMENTO MANUSCRITO		1550 circa	1550		03/03/2009		04/06/2009
653,00	18	DIPL3T1	PROTOCOLO NOTARIAL DE LUI JUAN VACIERO	IV-1	1551	1551		oxidada pero no perfc		21/07/2010
654,00	8	BIAL4T1	LLIBRE JUDICIARI		1551 - 1552	1551				28/01/2011
655,00	8	BIAL4T1	LLIBRE JUDICIARI		1551 - 1552	1551				28/01/2011
656,00	8	BIAL4T1	LLIBRE JUDICIARI		1551 - 1552	1551				28/01/2011
657,00	8	BIAL4T2	LLIBRE JUDICIARI		1551 - 1552	1551				28/01/2011
658,00	8	BIAL4T2	LLIBRE JUDICIARI		1551 - 1552	1551				28/01/2011
659,00	12	CTLL15T1	PROTOCOLO NOTARIAL MARCH ARRUFAT		1551 - 1561	1551		perforada		28/01/2011

660,00	12	CTLL15T1	PROTOCOLO NOTARIAL MARCH ARRUFAT		1551 - 1561	1551			perforada	28/01/2011
661,00	12	CTLL15T1	PROTOCOLO NOTARIAL MARCH ARRUFAT		1551 - 1561	1551			perforada	28/01/2011
662,00	7	AYTL19T1	AVEINAMENTS	b3 - 27	1552	1552				26/01/2011
663,00	7	AYTL19T1	AVEINAMENTS	b3 - 27	1552	1552				26/01/2011
664,00	27	REQL9T1	CARTA DE FRANCISCO DE AGUILERA-CUENCA	6115	1553	1553	25-jun			03/02/2010
665,00	27	REQL9T2	CARTA DE FRANCISCO DE AGUILERA-27		1553	1553				03/02/2010
666,00	12	CTLL18T2	PROTOCOLO NOTARIAL MIQUEL FELIU		1554	1554			perforada	28/01/2011
667,00	12	CTLL18T2	PROTOCOLO NOTARIAL MIQUEL FELIU		1554	1554			perforada	28/01/2011
668,00	12	CTLL18T2	PROTOCOLO NOTARIAL MIQUEL FELIU		1554	1554			perforada	28/01/2011
669,00	12	CTLL18T2	PROTOCOLO NOTARIAL MIQUEL FELIU		1554	1554			perforada	28/01/2011
670,00	34	XTL5T1	COPIES DEL CONSELL		1554	1554	f. 301v	10/02/2009		25/06/2009
671,00	3	ALIL9T3	LIBRO DE VISITAS DE AGUAS		1554	1554			perforada	28/04/2010
672,00	12	CTLL18T1	PROTOCOLO NOTARIAL MIQUEL FELIU		1554	1554				28/01/2011
673,00	12	CTLL18T1	PROTOCOLO NOTARIAL MIQUEL FELIU		1554	1554				28/01/2011
674,00	12	CTLL18T1	PROTOCOLO NOTARIAL MIQUEL FELIU		1554	1554				28/01/2011
675,00	35	XIXL6T1	PROTOCOLO DE FRANCISCO JUAN BERBÍNABEU	8	1554	1554				09/12/2009
676,00	35	XIXL8T1	PROTOCOLO DE DIEGO ARACIL	25	1554	1554				09/12/2009
677,00	9	BOCL14T1	SIN CLASIFICAR	00036 - 07	1555	1555		23/02/2009		11/01/2010
678,00	24	ORHL15T1	MANUAL DE CONSELLS	Nº 68	1555	1555	f. 16	17/03/2009		16/04/2009
679,00	24	ORHL15T1	MANUAL DE CONSELLS	Nº 68	1555	1555	f. 16	17/03/2009		16/04/2009
680,00	24	ORHL15T2	MANUAL DE CONSELLS	nº 68	1555	1555	f. 312	17/03/2009	perforada	16/04/2009
681,00	24	ORHL15T3	MANUAL DE CONSELLS	nº 68	1555	1555		17/03/2009	perforada	16/04/2009
682,00	15	COCL9T1	PROTOCOLO NOTARIAL ?		1555	1555			perforada	13/01/2011
683,00	15	COCL9T1	PROTOCOLO NOTARIAL ?		1555	1555			perforada	13/01/2011
684,00	12	CTLL14T1	PEYTA		1555	1555			perforada	26/01/2011
685,00	12	CTLL14T1	PEYTA		1555	1555			perforada	26/01/2011
686,00	12	CTLL14T2	PEYTA		1555	1555			perforada	28/01/2011
687,00	12	CTLL14T2	PEYTA		1555	1555			perforada	28/01/2011
688,00	12	CTLL14T2	PEYTA		1555	1555			perforada	28/01/2011
689,00	31	VLRL18T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	309	1555 - 1556	1555	f.10	26/02/2009	perforada+	07/04/2010
690,00	19	ELXL11T1	PROTOCOLO NOTARIAL DE MIGUEL JUAN BALVI	SHPN-17	1555 - 1557	1555			perforada	02/06/2010
691,00	17	DENL11T1	DOCUMENTO MANUSCRITO		1556	1556			perforada	09/11/2010
692,00	12	CTLL25T1	ESCRITUERS DE LA VILLA		1556	1556			perforada	28/01/2011
693,00	12	CTLL25T1	ESCRITUERS DE LA VILLA		1556	1556			perforada	28/01/2011
694,00	20	GANL15T2	ARRENDAMENTS		1557	1556		28/02/2009	perforada	21/07/2009
695,00	36	CASL8T1	PROTOCOLO FRANCISCO JUAN BARCELÓ	24	1557 - 1558	1557			perforada	09/12/2009
696,00	31	VLRL26T1	PROTOCOLO NOTARIAL		1558	1558		26/02/2009		07/04/2010
697,00	28	SAXL16T1	ESCRITURA DE CENSOS Y OBLIGACIÓN DE 28		1558	1558	10-mar		perforada	31/01/2011
698,00	28	SAXL16T1	ESCRITURA DE CENSOS Y OBLIGACIÓN DE 28		1558	1558	10-mar		perforada	31/01/2011
699,00	28	SAXL17T1	VALLADOLID- CARTA COMPULSATORIA DE FELIPE II		1558	1558	08-jun		perforada	31/01/2011
700,00	28	SAXL17T1	VALLADOLID- CARTA COMPULSATORIA DE FELIPE II		1558	1558	08-jun		perforada	31/01/2011
701,00	33	VILL26T1	LOS DERECHOS PAGADOS EN LA CONFIRMACIÓN DEL PRIVILEGIO PARA		1558	1558				
702,00	18	DIPL15T1	CENSOS DEL HOSPITAL	Cod.III.1	1558 - 1563	1558			perforada+++	21/07/2010
703,00	1	ALBL7T1	JUSTICIA		1558 - 1582	1558		12/03/2009	perforada	05/07/2010
704,00	1	ALBL7T2	JUSTICIA		1558 - 1582	1558		12/03/2009		05/07/2010
705,00	1	ALBL7T3	JUSTICIA		1558 - 1582	1582		12/03/2009		05/07/2010
706,00	29	SEGL14T1	LIBRO DE OBLIGACIONES, COPDENACIONES, MANDAM 3059/167		1559 - 1560	1559			perforada	30/11/2010
707,00	19	ELXL10T1	PROTOCOLO NOTARIAL DE LA COFRADÍA DEL SANTÍSIM SHPN-19		1560	1560			perforada	05/05/2010
708,00	20	GANL7T4	PEITES		1560	1560		28/02/2009	perforada	21/07/2009
709,00	3	ALIL9T4	LIBRO DE VISITAS DE AGUAS		1560	1560			perforada	28/04/2010
710,00	11	CTFL1T2	LIBRO DE CUENTAS		1560	1560		03/03/2009		07/07/2009
711,00	27	REQL19T1	PUENTE DEL PAJAZO-27	1377	1560	1560	07-oct		muy deteriorada	19/01/2010
712,00	27	REQL22T1	PROCESO CONTRA CATALINA MARTÍNEZ POR ALCAUTE 6158		1560	1560				19/01/2010
713,00	17	DENL19T1	TAXA		1560 - 1561	1561				27/08/2010
714,00	20	GANL3T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL		1560 - 1567	1564	f. 74	28/02/2009	perforada	11/08/2009



715,00	19	ELXL25T1	LIBRO DE ACTAS	a- 22	1560 - 1570	1570						05/05/2010
716,00	9	BOCL15T1	SIN CLASIFICAR	00036 - 08	1561	1561			23/02/2009	perforada		16/09/2009
717,00	9	BOCL2T1	LLIBRE DE ELECCIONS DEL OFFICIS	00001 - 01	1561	1561			23/02/2009	perforada		16/09/2009
718,00	7	AYTL7T1	LIBROS DE GRADO	a -11	1561	1561				perforada		26/01/2011
719,00	7	AYTL7T1	LIBROS DE GRADO	a -11	1561	1561				perforada		26/01/2011
720,00	7	AYTL7T1	LIBROS DE GRADO	a -11	1561	1561				perforada		26/01/2011
721,00	7	AYTL7T2	LIBROD DE GRADO		1561	1561				pasmada		28/01/2011
722,00	7	AYTL7T2	LIBROD DE GRADO		1561	1561				pasmada		28/01/2011
723,00	20	GANL14T4	CUENTAS DE LA ALONA		1561	1561			28/02/2009	perforada		21/07/2009
724,00	27	REQL21T1	PROCESO CONTRA EL CORREGIDOR	6157	1561	1561				muy deteriorada		26/01/2010
725,00	7	AYTL21T1	NEGOCIACIÓN	p3 - 1	1561 - 1563	1561				perforada		28/01/2011
726,00	7	AYTL21T1	NEGOCIACIÓN	p3 - 1	1561 - 1563	1561				perforada		28/01/2011
727,00	3	ALIL3T1	LIBRE DE LLETRES I PROVISIONS		1561 - 1568	1561				perforada		28/04/2010
728,00	5	ALZL27T1	MANUAL DE CONSELLS		1562 - 1563	1562						21/07/2009
729,00	7	AYTL20T1	SOTSOBRETERIA MURS I VALLS	d3 - 142	1562 - 1563	1562				perforada		28/01/2011
730,00	7	AYTL20T1	SOTSOBRETERIA MURS I VALLS	d3 - 142	1562 - 1563	1562				perforada		28/01/2011
731,00	17	DENL10T1	ELECCIONES DEL JUSTICIA AUTORIZADAS POR EL MARQUÉS DE 17		1563	1563				perforada		09/11/2010
732,00	23	ONTL21T1	PROCÉS DEL JUSTICIA D'23		1563	1563	1563/06/12		10/02/2009	perforada		07/07/2009
733,00	27	REQL15T1	INFORME DE CAMINOS 27	6.118	1563	1563						19/01/2010
734,00	28	SAXL18T1	TRASLADO DE TESTAMENTO DE JERONIMO YAGO		1563	1563	08-feb			perforada		31/01/2011
735,00	28	SAXL18T1	TRASLADO DE TESTAMENTO DE JERONIMO YAGO		1563	1563	08-feb			perforada		31/01/2011
736,00	31	VLRL20T1	LLIBRE DE CLAVERIA DEL CONSELL	314.18	1563 - 1564	1563			26/02/2009			25/03/2010
737,00	15	COCL5T1	CLAVERIA		1564	1564				perforada, no es lo general en el libro. Esto título		
738,00	27	REQL6T1	CONCEJO ABIERTO SOBRE EL ARRENDAMIENTO DE LA HIERBA DE LAS V		1564	1564	23-sep			muy deteriorada		26/01/2010
739,00	12	CTLL9T1	ACTES CAPITULARS		1564 - 1565	1564				empalidecida		26/01/2011
740,00	12	CTLL9T1	ACTES CAPITULARS		1564 - 1565	1564				empalidecida		26/01/2011
741,00	12	CTLL9T1	ACTES CAPITULARS		1564 - 1565	1564				empalidecida		26/01/2011
742,00	3	ALIL6T1	PRIVILEGIOS Y PROVISIONES REALES		1564 - 1566	1565				perforada		05/05/2010
743,00	9	BOCL25T1	SIN CLASIFICAR	00032 - 04	1565	1565			23/02/2009	perforada		11/01/2010
744,00	19	ELXL13T1	PROTOCOLO NOTARIAL	SHPN-21	1565	1565				perforada		05/05/2010
745,00	12	CTLL20T1	PROTOCOLO NOTARIAL LLUIS SOROLLA		1565 - 1567	1565				perforada		28/01/2011
746,00	12	CTLL20T1	PROTOCOLO NOTARIAL LLUIS SOROLLA		1565 - 1567	1565				perforada		28/01/2011
747,00	12	CTLL20T2	PROTOCOLO NOTARIAL LLUIS SOROLLA		1565 - 1567	1565						28/01/2011
748,00	12	CTLL20T2	PROTOCOLO NOTARIAL LLUIS SOROLLA		1565 - 1567	1565						28/01/2011
749,00	17	DENL9T1	ACUERDOS DEL MARQUÉS DE 17 Y SUS VILLAS		1566	1566				perforada		27/08/2010
750,00	28	SAXL19T1	ALMANSA- ESCRITOS RELATIVOS A LA PRESENTACIÓN DEL CONCEJO Y V		1566	1566	03-dic			perforada		31/01/2011
751,00	28	SAXL19T1	ALMANSA- ESCRITOS RELATIVOS A LA PRESENTACIÓN DEL CONCEJO Y V		1566	1566	03-dic			perforada		31/01/2011
752,00	36	CASL11T1	PROTOCOLO DE ALONSO VICENTE	39	1566 - 1568	1566						09/12/2009
753,00	36	CASL9T1	PROTOCOLO FRANCISCO JUAN BARCELÓ	28	1567	1567				perforada		09/12/2009
754,00	24	ORHL17T1	MANUAL DE CONSELLS	Nº 74	1567	1567	f. 326		17/03/2009	perforada		16/04/2009
755,00	24	ORHL17T2	MANUAL DE CONSELLS	nº 74	1567	1567	f. 99		17/03/2009			16/04/2009
756,00	24	ORHL17T2	MANUAL DE CONSELLS	nº 74	1567	1567	f. 99		17/03/2009			16/04/2009
757,00	31	VLRL25T1	PROTOCOLO NOTARIAL		1567	1567			26/02/2009			07/04/2010
758,00	28	SAXL2T1	CUENTAS DE PROPIOS		1567	1567				perforada		31/01/2011
759,00	28	SAXL2T1	CUENTAS DE PROPIOS		1567	1567				perforada		31/01/2011
760,00	28	SAXL2T1	CUENTAS DE PROPIOS		1567	1567				perforada		31/01/2011
761,00	25	PEGL1T1	PROTOCOLO DE PERE MIR		1567 - 1569	1567			07/05/2009	perforada		12/01/2010
762,00	21	IBIL11T1	PROTOCOLO DE ONOFRE SIRVENT	1	1568	1568				perforada		09/12/2009
763,00	27	REQL24SEC	JUICIO DE RESIENCIA AL CORREGIDOR		1568	1568						03/02/2010
764,00	27	REQL24T1	JUICIO DE RESIDENCIA AL CORREGIDOR	6146	1568	1568				muy deteriorada		26/01/2010
765,00	29	SEGL19T1	LLIBRE DE COMPTES DE LA ADMINISTRACIÓ DE ESPITAI 3068/194		1568 - 1572	1568				perforada		30/11/2010
766,00	1	ALBL2T1	MÀ DE EXECUCIONS DEL JUSTICIA		1569	1569						16/07/2009
767,00	31	VLRL19T1	LLIBRE DE CLAVERIA DEL CONSELL	318	1569 - 1570	1569	f. 38		26/02/2009			25/03/2010
768,00	20	GANL4T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL		1569 - 1584	1569	f. 2		28/02/2009	perforada y migración		11/08/2009
769,00	9	BOCL1T1	MISCELANEA DE DATOS	000030 - 001	1570	1570			23/02/2009			11/01/2010

770,00	9	BOCL28T1	LLIBRE DE L'ALMOINA	00031 - 02	1570	1570	f.48r	23/02/2009	perforada	11/01/2010
771,00	12	CTLL21T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANDREU SERRA		1570	1570				28/01/2011
772,00	12	CTLL21T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANDREU SERRA		1570	1570				28/01/2011
773,00	21	IBIL12T1	PROTOCOLO DE ONOFRE SIRVENT	3	1570 - 1572	1570				09/12/2009
774,00	12	CTLL22T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANDREU SERRA		1571	1571			perforada	28/01/2011
775,00	12	CTLL22T1	PROTOCOLO NOTARIAL ANDREU SERRA		1571	1571			perforada	28/01/2011
776,00	28	SAXL21T1	COPIA DE LA ESCRITURA DE FUNDACIÓN DE LA CAPELLANÍA		1571	1571	15-may		perforada	31/01/2011
777,00	28	SAXL21T1	COPIA DE LA ESCRITURA DE FUNDACIÓN DE LA CAPELLANÍA		1571	1571	15-may		perforada	31/01/2011
778,00	35	XIXL7T1	PROTOCOLO DE PEDRO LUIS BERNABEU	11	1571 - 1572	1571				09/12/2009
779,00	22	MFTL5T1	CONCEJO	1007/1	1571 - 1600	1571		17/03/2009	perforada	16/02/2010
780,00	22	MFTL5T2	CONCEJO	1007/1	1571 - 1600	1574		17/03/2009	perforada	26/02/2010
781,00	22	MFTL5T3	CONCEJO	1007/1	1571 - 1600	1592		17/03/2009	perforada	26/02/2010
782,00	21	IBIL6T1	LIBRO DE CENSOS	0062/001	1571 - 1640	1571	f. 162	04/05/2009	perforada	02/02/2010
783,00	19	ELXL12T1	PROTOCOLO NOTARIAL DE ANTÓN	SHPN-13	1572	1572			perforada	05/05/2010
784,00	7	ATYL16T1	CARTAS REALES	h3 - 6	1572 - 1595	1572				26/01/2011
785,00	7	ATYL16T1	CARTAS REALES	h3 - 6	1572 - 1595	1572				26/01/2011
786,00	29	SEGL15T1	LLIBRE DE OBLIGACIONS I CONDEPNACIONS	3059/168	1573	1573				30/11/2010
787,00	34	XATL8T1	PROVISIONS DEL JUSTICIA	LEG.31/exp.35	1573	1573		10/02/2009		25/06/2009
788,00	9	BOCL16T1	SIN CLASIFICAR	00036 - 09	1574	1574		23/02/2009	perforada +++	16/09/2009
789,00	30	SCL14T1	PLEITO DE PARTICULARES		1574	1574		17/02/2009	perforada	11/08/2009
790,00	29	SEGL16T1	LLIBRE DE OBLIGACIONS I CONDEPNACIONS	3069/169	1574	1574			perforada	09/11/2010
791,00	8	BIAL21T1	MEMORIAL		1574	1574				28/01/2011
792,00	8	BIAL21T1	MEMORIAL		1574	1574				28/01/2011
793,00	9	BOCL26T1	SIN CLASIFICAR	00032 - 02	1575	1575		23/02/2009	perforada + migració	11/01/2010
794,00	8	BIAL13T1	MANDAMIENTOS JUDICIALES		1575	1575				28/01/2011
795,00	8	BIAL13T1	MANDAMIENTOS JUDICIALES		1575	1575				28/01/2011
796,00	12	CTLL26T1	ESCRITUERS DE LA VILLA		1575	1575				26/01/2011
797,00	12	CTLL26T1	ESCRITUERS DE LA VILLA		1575	1575				26/01/2011
798,00	2	ACIL19T1	LLIBRE DE CONSELLS		1575 - 1576	1575			perforada	03/03/2011
799,00	2	ACIL19T1	LLIBRE DE CONSELLS		1575 - 1576	1575			perforada	03/03/2011
800,00	35	XIXL9T1	PROTOCOLO DE THOMAS ARACIL	57	1575 - 1576	1575				09/12/2009
801,00	21	IBIL2T1	PROTOCOLO DE LA VENTA DE MEDIO MOLINO	SRFSM 14/S	1576	1576		04/05/2009	perforada	02/02/2010
802,00	21	IBIL2T2	PROTOCOLO DE LA VENTA DE MEDIO MOLINO	SRFSM 14/S	1576	1576		04/05/2009		02/02/2010
803,00	3	ALIL7T1	PRIVILEGIOS Y PROVISIONES REALES		1576 - 1578	1576			perforada	05/05/2010
804,00	36	CASL10T1	PROTOCOLO FRANCISCO JUAN BARCELÓ	34	1577	1577				09/12/2009
805,00	15	COCL12T1	CORT DE JUSTICIA		1577	1577			perforada	13/01/2011
806,00	15	COCL12T1	CORT DE JUSTICIA		1577	1577			perforada	13/01/2011
807,00	28	SAXL22SEC	ALBACETE- DENUNCIA DEL ALGUACIL MAYOR DEL MARQUESADO DE 33		1577	1577				31/01/2011
808,00	28	SAXL22SEC	ALBACETE- DENUNCIA DEL ALGUACIL MAYOR DEL MARQUESADO DE 33		1577	1577				31/01/2011
809,00	28	SAXL22SEC	ALBACETE- DENUNCIA DEL ALGUACIL MAYOR DEL MARQUESADO DE 33		1577	1577				31/01/2011
810,00	28	SAXL22T1	ALBACETE- DENUNCIA DEL ALGUACIL MAYOR DEL MARQUESADO DE 33		1577	1577	25-mar		perforada	31/01/2011
811,00	28	SAXL22T1	ALBACETE- DENUNCIA DEL ALGUACIL MAYOR DEL MARQUESADO DE 33		1577	1577	25-mar		perforada	31/01/2011
812,00	21	IBIL4T1	SEGREGACIÓN DE LA VILLA DE 21 DE 35	PLANERO 1/4	1578	1578		04/05/2009	perforada	02/02/2010
813,00	21	IBIL4T2	SEGREGACIÓN DE LA VILLA DE 21 DE 35	PLANERO 1/4	1578	1578		04/05/2009	perforada	02/02/2010
814,00	12	CTLL16T1	PROTOCOLO NOTARIAL DOMINGO BELTRÁN		1578 - 1585	1578			perforada	28/01/2011
815,00	12	CTLL16T1	PROTOCOLO NOTARIAL DOMINGO BELTRÁN		1578 - 1585	1578			perforada	28/01/2011
816,00	21	IBIL9T1	LIBRO DE CUENTAS	73/2	1578 - 1620	1578	f. 10	04/05/2009		02/02/2010 tinta color negro
817,00	25	PEGL10T1	LLIBRE DE CAUTELES ANTIGUES		1578 - 1641	1578		07/05/2009		12/01/2010
818,00	25	PEGL10T2	LLIBRE DE CAUTELES ANTIGUES		1578 - 1641	1578		07/05/2009	perforada	12/01/2010
819,00	21	IBIL7T1	MANO DE CLAVERÍA	70/7	1578 - 1680	1578		04/05/2009		02/02/2010 TINTA DE COLOR NEGRO CON HA
820,00	3	ALIL2T2	LIBRO DE PRIVILEGIOS		1579	1579			perforada	28/04/2010
821,00	8	BIAL2T1	PROTOCOLON DE FRANCISCO CANDELA		1579	1579			perforada	28/01/2011
822,00	8	BIAL2T1	PROTOCOLON DE FRANCISCO CANDELA		1579	1579			perforada	28/01/2011
823,00	28	SAXL20T1	MURCIA- TRASLADO DE MATHEO MUÑIZ DE UNA CARTA DE FELIPE II		1579	1579	15-jun		perforada	31/01/2011
824,00	28	SAXL20T1	MURCIA- TRASLADO DE MATHEO MUÑIZ DE UNA CARTA DE FELIPE II		1579	1579	15-jun		perforada	31/01/2011

825,00	28	SAXL20T1	MURCIA- TRASLADO DE MATHEO MUÑIZ DE UNA CARTA DE FELIPE II		1579	1579	15-jun		perforada	31/01/2011
826,00	7	AYTL15T1	CARTAS MISIVAS	g3 - 55	1579 - 1587	1579				26/01/2011
827,00	7	AYTL15T1	CARTAS MISIVAS	g3 - 55	1579 - 1587	1579				26/01/2011
828,00	7	AYTL15T1	CARTAS MISIVAS	g3 - 55	1579 - 1587	1579				26/01/2011
829,00	18	DIP11T1	INVENTARIOS DEL HOSPITAL	III-9	1580	1580			perforada	21/07/2010
830,00	19	ELXL23T1	LIBRO DE ACTAS	a- 24	1580 - 1585	1580			perforada	02/06/2010
831,00	24	ORHL18T1	MANUAL DE CONSELLS	Nº 84	1581	1581	f. 24	17/03/2009		16/04/2009
832,00	24	ORHL18T1	MANUAL DE CONSELLS	Nº 84	1581	1581	f. 24	17/03/2009		16/04/2009
833,00	21	IBIL8T1	BALDUFARI DE ABDÓN VERDÚ	70/8	1581 - 1630	1581	f. 1	04/05/2009		02/02/2010
834,00	19	ELXL7T1	PROTOCOLO NOTARIAL DE ANTÓN	SHPN-14	1582	1582				05/05/2010
835,00	25	PEGL3T1	PROCÉS DE MAGI SENDRA		1582	1582		07/05/2009	perforada	12/01/2010
836,00	34	XTL19T1	ESCRITURAS	CJ.764	1582	1582		10/02/2009	perforada	25/06/2009
837,00	28	SAXL23T1	SAN CLEMENTE- MANDAMIENTO DEL GOBERNADOR DEL MARQUESAD		1582	1582	20-feb		perforada	31/01/2011
838,00	28	SAXL23T1	SAN CLEMENTE- MANDAMIENTO DEL GOBERNADOR DEL MARQUESAD		1582	1582	20-feb		perforada	31/01/2011
839,00	34	XTL1T1	LLIBRE DEL PROCÉS DE L'OLLERIA		1583	1583				25/06/2009
840,00	31	VLRL22T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	326	1583 - 1583	1583	f. 50	26/02/2009	papel muy ácido	25/03/2010
841,00	25	PEGL9T1	LIBRE DE VISITES DE L'ESGLÉSIA DE 25		1583 - 1597	1583		07/05/2009		12/01/2010
842,00	25	PEGL9T2	LIBRE DE VISITES DE L'ESGLÉSIA DE 25		1583 - 1597	1589		07/05/2009	perforada	12/01/2010
843,00	25	PEGL9T3	LIBRE DE VISITES DE L'ESGLÉSIA DE 25		1583 - 1597	1597		07/05/2009	perforada	12/01/2010
844,00	22	MFTL2T1	CONCEJO	1002/1	1584 - 1603	1584		17/03/2009	perforada	26/02/2010
845,00	22	MFTL2T2	CONCEJO	1002/1	1584 - 1603	1588	f.40	17/03/2009	perforada	26/02/2010
846,00	22	MFTL2T3	CONCEJO	1002/1	1584 - 1603	1588	f.40	17/03/2009	pasmada	16/02/2010
847,00	22	MFTL2T4	CONCEJO	1002/1	1584 - 1603	1590	f.80	17/03/2009	perforada	26/02/2010
848,00	22	MFTL2T5	CONCEJO	1002/1	1584 - 1603	1594		17/03/2009	perforada	16/02/2010
849,00	22	MFTL2T6	CONCEJO	1002/1	1584 - 1603	1595		17/03/2009	perforada	26/02/2010
850,00	22	MFTL2T7	CONCEJO	1002/1	1584 - 1603	1602		17/03/2009	perforada	26/02/2010
851,00	34	XTL3T1	PROCÉS DE LA CIUTAT DE 34		1585	1585	f.1r	10/02/2009	perforada	25/06/2009
852,00	20	GANL5T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL		1585 - 1604	1594	f. 236	28/02/2009	perforada + migración	21/07/2009
853,00	12	CTLL19T1	PROTOCOLO NOTARIAL JERONIM MICO		1586	1586			perforada	26/01/2011
854,00	12	CTLL19T1	PROTOCOLO NOTARIAL JERONIM MICO		1586	1586			perforada	26/01/2011
855,00	34	XTL9T1	PROVISIONS DEL JUSTICIA	LEG.31	1586	1586		10/02/2009	perforada	25/06/2009
856,00	8	BIAL22T1	CARTA		1586	1586			perforada	28/01/2011
857,00	8	BIAL22T1	CARTA		1586	1586			perforada	28/01/2011
858,00	8	BIAL22T1	CARTA		1586	1586			perforada	28/01/2011
859,00	22	MFTL3T2	CONCEJO	1003/1	1586 - 1604	1552		17/03/2009	perforada	26/02/2010
860,00	22	MFTL3T1	CONCEJO	1003/1	1586 - 1604	1585		17/03/2009		26/02/2010
861,00	22	MFTL3T3	CONCEJO	1003/1	1586 - 1604	1606		17/03/2009		16/02/2010
862,00	22	MFTL3T4	CONCEJO	1003/1	1586 - 1604	1607		17/03/2009		26/02/2010
863,00	28	SAXL3T1	CABILDO		1586 - 1604	1586			perforada	31/01/2011
864,00	28	SAXL3T1	CABILDO		1586 - 1604	1586			perforada	31/01/2011
865,00	28	SAXL3T1	CABILDO		1586 - 1604	1586			perforada	31/01/2011
866,00	2	ACIL13T1	CORT DE JUSTICIA		1587	1587			perforada	11/03/2011
867,00	2	ACIL13T1	CORT DE JUSTICIA		1587	1587			perforada	11/03/2011
868,00	9	BOCL6T1	LLIBRE DE L'ALMOINA	10030 - 02	1587	1587	f.9r	23/02/2009	migración +++	16/09/2009
869,00	9	BOCL6T2	LLIBRE DE L'ALMOINA	10030 - 02	1587	1587	f.48r	23/02/2009	perforada	16/09/2009
870,00	31	VLRL21T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	329	1587 - 1588	1587		26/02/2009		07/04/2010
871,00	31	VLRL21T1	LLIBRE DE CLAVERÍA DEL CONSELL	329	1587 - 1588	1587		26/02/2009		07/04/2010
872,00	33	VILL1T1	MANUAL DE CONSELLS Y PLENOS		1587 - 1591	1587				
873,00	17	DENL6T1	PATENTE, CONVENTO DE SAN ANTONIO	404/2	1588	1588		07/05/2009	perforada	09/11/2010
874,00	21	IBIL8T3	BALDUFARI DE ABDÓN VERDÚ		1588	1588	f. 100	04/05/2009	perforada	02/02/2010
875,00	28	SAXL24T1	LA RODA- MANDAMIENTO DEL CORREGIDOR DE 33		1588	1588	09-nov		perforada	31/01/2011
876,00	28	SAXL24T1	LA RODA- MANDAMIENTO DEL CORREGIDOR DE 33		1588	1588	09-nov		perforada	31/01/2011
877,00	28	SAXL24T1	LA RODA- MANDAMIENTO DEL CORREGIDOR DE 33		1588	1588	09-nov		perforada	31/01/2011
878,00	33	VILL1T3	MANUAL DE CONSELLS		1588	1588			perforada	
879,00	3	ALIL8T1	PRIVILEGIOS Y PROVISIONES REALES		1589	1589			perforada	05/05/2010

880,00	5	ALZL26T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 126	1589 - 1592	1589		24/02/2009		09/02/2010	se ven estrellas que son sales cris
881,00	25	PEGL2T1	PROCÉS DE PERE LUIS SALE, NOTARI		1590	1590		07/05/2009	perforada	12/01/2010	
882,00	2	ACIL21T1	PROTOCOLO NOTARIAL GINÉS AIZ		1590	1590				11/03/2011	PAPEL MUY BUENA CALIDAD, NO
883,00	19	ELXL24T1	LIBRO DE ACTAS	a- 26	1590 - 1595	1590				02/06/2010	muy deteriorado el papel por hu
884,00	2	ACIL15T1	CLAVARIS		1590 - 1600	1590			perforada	11/03/2011	
885,00	2	ACIL15T1	CLAVARIS		1590 - 1600	1590			perforada	11/03/2011	
886,00	3	ALIL1T1	PLEITO DE FRONTERAS		1591	1591			perforada	28/04/2010	
887,00	17	DENL8T1	DOCUMENTO MANUSCRITO		1591	1591			perforada	09/11/2010	
888,00	24	ORHL20T1	MANUAL DE CONSELLS	Nº 88	1591	1591		17/03/2009		16/04/2009	da mucho azufre por el sulfato de
889,00	24	ORHL20T1	MANUAL DE CONSELLS	Nº 88	1591	1591		17/03/2009		16/04/2009	da mucho azufre por el sulfato de
890,00	25	PEGL5T1	SENTENCIAS DEL JUSTICIA		1591	1591		07/05/2009	perforada	12/01/2010	
891,00	33	VILL1T4	MANUAL DE CONSELLS		1591	1591					
892,00	33	VILL1T4	MANUAL DE CONSELLS		1591	1591					
893,00	7	AYTL5T1	CLAVERIA DE CENSALS, CUENTAS	N - 135	1591 - 1591	1591			perforada	26/01/2011	
894,00	7	AYTL5T1	CLAVERIA DE CENSALS, CUENTAS	N - 135	1591 - 1591	1591			perforada	26/01/2011	
895,00	7	AYTL5T1	CLAVERIA DE CENSALS, CUENTAS	N - 135	1591 - 1591	1591			perforada	26/01/2011	
896,00	33	VILL2T1	MANUAL DE CONSELLS Y PLENOS		1591 - 1596	1592			perforada		
897,00	3	ALIL14T2	PRIVILEGIOS Y PROVISIONES REALES		1592	1592			perforada	28/04/2010	
898,00	35	XIXL11T1	PROTOCOLO DE MARCO ANTONIO ARACIL	105	1592	1592			perforada	09/12/2009	
899,00	5	ALZL25T1	LLIBRE D'ACTES DEL CONSELL	003 - 127	1592 - 1595	1592	f.156	24/02/2009	perforada +++	03/02/2010	
900,00	20	GANL11T1	HOSPITAL	1811	1593	1593		28/02/2009	perforada	21/07/2009	
901,00	22	MFTL1T1	RECIBO DE PEDRO RODRÍGUEZ, MERCADER DE 20	1001/35	1593	1593		17/03/2009	perforada	26/02/2010	
902,00	8	BIAL14T1	MANDAMIENTOS JUDICIALES		1593	1593				28/01/2011	
903,00	8	BIAL14T1	MANDAMIENTOS JUDICIALES		1593	1593				28/01/2011	
904,00	8	BIAL14T1	MANDAMIENTOS JUDICIALES		1593	1593				28/01/2011	
905,00	1	ALBL9T2	JUSTICIA		1593 - 1598	1594		12/03/2009	perforada	05/07/2010	
906,00	1	ALBL9T3	JUSTICIA		1593 - 1598	1594		12/03/2009	perforada	05/07/2010	
907,00	1	ALBL9T4	JUSTICIA		1593 - 1598	1598		12/03/2009		05/07/2010	
908,00	1	ALBL9T5	JUSTICIA		1593 - 1598	1600		12/03/2009		05/07/2010	
909,00	27	REQL2T1	LIBRO DE ACUERDOS DEL CONCEJO DE 27	2897	1593 - 1600	1600	20-jul			19/01/2010	
910,00	27	REQL14SEC	LIBRO DEL PÓSITO		1593 - 1632	1593				26/01/2010	
911,00	27	REQL14T1	LIBRO DEL PÓSITO	4.731	1593 - 1632	1593				26/01/2010	TB SECATIVO
912,00	30	SCL12T1	LLIBRE D'ADMINISTRACIÓ DELS JURATS DE 30: DADES I REBUDES		1594	1594				11/08/2009	
913,00	17	DENL5T1	DUCUMENTOS NOTARIAL		1595	1592		07/05/2009	perforada	09/11/2010	
914,00	1	ALBL8T1	JUSTICIA		1595	1595		12/03/2009	hongos	05/07/2010	
915,00	25	PEGL4T1	ESCRITURA DE CENSOS		1595	1595		07/05/2009	muy deteriorado pud	12/01/2010	
916,00	12	CTLL10T1	ACTES CAPITULARS		1595 - 1596	1595			perforada	31/01/2011	
917,00	12	CTLL10T1	ACTES CAPITULARS		1595 - 1596	1595			perforada	31/01/2011	
918,00	12	CTLL10T2	ACTES CAPITULARS		1595 - 1596	1595				28/01/2011	
919,00	12	CTLL10T2	ACTES CAPITULARS		1595 - 1596	1595				28/01/2011	
920,00	12	CTLL10T2	ACTES CAPITULARS		1595 - 1596	1595				28/01/2011	
921,00	22	MFTL4T1	CONCEJO	1003/2	1595 - 1605	1595		17/03/2009		26/02/2010	
922,00	22	MFTL4T2	CONCEJO	1003/2	1595 - 1605	1603		17/03/2009		26/02/2010	
923,00	17	DENL18T1	PEITA		1596	1596			perforada	27/08/2010	
924,00	19	ELXL15T1	PROTOCOLO NOTARIAL DE ESCLAPEZ	SHPN-27	1596	1596				05/05/2010	
925,00	21	IBIL8T4	BALDUFARI DE ABDÓN VERDÚ		1596	1596	f. 222	04/05/2009	perforada	02/02/2010	
926,00	21	IBIL1T1	VISITA GENERAL DE AZAGADORES Y ABREVADEROS	0048/003	1597	1597	f. 17	04/05/2009		02/02/2010	
927,00	21	IBIL3T1	REVISIÓN DE BOLSAS DE INSACULACIÓN	PLANERO 1/5	1597	1597		04/05/2009	perforada	02/02/2010	
928,00	27	REQL17T1	CONSTRUCCIÓN PUENTE DE JALANCE-27	6114	1597 - 1598	1597			muy deteriorada	19/01/2010	
929,00	3	ALIL10T1	PRIVILEGIOS Y PROVISIONES REALES		1597 - 1609	1597			perforada	05/05/2010	
930,00	4	ALTL2T1	LIBRO DE CUENTAS DE CLAVERÍA		1597 - 1663	1597	1597			07/07/2009	
931,00	4	ALTL2T2	LIBRO DE CUENTAS DE CLAVERÍA		1597 - 1663	1597	1598			07/07/2009	
932,00	3	ALIL11T1	PRIVILEGIOS Y PROVISIONES REALES		1598	1598			perforada	28/04/2010	
933,00	19	ELXL14T1	PROTOCOLO NOTARIAL DE ESTEVE	SHPN-32	1598	1598					
934,00	2	ACIL15T2	CLAVARIS		1598	1598			perforada	11/03/2011	



FOTOGRAFÍAS	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K
	3,1835	2,5612	2,0361	4,7713	0,7991	10,2722	5,6517	5,7890
	7,1373	6,1062	4,7648	4,6113	8,4861	7,2125	13,8440	8,7513
	1,8917	1,3359	0,9379	1,2654	0,3542	24,8505	1,8955	29,3442
	6,2917	4,1025	8,8289	4,5331	0,9846	3,2478	2,7776	10,8816
	6,7738	4,0556	8,0672	4,5618	0,6597	1,4574	2,3095	14,1676
	10,5471	2,9340	6,9013	3,6073	1,1262	10,6368	0,9459	10,8236
	3,1767	0,4931	1,4981	1,7104	0,0880	10,4866	2,0509	16,5813
	3,0900	3,5836	2,8273	3,6803	0,8103	7,9565	6,0404	5,4644
	3,9375	4,5781	2,8559	3,9927	0,7656	8,6390	1,4096	15,8342
	2,3646	3,8961	3,8462	3,9569	1,0999	5,1828	1,0308	5,9956
	3,230054195	4,570716183	3,455266248	4,531941	1,012854629	5,567888507	3,390096229	5,816476771
	0,655052171	2,67306116	1,575997088	2,35295442	0,978157012	29,28109022	0,754554501	2,652464465
	8,4662	3,1223	13,1204	16,0824	1,1532	8,7828	0,9152	15,2303
	3,8494	1,6190	3,8882	3,4848	0,3160	19,9387	0,4411	16,4318
	13,0779	3,9514	10,4984	6,7495	1,0133	5,3366	0,6944	16,6014
	1,468061149	9,630709277	2,847945169	3,325296062	0,923861947	21,75172792	0,517022597	4,542949222
	2,095475102	10,54387501	1,507881905	1,617349189	0,480635563	24,44172389	0,616777639	6,581274749
	0,4442	2,2285	6,8585	14,6923	0,4029	2,3596	1,2100	5,1728
	3,5747	3,0926	4,8294	3,8160	0,9117	16,5727	1,8518	11,6297
	0,7977	1,8601	3,0559	5,6425	0,6026	19,4527	1,3469	1,7358
	9,279614542	7,258868322	5,514947711	3,670901427	0,811227611	2,247711451	0,42484981	12,68867284
	2,6072	5,4083	4,2200	4,6847	0,8341	1,3523	3,2306	6,3577
	1,7255	3,3222	1,6559	1,7777	0,4122	1,2408	3,4371	5,8583
	2,607224599	5,408267347	4,219955095	4,684732564	0,834139024	1,352337347	3,230600068	6,357669692
	1,725485461	3,322157169	1,655859477	1,777711617	0,412161631	1,240758404	3,437124419	5,85825899
	10,6081	3,2935	5,2625	5,9812	0,5414	0,7163	0,8869	24,3743
	8,8503	1,9546	4,4844	6,7648	0,3519	0,5567	1,4810	16,2930
	8,9244	1,7923	3,5850	3,4683	0,5270	0,7558	0,6835	34,1736
	1,2234	6,1493	3,6847	3,1576	2,6014	9,2870	1,6729	2,0398
	0,0012	0,1065	2,9667	71,4764	0,1868	0,9696	0,6144	3,7997
	0,6490	3,7590	2,7068	2,6238	1,0706	2,3033	1,4280	1,0516
	3,6297	3,7760	5,8984	8,5358	1,9100	14,2654	1,7251	5,1769
	1,1270	2,2893	2,4928	3,9408	0,5448	1,7804	0,4534	1,5523
	1,5391	2,4149	7,6942	12,7970	0,5125	2,9636	0,6413	3,7802
	5,376536791	10,58326403	6,422578568	7,145464493	2,37157576	3,23095128	3,281098882	5,294459583
	0,172490498	2,960698871	2,653117142	78,99188519	0,887915414	1,083986683	0,99366723	0,912923919
	4,517898432	8,965834841	6,915208093	6,207168511	0,927745019	2,461879234	1,042574883	7,978110836
	3,75809951	2,07035237	7,612500258	8,129626353	0,796909375	7,014706178	3,287142316	7,307887433
	2,777272891	6,400056773	1,936497914	2,324941224	4,093558868	10,99366576	3,302460631	6,360204191
	2,5411	4,0593	2,2865	3,8964	0,8083	20,3069	2,4392	4,6391
	0,6012	1,6154	0,4818	0,6507	0,4037	33,6745	1,5421	1,7885
	0,1792	0,3872	0,1113	0,7240	0,2483	28,6426	2,1391	2,3992
	1,895491298	3,454006803	3,943265471	6,264365426	1,177459504	2,317340101	1,105066992	2,368438744
	0,344975731	1,38238845	1,227994301	1,627501699	0,518139933	27,49341455	0,831104102	0,945656036
	0,0046	0,6995	1,6850	29,9934	0,0992	1,5617	1,9182	3,3549
	0,5763	1,4961	0,4345	2,6196	0,0175	2,1155	7,9707	9,5058
	3,3744	4,6843	1,9006	3,5231	0,6849	4,4199	9,3671	7,8338
	2,3626	5,8585	3,2579	5,5560	0,8335	3,8307	7,0500	6,7215
	3,4698	4,1726	10,4368	9,1031	0,3885	3,5278	2,1316	10,4798
	3,5045	5,0982	10,1337	10,7823	1,1460	5,4841	5,8443	8,6147
	1,16078565	3,903205444	4,603843049	4,155198893	2,034682021	21,34829331	2,000850323	1,377596575
	0,21127699	0,116059165	0,085471432	0,062202932	0,033800994	28,80519822	0,343026357	0,770890761
	0,7611	1,1285	0,6410	0,3042	0,1145	26,5175	0,7898	37,5379
	0,370653664	3,245123792	2,895550123	4,904879273	1,054584107	15,23053156	1,754404463	3,319311804

1,024666695	4,564501729	9,337083167	14,71600737	1,328450393	6,113096508	0,76955102	7,823824273
0,100149339	2,685168699	2,536698759	7,679511966	0,622240149	6,024651528	5,884341881	7,466831327
3,824401769	10,28569529	8,035217456	11,84917554	4,126503664	6,546450748	7,564627127	1,09165193
0,318501146	3,008385633	1,85992208	5,356056438	0,509555771	29,56880402	0,806016734	0,903789562
0,330668478	6,834414498	11,68898283	23,64177054	1,062767866	0,863796344	0,523269195	4,517172699
4,135859663	4,152653236	3,989399847	11,4101658	1,034233405	10,28947452	0,749957578	8,011957568
0,910700332	1,163766427	0,985642472	0,869605777	0,424057546	1,31390787	0,384325589	2,206384146
0,7320	1,7210	1,0678	0,9530	0,6556	31,0231	1,0161	0,7282
0,4699	9,6868	20,3983	34,4533	0,6991	0,8051	0,9838	10,5434
1,6243	1,9128	3,1108	5,5407	0,3457	13,2148	3,2766	5,3509
2,72793109	2,718430028	5,297572925	1,870952134	0,890602121	8,654906792	0,55998564	8,235598515
1,426361171	2,340163191	3,058758346	1,12727149	0,776605425	17,1369163	0,538912861	6,083530109
12,18153214	7,965797092	5,8007825	2,283165104	1,883098462	3,042486128	0,820714478	8,416815961
4,97140533	3,317764569	1,654995092	1,314974738	0,597679865	1,63481088	0,993748316	9,766289709
2,140043592	1,474364226	2,14607885	5,597276509	0,255744899	4,614512239	4,533924774	4,129674151
6,310150776	2,567408217	3,183952457	1,933458025	0,45236984	2,786094365	4,63804873	8,237402626
4,750840215	4,442086972	8,50349084	6,396976707	1,705279343	8,115546881	1,406662002	4,305152851
8,1656	7,5139	7,2565	3,1904	2,9537	2,1745	1,6632	9,2873
0,0029	2,9301	10,9355	23,9864	0,2503	0,6086	0,6196	7,1059
0,0284	0,1519	0,3487	1,7312	4,0348	2,6078	0,3514	1,8277
2,4588	1,8688	2,2761	2,7354	2,1584	2,1117	1,4255	12,1065
6,4513	7,3772	7,7118	5,9012	1,8937	6,7647	0,8089	7,4461
4,3423	6,4868	7,7408	6,5480	1,3933	9,0263	0,5491	7,3996
0,9485	2,0706	3,2727	4,2445	0,6797	33,5765	0,5720	1,5021
0,1066	0,0040	2,2897	11,1756	0,3114	6,0864	0,9911	12,2926
8,642909007	8,615198456	6,420701122	6,096767601	1,153348714	1,771861601	0,960878938	7,164150982
5,770636987	36,86130737	5,756321676	13,67728733	1,091530909	0,621084343	0,704750466	6,190403965
0,948423495	2,190169383	30,36243709	36,49517114	0,69201912	0,595377928	0,614470465	16,13319861
10,25182127	9,633305053	4,767357274	4,215559835	0,880570032	5,706818805	0,868621802	11,70432817
8,131665893	4,709945912	4,549302105	3,965657843	1,029791917	6,252923812	0,606434967	9,518169843
2,527457898	2,133984686	6,585100085	6,815559965	0,554244376	10,90805947	0,335449915	6,760812809
3,118358474	8,442343516	4,996925428	4,573640778	1,087932779	2,821200772	1,65805629	6,525217447
3,197260548	10,94601315	4,153646822	3,048564349	1,142591691	1,602324103	1,529829702	7,321812404
2,071979072	9,082587787	2,834821477	1,891464974	1,283598042	20,28906671	0,719091118	1,035362376
0,274691767	17,4317615	1,242743374	1,705400107	0,350687213	47,69726944	0,754033189	1,180044631
0,795857788	3,851110799	1,547576752	1,31731804	0,993689919	33,52074753	0,496436599	0,444570663
0,997226664	4,654428448	2,113834569	1,304847516	0,577928248	23,91572013	0,253439671	1,43175967
1,459220812	3,784756113	2,557293854	1,985390949	0,510423499	29,50624226	0,223807722	6,722654276
5,5929	6,8005	6,0159	3,9613	5,9247	11,7835	0,5643	3,4145
10,02747528	2,94833905	2,738959086	2,726460259	0,917798387	5,328942003	1,81622596	16,01652335
5,5929	6,8005	6,0159	3,9613	5,9247	11,7835	0,5643	3,4145
8,0183	4,1941	6,3259	4,1440	1,0296	14,9600	0,3288	15,4288
7,4360	4,8384	4,6095	1,7420	0,7354	18,3910	0,2813	21,6214
7,9562	4,0318	3,3399	10,5560	1,1352	10,4340	0,6458	10,2142
13,4520	6,4056	6,7626	5,6223	2,3451	7,0570	1,0889	4,1309
9,1479	9,0937	2,6839	0,9736	0,7970	22,0168	0,2026	0,8697
9,5865	12,2293	7,9223	7,2024	0,8082	2,7911	0,7206	8,6643
12,1820	6,8293	7,2280	6,5742	1,5383	3,7890	0,8550	8,9043
7,0932	11,5061	11,4888	6,7074	4,4604	5,0490	1,8431	7,3692
10,2498	4,2028	5,1167	4,9513	0,9044	3,9026	1,2509	7,7929
7,3646	7,7347	16,7015	19,6715	2,0543	2,9053	0,7813	7,8925
1,655619563	2,068933162	1,714991443	1,304884541	0,312254466	25,04488834	0,339280337	2,701073559
4,236090349	2,275904958	7,532649035	6,868248409	0,652262583	12,39680773	0,324161268	4,740190812
0,321763714	0,08864993	0,050891316	1,693489993	0,086895781	79,92119982	7,063339952	2,022195719
2,406401838	1,511930295	1,666405935	4,253177366	9,028394795	38,2632032	0,361952632	3,252283742

	5,5321	1,8938	1,8188	3,5261	0,4263	12,1172	2,4143	13,0794
	28,78107875	2,236390593	7,348918425	1,88779733	1,291341012	1,105790737	0,468234124	9,026871506
	4,165824803	0,675014006	4,039121891	2,953156262	0,380568401	11,60243591	1,191188487	18,52116748
	2,347794688	5,541676607	3,127824106	9,461282634	2,497293379	4,47495446	1,797811185	4,944994562
+++	8,5638	6,0034	7,9075	2,9415	0,9221	5,0053	0,2781	11,3649
	5,8775	5,4933	7,7003	9,3997	2,0284	6,5037	3,3112	9,9961
	0,7066	1,4551	19,9711	28,5268	0,2990	3,8935	0,7725	17,5757
	4,1978	1,7080	4,1717	1,5605	0,4531	11,0582	0,2149	4,2970
	0,3488	1,2494	0,9138	0,8951	0,7186	35,3924	0,5254	4,4448
	0,0428	0,0009	1,7238	9,8320	0,0153	13,5402	0,6665	9,2698
	0,2599	1,5964	0,8320	1,8498	0,2750	1,6700	0,3541	0,2328
	0,0803	0,0818	3,0981	6,2783	0,0946	12,5318	1,2258	13,4275
	11,1374	3,6080	3,5687	1,8052	0,3460	1,2725	1,1208	12,0400
	13,0570	4,8289	7,2115	5,0034	1,3208	3,6565	1,1476	8,7350
	3,2821	2,5128	5,1127	4,4102	0,8775	17,9254	0,1700	7,4123
	9,135250668	14,50454907	4,5477688	5,526140538	1,440191884	12,96962456	0,828956612	18,14939403
	9,943434983	1,213181551	3,764565988	2,485507275	1,02641838	15,59697973	0,298728283	18,77591369
	26,29824282	4,891083589	4,93529881	5,348728486	1,083254651	3,64627429	1,831317322	1,342066719
	0,59416759	25,83795757	2,665544695	3,266494802	0,399711451	0,443119959	0,430053591	0,583928047
	11,47037384	4,371299671	2,457364874	4,394740248	0,912337957	4,927777931	0,944792135	3,910260039
	9,894096044	10,385464	5,766848451	5,752087808	1,732764157	1,623853537	1,267347665	9,511153899
	0,249487187	0,044621515	15,56164013	38,80869569	0,032350834	0,25006185	0,472906908	30,90056215
	3,401093848	2,466964339	18,0031873	14,31063272	0,597538875	13,96254391	1,003998006	8,91874503
	8,023197376	1,648108497	9,86261538	5,990792329	1,105436143	6,201356197	0,678996966	6,300127347
	8,781029974	8,608130501	4,989322095	6,83110648	3,253307916	3,986747299	17,0539239	9,898387884
	1,248376033	3,869519443	2,240585243	7,576792228	0,2220968	0,983794458	2,411469769	2,951510034
	7,73350608	1,398737195	4,11066458	4,792739099	0,805341298	6,959628342	0,273096426	9,09038672
	0,804258137	1,778508251	1,8838982	1,125060576	0,397869496	3,93386278	1,93928487	4,073240362
	0,7969	1,6865	1,2684	0,9420	0,4810	33,6721	0,2653	1,4701
	0,8058	52,0260	1,5116	1,6404	0,3197	1,7827	0,5030	1,8033
	5,9566	1,8758	8,6937	9,7964	0,9885	12,0425	0,6724	14,1884
	5,3079	1,8879	10,3585	10,2779	0,7062	12,8749	0,3842	17,1834
	6,1226	19,2433	7,8513	3,4165	1,3200	6,5949	0,7369	5,5146
	10,3433	4,6871	7,2323	3,9810	1,6563	14,4519	0,8289	11,4451
	13,2383	4,0554	5,7336	2,5489	0,9801	13,4047	0,5370	12,2899
	3,739251121	4,618149491	7,988244923	3,315012777	0,980454	2,83325395	1,848794286	3,450588818
	2,776558913	1,804569174	8,621776832	2,309375314	0,420684737	4,43185933	1,674077287	4,166135134
	1,614643965	1,795564874	4,221699963	1,857492551	0,303294634	6,495471114	0,739881058	4,156111935
	3,316575845	1,315148245	5,771730278	5,411467971	0,673775338	7,477186074	0,252647063	16,33601112
	0,113640662	2,401850599	5,755469125	7,244477191	0,472249495	1,167834649	1,158191925	3,010288172
	1,5482	4,0444	2,6429	0,7003	0,3239	27,3286	0,2679	6,1525
	3,0320	3,9099	7,4548	3,7514	0,4330	5,6521	0,4232	17,8904
	3,6128	8,9175	8,4298	11,4076	2,7705	7,0570	2,1840	4,5044
	0,2130	2,0126	1,2489	1,7447	0,5465	1,2472	0,3466	0,6907
	0,1692	0,8488	0,8479	1,7970	0,3653	1,3828	0,2695	0,6672
	2,6797	16,9862	4,7525	13,0336	1,4160	4,2988	1,4665	4,2010
	0,2945	2,8303	2,0072	1,6027	0,7695	1,4713	19,5789	0,7123
	0,3233	1,0587	0,3807	1,1424	0,2418	0,9360	0,9284	1,2697
	9,841086043	4,098565442	9,922699285	3,998812002	1,279535419	6,020855291	0,300733275	12,06127175
	5,634209471	5,109650437	5,270503607	1,929067296	1,022656196	11,26532182	0,298783481	9,568563728
	1,6967	2,0140	12,3985	20,4947	1,3875	15,3792	0,6649	8,1610
	0,0804	0,1985	1,6922	4,8623	0,3751	72,4153	3,6438	6,1136
	0,4193	1,6922	2,3286	2,6045	0,5971	2,8615	0,3248	1,2062
	0,043944849	2,333482428	3,302197964	2,624527567	0,24103023	5,717904975	2,047827179	4,805136031
	24,4542	4,4979	12,5773	2,2534	0,8440	2,8117	1,1661	8,6621



	5,3039	3,8836	11,6617	11,9642	1,5334	18,6073	0,4728	5,1665
	2,5670	6,2737	6,8660	12,5689	1,4666	6,6192	2,3755	3,7807
	6,37566008	1,443953276	5,149209544	3,687649703	0,984981322	11,33693191	0,61736227	12,08022399
foto real f. 12v deco texto	1,6250	3,4240	2,0925	1,3998	1,0051	6,5944	0,2487	5,2938
	1,324777104	4,097938809	4,784933161	6,293248796	1,147383316	15,05171114	0,722072869	2,966947603
	1,651275767	9,33786361	9,069397604	9,102751259	4,183322377	9,457983009	2,943509266	2,327682248
	0,079443783	2,058784959	8,147866776	68,21092931	0,730017413	2,234821715	0,28737988	4,467628953
	4,946567992	6,456428201	4,200710933	3,853305002	11,01770046	9,397120774	1,509473782	9,807200665
	0,625952911	1,466518963	1,536307407	2,954539397	1,029023967	30,06419108	1,085454504	1,773842006
	10,88795466	8,508099656	5,923046391	4,006277921	2,329135391	5,292195221	2,441305004	8,719079017
	62,4946	7,6166	7,2277	5,3709	5,2762	4,1557	3,3543	2,2622
ple que Fe, y con una forma peculi	0,780556241	2,18389227	29,17623128	37,09059564	0,72387672	2,752311371	0,394637685	14,02397795
	26,99794563	2,240406656	9,172960072	1,590838691	0,944970194	1,283555016	0,266602859	10,47598676
	1,8787	4,7707	5,2807	2,9910	11,0532	20,3569	0,8953	3,4797
	0,4652	3,4070	3,9691	0,8716	15,8979	16,9307	0,4801	4,2503
	1,6051	3,3698	2,2425	12,0417	4,0630	3,6608	2,8084	5,5249
	4,3698	3,7105	2,0180	7,9581	2,4062	1,8642	1,7937	2,7922
	0,0408	0,0058	0,0000	16,3028	6,6045	1,4748	2,4300	20,7631
	53,4136	17,4633	6,7399	6,6264	5,1555	3,4995	2,6940	2,0148
	17,2733	7,9917	7,7953	7,7737	1,5714	4,4534	1,0779	7,5355
	9,6803	12,8339	11,7378	8,5928	1,9183	2,3259	5,3370	10,5221
	3,217745332	2,17243989	19,25375662	2,085258569	0,986295144	0,901231464	0,744128308	12,56580028
	0,218911278	1,942074466	0,646421478	1,646680061	4,0589E-43	2,41815389	5,438557867	2,553464172
	1,640930025	3,644658927	8,044508944	8,665723504	1,744581991	1,055811181	0,32697806	2,017548219
	7,242857842	6,243411694	6,470370482	2,188741726	2,275357553	9,774678663	0,758579038	8,511912766
	5,303939799	3,883590287	11,66174041	11,96421123	1,533393932	18,60730165	0,472834607	5,1664581
	0,666956295	5,872081687	7,003366665	13,69590821	1,075049456	20,11638131	0,533673749	1,975853229
	2,048234492	2,496307982	3,955406257	3,678010838	1,227908942	1,009173162	0,914736265	4,065244445
	4,029042194	4,234251587	7,510314377	1,020871841	0,561224378	40,36601848	0,510540189	0,79534971
	11,42623051	5,339066019	4,336445076	8,031023986	0,612193572	11,9079742	0,584492022	18,59013262
	0,092722952	3,433716446	5,409100521	8,743054506	0,642456565	22,73654249	1,262002173	4,125851376
	1,509088071	1,718317643	2,511813649	5,057159164	0,785254878	27,99785862	0,3232047	5,326853477
	8,759917739	5,05102629	8,733708945	3,23658314	1,217962726	6,522526446	0,272721939	11,96741149
	1,131254361	2,436330209	1,124573917	2,452210066	0,184279642	23,2210627	1,793875518	2,45322619
	2,743697376	3,550246616	1,99811759	2,685341183	0,378511662	18,801706	1,888108405	3,815110386
	0,592583272	7,958984461	12,70827348	21,36249707	0,289705171	4,333483766	0,630383573	5,169902513
	9,342157919	3,057005685	4,608227994	1,052442106	0,728429829	7,906334821	1,198276966	26,59623739
	1,921419326	2,699279937	2,673556627	2,924698532	0,50115506	27,54017944	0,727652477	28,46848805
	1,131254361	2,436330209	1,124573917	2,452210066	0,184279642	23,2210627	1,793875518	2,45322619
	2,743697376	3,550246616	1,99811759	2,685341183	0,378511662	18,801706	1,888108405	3,815110386
	0,592583272	7,958984461	12,70827348	21,36249707	0,289705171	4,333483766	0,630383573	5,169902513
	9,283576369	4,586431634	4,9356856	1,42782211	0,667479246	5,733826508	0,517710815	10,5700916
	2,545519218	1,085965257	1,509530764	2,122619868	0,207994805	0,408059349	0,089100264	1,340785962
	1,533266591	8,276401981	8,808352179	11,61097874	5,813651066	13,20209218	1,254533213	5,744990256
	0,077442947	0,027899	0,08740848	0,839682623	0,655851566	36,89064188	0,405359273	2,795859095
	3,739571251	1,985469387	8,813579605	7,8370422	0,774627166	1,900368635	0,175605532	4,029824236
	4,809600991	3,743242157	5,777508131	1,864322158	1,021315237	12,72026035	0,356566669	14,92285562
	6,77354568	7,434433489	5,349631895	4,289684273	2,429547693	2,690833606	0,702533034	4,866589499
	1,116408646	4,361197612	2,206747525	2,509938768	1,447654895	2,816805338	0,728201596	0,672948903
	1,190858234	1,899827522	5,225379262	7,128711714	0,327711688	0,840528259	1,667633279	5,076550641
	2,68428E-10	2,40168E-08	0,040199932	0,287357568	0,48908855	0,255076788	1,031270598	3,380893956
	1,187870404	3,70490858	6,681125466	12,39631215	1,465225894	2,010029366	1,332930795	2,85212435
	7,428284656	6,192893826	8,387896437	6,662384549	0,518786146	4,205135204	1,440323976	8,169973083
	5,552712271	2,86394885	6,440576978	2,002907163	0,856388679	24,2210361	0,437165364	4,87203738
	2,489782112	12,80431944	1,544000486	1,266557203	0,763850338	36,72350985	0,139622224	15,57390744

6,023527413	7,312015785	11,00657218	4,780703299	3,380667441	5,310400424	1,278465415	6,490193152
11,76395695	11,55869962	7,893573843	7,468859811	2,710384535	5,474365616	0,789008279	8,984229613
1,325060435	5,334578035	10,44126208	6,901474694	0,87345125	5,558498398	1,071949308	5,651061018
0,375528523	2,628132886	1,896501645	2,002758123	0,272927618	6,050375064	0,623715179	7,950687138
11,68037246	5,56005512	6,576366765	3,229109351	1,638971877	3,85791923	3,29453037	8,830239984
0,183318455	3,208808502	3,900053362	0,755253006	0,572590119	20,8547342	0,64934307	2,542013469
4,179797415	0,71021745	1,839547322	0,391393456	0,023839398	0,847116384	0,162611605	14,25780553
0,245882924	1,351901541	1,981207188	1,586667935	0,896106826	15,32946324	0,408090127	0,862006207
1,352329923	1,154768535	1,964730972	1,984228718	0,476188006	2,643826951	0,329744386	5,058436637
16,29724193	3,547525996	8,377694172	4,678145084	2,482582397	2,778565425	0,479766947	8,501532352
0,162546828	2,024206176	0,71291874	1,003321469	0,465186686	1,987007132	0,871050638	0,354709331
1,830711785	6,86806212	2,776038529	4,009266004	0,767762278	2,899645196	2,504512972	2,454220363
3,589017274	0,543159529	1,470295645	2,075952139	0,409537678	19,92743818	0,181443168	27,59060795
1,556089058	4,125081489	10,93573796	2,712467287	1,983428688	17,92693344	1,132848771	9,242536532
1,172368935	4,446041695	6,965027702	2,306670242	1,356730931	31,63871121	1,535938082	12,62198969
15,69185381	2,240712165	11,42935923	3,435280831	1,789847015	9,978378675	0,826119942	11,76745179
42,0874722	2,142697245	2,309422768	2,221965367	1,065125166	7,980856564	0,427278878	13,6129586
0,85882024	2,501994948	4,821851567	2,916946411	0,746729588	19,21775305	0,73914427	2,494219086
6,080051487	4,004656001	7,019816794	5,1153079	1,382267078	6,720289154	3,594959461	13,81137129
0,77991475	5,286997829	5,675107579	9,179989728	1,463344548	1,715638534	0,729918405	2,536104074
0,311576725	9,337974649	0,921450282	0,59466247	0,472065893	1,213581819	0,49155239	2,031525066
2,895052255	4,710569217	5,422996125	3,719855266	1,526980301	2,081507723	1,039749804	2,08729053
5,27398522	0,51146969	0,483425426	0,467477038	0,00995369	15,57683928	0,326639091	38,24679828
0,194550774	0,94343217	1,18135102	0,712093241	0,246476514	33,36357644	0,282444653	0,830741552
2,973426991	1,856976169	12,8607601	23,57668629	0,494501168	5,458053978	0,67342279	9,25984273
2,739240158	1,149179437	2,494072711	5,029875515	0,954325899	4,305784173	0,221455482	6,519969765
0,00293319	0,66884192	12,22278316	35,35712265	0,15917738	1,758567145	0,21810922	35,24544048
1,435146822	2,780911652	9,494691194	2,170362461	1,397522141	17,30125055	0,34763178	3,22730018
2,966206976	2,532398192	3,893205993	0,686241066	0,374684149	3,75549269	0,393934596	4,626383118
1,396538455	0,857749929	2,58411973	0,661567981	0,276926519	15,30086161	0,582441965	3,127567822
3,497795777	6,835764155	7,606947478	6,917930937	5,872489398	4,242330892	2,305000094	7,420939524
2,375912468	7,93082483	5,422267744	3,965939573	0,997457806	10,41239373	0,244781095	6,847063216
1,42240694	4,468416211	8,348695046	8,719081805	0,985054953	2,283799247	0,564871353	3,65230429
6,38300155	5,150100191	4,85824022	5,334877155	1,555107713	7,394649201	1,046017259	8,300343623
1,860398123	1,722849269	5,158258252	7,547612184	0,637006852	14,31028932	0,648024404	6,47771983
0,343101418	3,730520407	4,605626455	8,153531056	0,962396093	5,779451543	0,472316726	2,737242339
0,685680066	3,419761971	17,5311239	2,740926095	0,862465853	4,363883425	0,176139223	1,225802571
10,67362762	4,666794996	5,972465925	3,251254492	0,493553686	21,65168254	0,967141448	4,676464375
6,181700139	7,888883586	12,53133214	10,87456412	1,811283175	9,166279365	0,737777229	5,033654133
3,093338199	5,562229262	2,961306268	5,01487682	0,485260964	1,244145026	1,67608138	1,513421449
3,337216102	2,365715936	2,591487215	1,224714942	0,765678993	11,2419638	0,531184117	9,706259547
0,666228278	3,011841497	4,205541381	4,555084803	1,459959614	16,79935838	0,35521163	3,940336249
5,606546623	9,388955993	4,672994896	1,878936381	0,756276651	11,99540624	0,746263626	17,25226502
5,648239814	5,156767873	4,498298474	2,893575094	1,632142861	2,546255212	1,1455096	5,036038085
5,567660553	10,36557975	3,133576993	2,051246805	1,523571339	1,40760595	0,951156844	9,256781664
5,786052625	4,613468252	1,686905311	1,207079741	3,107764772	1,599578451	0,820204922	7,448726435
8,403043416	2,698627795	4,196698588	1,830984483	0,781024726	22,32748983	0,42296624	5,54019507
1,960281201	8,611967734	2,229560405	2,262162945	0,471908533	3,860674302	0,430499772	6,348504824
0,782767166	2,003604901	1,840987487	2,880185953	0,320121357	0,892608682	0,488157893	1,089806227
6,125411867	4,277385584	3,512747737	4,737227309	0,921161547	2,695542403	0,579680828	2,861278409
0,368758661	1,627938015	1,110323305	1,227850773	0,328583716	0,455451821	0,412255017	0,368838221
3,51336181	5,707091354	3,38309346	2,020577313	1,92890327	21,21134406	0,737064139	19,2672638
1,184404698	0,708993969	0,915509739	0,671279637	0,647997369	22,30196938	0,359958649	26,97565097
1,877783905	10,19641362	9,517655396	13,5938312	1,670563676	22,51787034	1,924295282	2,255626496
0,001462832	0,002714843	14,84615632	30,56972667	0,114012706	2,294761012	0,675072265	29,2714064

6.269720871	2.821386785	5.430400278	3.22167026	2.064838793	7.361111331	0.168587555	11.00325978
6.257747317	2.66752593	2.405619977	1.380916848	0.565779654	12.18664382	0.31229412	12.66347148
6.765408362	5.357107728	6.894901185	12.62635256	1.606687247	4.007131074	0.532347523	8.333898787
2.475611039	5.20919708	4.069509482	3.794395913	2.998188919	7.168801135	1.009266679	4.896108426
2.941454514	1.879798034	2.331758549	9.048388294	0.524178711	6.216460101	1.880255769	4.532312422
5.082867397	3.612139845	2.406034871	4.293787796	0.386922195	9.486693349	1.624829722	4.504289882
3.847477266	7.357599083	5.856070825	5.554964307	2.029116599	9.617790718	0.500289081	7.905551761
2.904781364	1.353115576	4.300079758	10.09273373	0.032557983	4.204018148	1.975604517	9.140852937
0.722195916	1.631271081	3.208141402	1.714874149	0.871221978	15.03166031	0.565823476	7.976169442
5.687500351	4.229528726	4.259322469	3.438067415	2.674902653	1.572569403	0.292636061	17.4051934
5.257397059	4.956564678	5.015035858	2.89532309	1.734501997	16.50081326	0.176638691	20.84030815
2.138019236	0.170985027	1.125431841	0.107746734	0.358230018	1.063931322	0.463107734	12.87399964
2.43648141	4.076472073	2.485880869	6.068438297	0.732746307	0.930145002	3.055809534	19.2087758
2.85816095	2.414732657	2.130362764	0.772391094	0.676546158	2.361986108	0.407281151	8.303441355
2.171939847	3.182124382	11.00686053	6.227514474	3.260624728	4.551959681	3.346587918	1.85813394
9.763466686	5.737147423	7.113348953	3.7276766	1.005247171	18.06631443	0.711727865	5.470530499
7.05212494	4.554884002	6.44787269	4.777695231	1.524520303	9.345375804	0.582020514	2.810542641
3.280290525	6.396640654	5.819640568	7.193818505	1.696604692	6.093569131	3.247205756	5.281745677
0.378042207	2.8955792	2.938455278	2.472895603	1.019946477	1.961276283	20.86422783	0.515887178
2.304968722	5.918241938	8.250097278	8.076775026	1.229712296	3.345503623	1.892211168	3.797723695
3.165039032	5.427895484	7.867991614	3.354730765	1.610384458	2.248055008	0.4921204	3.629757262
4.946506931	10.08922832	5.242440188	3.423550109	1.12485872	6.085705021	2.780444128	4.288410301
0.331516718	0.332432663	0.930726302	1.589880059	0.236900642	14.20286944	3.180441581	3.886750554
1.344641372	1.553238742	1.483549144	0.878844963	0.367679832	0.367679832	0.357149537	2.093116965
8.962224711	5.047553818	6.18540918	5.592228831	2.473652105	10.73403634	1.178242943	2.601988355
5.21458192	1.635993373	5.131363481	1.476991433	0.625579171	1.273316232	0.104701868	10.28256464
1.441658464	2.128352999	1.288839076	1.242854046	0.466990339	12.45259956	0.687271897	7.639395488
24.26019481	8.101811829	13.66622577	12.67403188	1.449024616	2.151534563	1.125478946	9.676485487
19.81412481	16.67681596	5.987336306	6.78602467	1.798715161	4.555448008	2.383126573	11.37933369
12.08230455	2.642124857	4.168100596	1.639040571	0.930163273	18.42942822	0.567798444	6.058127062
3.536660159	0.700150206	3.855333406	0.767483458	0.278567623	17.96063468	1.014936718	7.330895514
3.291579404	4.118115709	4.529415186	3.280565881	0.700536943	4.246862944	0.513718593	10.77287625
9.448420031	1.98077611	2.182240768	14.86582033	1.908514862	9.83129271	0.479149301	17.4584463
2.604631629	2.320167431	3.991477681	2.367357425	0.664692809	18.36146804	0.243283812	4.144815448
5.592912481	6.800480019	6.015869961	3.961277163	5.924742431	11.78346308	0.564335894	3.4144825
17.85856169	5.39445779	8.741403947	4.242128969	1.991151519	15.99335076	0.731345624	9.138248839
12.6904819	6.453176108	7.522677792	7.323115521	2.503318961	8.829675384	0.873498681	10.91233371
4.750781479	1.868773825	2.680787954	1.640958632	0.650380553	17.90924309	0.418428592	29.29652395
11.55711897	4.404440344	3.483064738	3.875470576	0.514261043	10.56369965	0.762426049	10.61084172
4.795967081	6.876514768	4.42509401	4.934683899	2.008656832	4.412239194	2.112734473	4.997330439
4.559193309	5.095818809	2.604648124	5.618147379	2.082284977	4.769862178	0.887987596	4.636018588
8.339651481	6.291495454	5.438344903	4.745232336	3.683164733	3.688525898	0.585195419	7.050623921
1.480804086	0.816643261	2.549286219	9.649002832	0.117254833	3.660128352	1.432461826	3.557852174
14.06892684	3.728262381	7.876093938	3.188831303	2.2012445	7.776997134	0.247896241	5.255819046
3.917725648	1.033859677	1.25496044	2.014123249	0.521763403	12.64881152	2.303821925	8.272283292
4.059494863	2.255710965	8.568872349	1.782135357	0.737485812	8.94858522	0.388742543	5.614727777
4.325442201	3.092855994	9.964836721	2.405542366	0.893912162	11.49847153	0.614126349	5.26552941
9.836523684	4.717917087	8.397043958	2.027968131	1.15065615	2.476689125	0.388506785	15.1990604
9.117779769	2.798931599	8.176635931	6.328057987	1.619338823	7.497492077	0.861787243	6.615831765
1.451009888	1.976971293	3.568899742	2.956254234	0.33611993	1.709478003	1.475594224	3.76423156
12.76021375	7.013220738	13.26301611	1.523395066	1.211237573	12.0944094	0.290922219	2.496339774
2.997697148	4.126816715	11.52166133	15.65190245	0.738070239	25.87237745	0.431905346	3.179114005
14.88242483	1.95837133	11.80558932	0.939307184	0.930497295	18.38867863	0.552835484	4.993564622
15.16919917	5.686412247	7.188685919	2.058335061	0.758939255	18.77380633	0.393892906	16.72131636
2.776988352	2.424460697	1.343340668	2.565490205	0.872022879	13.94597109	6.988433979	1.782801383

sale zinc

0,813471819	5,499491808	4,754839072	4,081004284	5,051987059	4,998439518	1,561637917	2,565571462
6,084073816	2,309009948	3,746647955	1,83170325	0,610998287	17,691941	0,648132445	2,584944172
3,718927634	3,529505556	3,448877828	1,658332546	0,6827902	19,19601783	2,172450593	4,577199882
7,179996741	14,24682789	8,131103914	4,615077215	2,209866384	1,468742808	0,685334687	9,156805184
6,578241771	1,180042385	4,402372432	4,791697084	0,999340469	3,511068525	0,019088185	24,67673379
9,135250668	14,50454907	4,5477688	5,526140538	1,440191884	12,96962456	0,828956612	18,14939403
9,943434983	1,213181551	3,764565988	2,485507275	1,02641838	15,59697973	0,298728283	18,77591369
13,90092581	7,104635729	11,19692599	2,732347043	0,768829568	15,44871545	0,265454064	2,904016669
4,169183576	2,336104531	2,773952104	0,220489051	0,049006062	4,872631623	0,302240445	13,31719238
17,69616584	1,709061414	3,132703795	1,212240401	1,156358973	7,436849309	0,166366384	15,27473167
3,807067081	7,09704025	4,187440428	3,848406815	1,077344067	1,762758202	1,80703626	5,858580456
1,628053026	8,618010804	8,984950355	7,907917172	1,040454127	0,864260047	0,748035308	1,016049406
5,737166934	10,06957837	12,91342948	4,830951079	1,965576369	11,57413547	1,569370331	5,540403417
3,849107644	16,35327849	3,071104826	2,448340776	0,877636297	2,704326576	0,663622575	3,275838281
0,691881057	2,736703587	10,33624164	7,503066587	0,730517469	9,802213196	2,452960305	6,333784356
4,180347679	12,08419314	4,704765413	3,61675273	1,47257997	3,790624214	0,499632026	7,187763151
4,582205109	5,709006993	2,130537632	3,25248071	0,40745477	10,73427404	3,67269263	3,676700044
14,2070821	3,141636663	5,940747452	2,816269016	0,487788642	1,806220501	3,325786218	13,20353723
12,3347946	4,006058057	5,368267227	1,725714677	2,884651168	2,420019087	3,211574182	10,25369312
8,026725089	6,610347027	3,592304876	1,969741743	0,96541654	0,917722999	0,232398374	23,56668412
5,915070852	1,293540407	4,628203481	1,065966393	0,635762406	10,73610271	1,605621421	6,208717138
2,291276283	0,821104711	3,117322003	0,868943533	0,567495238	19,79740293	0,528098869	3,747263458
8,399911715	5,73702938	4,885975112	25,87728784	2,512741219	6,028939356	0,814069022	11,0650359
16,45290873	4,672439987	6,676973422	4,873166139	1,844518722	2,350112553	0,463882057	23,13361037
6,617909247	1,705779587	8,475027736	0,973334646	0,160772647	17,80120047	0,448954461	26,63578026
6,057932914	3,804767989	12,27851311	2,020092812	0,78502348	13,07807637	0,349132709	15,7020651
4,286961207	10,64764527	7,142060787	3,69789434	1,339232476	1,605519378	2,06837867	3,666648877
14,25879938	9,413285074	7,566409685	4,469947065	3,044149631	3,559006495	1,25447154	6,610748396
4,153388724	5,350309171	4,920222293	6,618545639	1,970069	17,07061661	2,931923475	3,257867706
19,86117734	3,768160467	5,934865223	1,46115038	1,491960162	16,83293612	0,810208625	4,50327676
8,052872495	2,082588657	2,478015032	1,189786612	0,49896964	20,75426814	0,437453905	5,354424743
10,7130585	5,5789576	6,133430581	2,684962607	1,913190305	14,01213868	1,10293084	10,84909642
11,47297363	6,641726439	6,258505021	6,281871774	2,906790447	11,95296056	1,599369654	8,497249272
0,129348818	3,709034422	10,8854257	27,37531433	0,700946487	11,80919184	0,341636377	5,889661766
16,5767248	3,854086273	4,26567484	2,828969613	0,816658269	9,504162051	3,194637527	7,888553547
8,596894549	12,15372098	5,320013707	7,365555813	1,964871511	2,357832286	3,677288381	5,236343846
0,802483018	0,966092904	21,00123918	44,78534837	0,965281703	1,89100522	0,49849701	16,7385424
18,05217331	6,577623302	5,873486099	4,425929595	1,529591156	2,664636026	0,927780544	12,23223233
12,61986797	1,739427838	3,794399666	1,498460634	2,039813187	6,293352832	0,640977093	19,0375744
4,789898821	7,404281522	1,506033487	0,846175577	0,667956027	12,28143341	0,39372671	19,31589834
7,402312533	4,960960999	5,495459839	3,145411141	0,667003626	7,885364597	0,805399217	7,566709381
0,944245842	0,535289793	0,847875089	0,392541303	0,189739283	30,17458015	0,400879313	3,547189107
0,53885474	17,89480064	3,759600676	1,522565688	0,913882547	1,143599068	0,226142441	0,881727421
0,586987987	6,037210915	16,86583134	23,98907414	0,499085408	1,382276359	0,843198642	6,823448934
5,35005086	10,95323074	4,21562982	3,46629555	0,769168404	11,77571789	0,23041445	19,0252755
0,276373975	3,601941769	5,470671695	9,648808258	0,496002096	2,253210335	0,494087745	1,149389936
0,10390014	2,329959758	3,592592511	6,838208051	0,826329748	5,387217958	0,524824372	1,900961527
2,369536094	3,574368804	2,622089704	4,453775597	0,898836781	2,673173288	0,976252949	3,653016425
0,199273228	1,293915954	1,137728912	3,798657263	0,460722554	4,117498711	0,936454123	3,364822819
4,002197646	13,08612255	2,492679622	1,584106992	1,372645038	13,61253036	0,948483379	2,44200969
1,947745639	3,839637109	13,68064561	20,44758644	2,248466293	3,620126497	0,286474406	8,077060348
5,139475885	1,760055085	1,419832456	1,510348322	0,573878333	29,90783881	0,510576339	4,137174216
2,476816337	7,529011686	6,834723433	9,501591063	2,589494168	18,18281538	2,402498858	4,381702877
3,094996869	1,838663023	6,378143936	2,864150006	1,202687838	24,79318651	0,309144764	5,4996349
3,064321686	18,02132065	6,192598135	3,227421357	2,642411708	2,001906222	0,7190046	4,545208337

	0,22308325	4,406017311	1,231761945	0,76747364	0,259270234	0,62352321	0,744487343	1,072783687
	2,277001843	17,894664	5,373495328	3,271175773	2,172799636	1,743155266	0,825423177	4,63393712
	1,896899828	13,31703656	6,78659661	2,303155273	0,921461652	2,269601453	0,229501028	1,876452775
	2,05920653	0,572354302	4,421042568	16,53483504	0,609935513	6,225590034	0,554325275	5,640498255
	18,25138923	5,007024176	8,654760123	3,129357154	1,607289712	11,48096308	0,547137113	11,05786208
	15,68548396	3,966461649	6,515723081	2,412903379	0,744958169	19,9017561	0,598241218	5,635948718
	13,52076355	3,191831216	8,005773969	2,182266544	0,71621743	17,21878161	0,577758129	7,78039694
	4,022897176	2,601477272	3,731001982	1,818934468	0,466244647	8,881342235	0,280592625	3,453660813
	4,453400891	9,442628346	9,94270125	3,368988506	1,340623446	1,373541787	0,875745641	5,977537478
	2,435456214	3,111280122	1,513337513	1,290012142	0,547996177	15,11050008	0,396507807	10,556964
	4,25048295	7,966840713	1,574724422	1,480873917	0,453752786	7,749292457	0,40497654	6,654203105
	3,693909354	2,850635447	2,827903668	2,700430752	1,542140095	3,294188012	2,456106711	6,165717012
	12,12581007	1,498272832	1,529943763	1,752641932	0,468113377	14,78257312	0,612421399	19,8590475
	16,22497643	1,331191159	1,393368076	0,751846648	0,241033533	23,1401235	0,319574149	39,01335181
	15,19092443	1,594127329	0,929915794	0,618646515	0,163303121	27,28571028	0,240740893	45,58748694
	1,687525603	4,916015603	3,587627546	8,526124658	0,613024637	7,709095664	1,438989181	4,121819294
	1,132540423	2,905553654	4,057052914	7,990371938	0,669597388	11,67594341	0,534409851	4,302197451
	1,235719768	2,779207264	3,946588449	10,48317744	0,921208666	13,65944585	0,829472965	2,387566302
	18,83011211	3,113372215	8,583521718	2,242272021	1,1439063	1,90808506	1,184583134	9,725271709
	11,77826991	11,90676975	7,507212206	3,808044064	1,153023169	2,071063575	2,454234224	6,051708434
	6,273850628	2,634507607	1,900329777	0,405734057	0,39170843	20,6280919	1,279821756	23,59551193
	12,79498235	6,835633027	6,797951334	2,97051506	2,963779992	10,82056146	0,994115303	8,179659156
	10,84645651	6,92655094	5,686114919	2,813891295	0,900818912	24,33648085	0,89955451	8,548674214
	8,33608306	2,32483638	3,655168883	1,073589488	0,349337885	24,73915988	1,177978876	10,91553928
	9,135250668	14,50454907	4,5477688	5,526140538	1,440191884	12,96962456	0,828956612	18,14939403
	9,943434983	1,213181551	3,764565988	2,485507275	1,02641838	15,59697973	0,298728283	18,77591369
	0,276954368	0,969566479	2,117231511	0,552185108	1,06906E-29	10,17924548	1,527436117	13,80758911
	3,626713422	1,422926382	6,154891781	1,340291366	0,329684618	31,36537375	0,431850924	7,497751537
	4,084139526	3,168326442	5,834724363	1,606051501	0,699897265	31,98550081	0,516079895	6,224471898
	6,369083721	1,848777694	8,171419692	1,793287669	0,933016204	16,69763123	1,167016279	3,948930749
	11,25563046	4,41989849	2,750314766	4,820324655	0,45267528	16,77595998	1,396908274	7,997278361
observar porque no parece papel	6,909789506	6,350026203	8,343698525	8,949125061	3,12797553	7,093601253	1,687151797	8,613132475
	7,09282783	25,58567974	4,90392284	5,99565999	1,323800578	2,69768008	0,690978267	8,955244906
	2,170795985	3,640237995	41,66478056	1,779291276	1,04973026	8,074767758	0,180295812	25,73101438
	2,348408835	3,900466917	19,85975577	4,298615247	1,362622721	17,02595566	1,005244645	8,040851146
	0,693664937	4,356621713	33,07230754	40,74585316	0,797289774	0,92472344	0,481566417	8,697635646
	3,141386061	8,221885595	4,140924928	5,151043403	1,042690171	22,86207512	0,360076349	15,15865077
	6,465516668	3,825311772	9,658182411	5,273222084	1,197420959	21,69208463	0,60074683	9,937144385
	11,75217523	4,268415155	14,25459062	2,725912261	1,268863771	16,52705219	0,63422389	11,55883178
	1,121710886	1,286421223	1,019349407	0,760479461	0,387056701	34,58299984	0,322060846	21,6792129
	9,345449024	10,424469	9,79962294	7,677611449	2,239500625	6,657733599	0,514501478	6,386570878
	0,276373975	3,601941769	5,470671695	9,648808258	0,496002096	2,253210335	0,494087745	1,149389936
	0,10390014	2,329959758	3,592592511	6,838208051	0,826329748	5,387217958	0,524824372	1,900961527
	15,5264302	2,761758478	10,24778273	2,261228583	1,62250159	13,96528757	1,062727573	4,733679645
	15,43342503	2,854147209	8,709358838	1,600177057	0,941292007	13,27245362	0,369948902	4,567451341
	2,906330383	9,760762818	5,111794066	4,877314395	1,472347312	4,035292305	1,992907835	5,76175949
	3,693755487	9,663330618	5,42145102	3,878336935	1,968070738	6,424498923	1,946843468	6,802938873
	3,430471871	3,290204416	12,05323202	4,221585104	1,145481147	13,54872675	0,537187447	11,57684837
	1,32827819	0,948710525	19,73047124	2,468860338	0,57287732	4,872931866	0,332423916	18,42029417
	0,841263624	2,158737547	3,334517161	1,415339311	1,389361378	30,37666198	0,353982043	3,411804288
es	4,456274805	8,317074435	9,506018888	4,028641038	2,003201086	21,23317726	0,724006303	6,449035593
	3,005951271	2,368201766	4,627054296	1,989116229	0,661015642	22,35641003	0,358722641	12,58238339
	2,14172386	4,490244116	4,050456047	1,631538943	0,452259456	21,73258731	0,380099879	7,758243523
	11,07495774	8,447022121	13,18939863	5,655596184	1,139920735	2,860622668	0,366275372	8,877297409
	10,87632924	5,094522519	17,8086338	1,724711645	1,1635204	15,65804257	0,269690344	11,34493474

4,533125323	1,062018092	4,685634072	2,154949704	1,378961223	25,45694525	2,428915875	16,16705796
0,977706466	1,965286255	0,108618833	1,128065906	0,011446386	2,759219732	0,889943706	7,677235367
0,740250912	1,889303267	4,188234777	1,867377219	0,52674847	17,5579011	0,21308379	5,064989082
6,04431353	18,69383631	3,207619223	1,95832798	1,538676757	14,73930994	0,928888288	2,16856571
3,636609172	13,14619983	12,51053018	10,00380925	4,188917361	4,941857143	5,133864927	4,909580704
3,070480667	4,599859498	7,323768517	2,005357056	5,455321597	3,035612102	0,817082516	5,635029395
3,600769528	5,822610729	8,723315254	8,811505246	1,378674761	4,058393618	0,626400051	4,585930569
0,832869277	1,621444429	7,147354608	57,71720202	0,965709804	3,91267389	0,307101025	3,94658659
1,969377087	4,675617042	7,370131972	44,73326773	1,326538763	4,788928993	0,991354185	4,027831604
4,904817671	7,270930238	6,006412272	5,018640845	3,852099264	10,17021091	1,346695816	8,169037368
20,34437661	4,969814827	8,017523487	7,930287089	1,294136442	2,178290985	0,663633026	8,233981462
3,243942378	4,208136413	6,741227028	7,31174782	0,983163899	2,862322273	1,467904478	2,84830744
11,39594007	0,023458355	7,903483535	0,433212328	0,201160514	35,95786071	0,662860418	7,121225884
4,452023771	1,075514906	21,28774482	6,920046669	0,409811564	28,02172549	0,132166063	4,180468586
0,403855616	2,462570564	2,114650923	0,797980319	0,056947048	7,070604604	1,112964298	6,606965357
0,705497994	28,60978047	10,37041253	3,605175597	0,643732329	11,47167965	0,439995528	3,578597334
11,36278974	8,595169275	5,410548738	3,437794113	1,24513207	2,1341292	0,191905458	7,548380743
2,754391431	3,000254833	3,937950745	19,57810159	2,749755945	21,07201414	0,430347205	5,413031041
4,049026482	14,48851966	11,15111625	4,915276506	2,775285914	6,652913163	3,118608837	6,582982382
2,369536094	3,574368804	2,622089704	4,453775597	0,898836781	2,673173288	0,976252949	3,653016425
0,199273228	1,293915954	1,137728912	3,798657263	0,460722554	4,117498711	0,936454123	3,364822819
7,712190037	4,704814202	20,47448187	4,092061145	1,63117487	8,909708039	0,196021172	16,86125112
6,161419177	8,901548148	7,394917201	3,703893574	3,332368229	5,109174896	1,225592937	10,61566965
7,475338258	18,99382715	8,685512019	2,406990837	0,593843218	25,21374807	1,097958985	11,08421289
10,3260278	35,72054666	4,756754849	3,189086455	1,26771824	2,886798342	0,216740556	9,270603316
1,161075606	22,73475305	6,937552037	5,321096608	1,119613086	17,8964164	0,289264576	1,643233213
3,278280006	10,90842006	4,202778583	3,07103487	1,409240159	15,98833223	0,261185132	11,91336147
8,035807943	3,667094024	7,464544423	2,581810686	0,698930537	24,37192714	1,508546067	6,631191049
7,854478914	9,537070071	5,856529891	6,729367103	0,977036633	11,70068271	3,386660292	8,066271396
0,574866668	23,71685554	22,960094	24,48490849	0,151004827	1,221796471	0,075381249	0,866229204
0,75508288	4,62956388	3,31262513	4,753260147	0,954797211	3,644387205	2,496920458	16,06763446
0,656426242	5,784466048	3,593109385	5,094183142	1,268180143	5,219090664	2,859759591	12,65978252
9,558651561	5,444968148	1,992593324	5,766003979	0,401657246	13,06002382	0,419172492	24,79131624
0,977706466	1,965286255	0,108618833	1,128065906	0,011446386	2,759219732	0,889943706	7,677235367
0,279212924	0,830712153	0,753469354	0,780372561	0,45175906	39,90299453	0,1715146	22,63733404
4,892139793	4,833229258	3,135559797	1,79347329	0,654985438	16,91467922	0,341464514	10,56736001
3,028085141	4,972618257	2,685264953	1,72145769	0,548850009	11,62912831	0,280467599	7,534232047
9,975513795	8,325764065	3,603130986	4,669946947	1,718410641	5,031893622	1,319088193	10,5160671
4,122867854	3,723897711	0,423186484	4,368402447	0,579917685	4,25803277	1,439539959	12,51722099
0,221648086	38,66362861	3,62213566	2,57041932	2,033557889	1,931081136	0,750238233	2,022868859
3,482056716	21,25976723	10,75828475	5,599496395	2,012146646	3,834147919	1,421225636	3,606763309
3,929444579	8,668690671	14,06266516	16,31086045	1,665536799	14,46025077	0,419482367	6,585438236
1,525723131	16,36762204	5,221939073	3,834017175	1,340633889	28,34213683	0,472384844	4,457247716
6,895523609	6,212059348	3,292077682	4,926312131	2,238081861	13,62266431	6,099186001	15,37463886
2,826963443	19,06002968	5,956455615	23,28245699	1,001383345	1,204257247	0,373355632	8,587136104
5,555937941	15,62162701	4,131691967	3,397154235	1,632348678	1,596707971	0,402686592	13,79764678
1,237255708	2,561774708	9,111317743	12,33966477	1,582094836	3,518916927	0,264277763	4,058314087
8,475059548	5,795793261	5,836285648	7,320561572	1,005472931	8,920573219	0,888627796	6,745053593
0,389929279	0,563708171	3,668593987	79,10651654	0,696805073	1,505166507	0,505869952	2,296415556
3,403455443	3,630548328	4,59760168	10,2563192	1,274008183	3,046581875	0,533638556	2,648947062
2,1689353	5,340329609	2,803280902	2,161653974	0,878235569	17,66281095	0,578055426	4,964860392
2,783490431	5,212750862	3,393026326	1,951890121	1,282473888	20,70760221	1,042807157	4,951488636
6,991412529	6,32319991	7,098622576	3,959871727	2,301714407	3,45033484	1,701179383	7,107339359
11,28068855	3,389031164	6,178284616	3,896103126	1,472005317	11,10976528	1,428397465	11,96765404
2,125166949	1,044680778	6,22494911	0,969675879	0,655753221	35,42729329	0,234260267	22,30169039

	7,933311808	1,525098501	2,419607562	1,482787964	0,111368462	20,84761961	0,830198635	11,51744508
	0,413380798	4,905692407	32,85005981	45,63078246	0,779461487	0,47872252	0,177117281	10,15994144
y muestra	2,770163933	5,40143606	4,833633187	1,802792655	1,146959723	25,72972508	2,459838669	3,79487143
	9,631364789	3,974665117	6,827759304	3,671757097	0,539935042	10,74857938	0,328663327	5,293337618
	11,82917262	9,295239128	6,347859724	7,013188594	2,256841172	6,259198302	1,438024616	7,450209764
	4,525535612	10,36926486	9,921593059	6,474429793	4,816601412	3,890378683	1,797771473	4,216077107
	7,763130068	5,590256458	4,643592349	4,268379374	1,77166505	20,28533815	0,395387873	12,38259796
	3,105128715	1,746130119	2,091545686	4,665310141	0,405312136	18,23210856	0,724853991	16,70412072
	21,5253659	5,860086401	5,546283487	2,594879053	1,762357393	4,075756342	0,66997932	10,8438121
	10,46197623	5,332111761	3,205991396	4,156969907	0,770592856	10,48691745	1,685313718	9,021252653
	0,960537599	0,300225638	0,593153499	2,700716093	0,931410931	82,75068469	2,817451689	1,041927978
	2,018568006	1,572718331	1,04400428	1,040159745	0,251880483	32,93260007	0,352090874	12,38111875
	2,890182377	1,799439613	1,14122988	1,361163086	0,60362844	26,14000215	0,529195432	30,55684354
	6,828304848	16,33234743	8,522791562	10,11282859	4,874784148	2,996414773	2,342193114	7,908733236
	8,655847414	14,36282428	4,847340164	3,47807552	1,642821595	8,490972341	1,174414806	14,269195
o en una refuerzo de una encuader	0,346570797	7,124877481	4,179945754	5,072263867	0,759930778	3,260198073	6,583956337	2,34046464
o en una refuerzo de una encuader	1,002288427	5,687027672	7,37322536	11,08945759	0,872001663	6,536851002	2,201953979	3,164559486
o en una refuerzo de una encuader	0,538195045	5,341586237	8,447248947	18,36792054	1,40752894	5,617275007	2,339625902	3,708972147
foto	0,869916091	3,952246374	7,619718957	19,02766356	1,652022715	12,06489846	0,385242662	2,66527193
	3,761125921	27,72849621	3,981556177	2,661819493	2,066098525	1,586687315	0,579324126	3,448768675
	1,929057385	3,502535422	17,10341003	28,30797282	4,329784234	1,305420879	0,406621948	4,216463782
	1,913864765	5,361303867	4,1639236	5,211833511	0,776469915	2,275620517	0,499036618	2,826298917
	1,929057385	3,502535422	17,10341003	28,30797282	4,329784234	1,305420879	0,406621948	4,216463782
	65,75373915	26,7810328	0,864407157	1,760554406	1,53953796	0,351049623	0,54999634	1,138935108
	1,577898692	9,860375308	5,500742064	11,1200202	2,156987959	8,731550356	2,366895487	3,338708048
	1,371758926	5,859977155	3,175343061	8,040696098	0,865485283	13,66504395	1,79695001	3,798306559
	0,494831279	4,045788887	2,393352535	6,111659605	0,318687702	0,751497933	3,970275689	5,247319732
	0,490694147	2,759115448	5,773658542	6,75231647	1,113248662	3,260948578	1,58388034	1,741001125
	0,589247187	2,576550104	8,455936542	12,40200613	2,103399748	6,055306828	2,767303755	6,216360227
	7,754322526	21,86050991	1,432802056	4,21177333	0,524741829	14,33012431	0,565560019	1,953283279
	2,559627922	32,05438542	15,34704598	29,07355032	0,283692543	0,754441329	0,241521297	0,972651086
	8,995953515	19,86215911	3,797909262	3,561270569	1,584778908	8,573023357	0,970028848	2,423062648
	2,777215143	4,155516201	8,2286088	5,711574507	3,776921315	14,26451555	0,891057644	8,671387689
	20,97876228	4,770231445	2,209701277	3,38092653	1,379697327	9,732221022	0,648790807	8,907910871
	31,74413183	4,657439831	3,232638841	2,684785125	1,573542848	2,936186552	0,573264893	8,574250546
	3,71107832	3,430544173	10,46150721	2,936236281	0,799616447	26,57552569	0,494872844	4,934100277
	3,390803456	3,271996548	10,36893754	4,128012626	0,735693093	23,66078765	0,517865774	7,501238804
	2,443077969	8,684000654	3,36829181	5,267825384	0,731789302	25,31760398	1,543712133	8,715522015
	0,994733376	4,660248872	2,21629239	5,911132504	0,520013241	33,04630232	1,006036204	15,41576888
	4,676649257	7,466697856	2,045701036	0,446717148	0,510518728	36,40095825	0,306320722	14,19081204
	4,555756695	4,783347572	2,350713998	1,02113325	1,356355425	30,52640026	0,635915827	10,45213923
	4,8041556	5,470718391	2,374651709	4,119865236	1,188240794	29,62096707	0,419241065	15,97737968
	2,302331168	3,5447653	2,191348327	1,060179987	0,211368559	21,86595772	0,258493529	14,30736304
	3,58343433	0,54354765	3,600182455	2,07528573	0,276536097	22,60587673	0,197733561	16,87235058
	18,84335105	0,931758893	0,585026993	0,553830765	0,287930093	29,98010623	0,393348703	40,83630912
	32,32351828	5,2181307	11,47829153	2,566105486	0,842778839	2,507081623	0,127220374	7,002362883
	10,95800542	8,805376855	13,36631742	6,114753155	1,868075408	17,55939477	0,620718548	2,976406414
	8,532812185	7,510450576	6,50351929	6,78647842	1,805594696	12,16579359	1,386672348	5,446643072
	1,672650486	7,907410148	10,54801272	17,00888921	1,141135755	29,36111514	0,512972915	10,24779316
	5,280161624	4,693765729	3,381061294	3,745424117	1,772634955	10,0364027	1,292724039	6,295569216
	2,688235826	2,348667725	1,416690781	4,008404644	0,653614875	17,83289626	0,959692093	4,268354858
	3,530181276	6,133792207	13,58193429	17,85485721	1,286899576	2,190239425	0,370787884	11,00577505
	0,61263708	10,35008619	22,22694799	25,75342508	0,291662914	0,314017315	0,168811425	3,85673616
	6,471576072	2,851420409	6,454948125	23,44587963	1,928946763	3,03514448	0,45113331	12,90348248
	12,4184644	2,542703287	8,165009543	2,009697412	1,873646851	12,82742185	1,099876972	13,93846932

8.639215016	1,277173045	7,954208005	0,977173524	0,707114566	19,31440809	1,00554822	18,07723385
0,75508288	4,62956388	3,31262513	4,753260147	0,954797211	3,644387205	2,496920458	16,06763446
0,656426242	5,784466048	3,593109385	5,094183142	1,268180143	5,219090664	2,859759591	12,65978252
4,439049092	2,097518551	4,801186181	1,697874872	1,049711116	8,343528834	1,382443362	10,2223523
4,258318554	3,674814473	6,738463513	2,205887962	1,328104142	5,325727619	2,01883486	8,878777147
13,71672834	5,305912867	12,40029133	3,027898859	1,681927204	15,6606707	0,326958709	5,908250075
26,78939128	4,523494159	15,97343188	1,83935781	1,0482117	10,55750934	0,460796238	19,4156056
2,495920144	6,03624203	10,00546815	6,326793855	1,234340478	5,358739042	1,370477363	3,042608577
9,964812859	5,835545262	3,399340756	3,853937356	1,645984194	11,85369221	1,520233189	5,861970357
1,650415322	1,021783578	0,109104271	2,215230598	0,028654564	65,95082616	6,382965757	1,205195452
6,51551042	2,720176127	1,211314671	1,483304464	0,680274398	18,64099484	0,80833734	11,22953208
44,26873965	6,951818854	6,792288861	1,67779535	1,099904164	1,005262094	0,429463303	7,256702239
14,60819389	10,7487461	2,663342294	4,042337798	0,890709304	5,613136616	0,373467886	6,128758355
1,970216348	7,273640583	14,23135468	15,06882339	1,911850068	2,082661232	1,795520984	2,489388509
27,52529726	8,919173973	8,571175984	4,84472645	3,690994314	3,860107946	0,504642269	9,618192593
9,343693769	5,178083012	12,39202313	5,306748233	0,925939621	14,03093741	2,171361896	8,24759968
7,537440197	41,51439152	4,982672816	4,896795504	3,079777852	2,586624845	0,468723039	6,519693673
10,5513264	5,455445407	3,893315228	2,146153905	1,191632524	2,05223232	0,256216953	8,88680926
15,46546282	7,042632696	6,493589575	4,200850397	7,63891583	3,276939833	1,666497476	11,14844625
2,310798919	7,044476897	3,024229525	2,924921887	0,607837123	15,2216292	0,796763204	4,556434142
3,052428341	4,428484271	4,830147236	6,044440082	1,188286273	7,192602762	1,061266013	3,621338633
1,634108125	0,065069751	1,382032747	1,808596548	0,46587794	38,97142036	0,139174551	4,006936503
11,97534716	1,604748998	6,411083731	2,8057423	1,999694525	16,86254294	1,02493027	14,64774486
1,676727498	7,726592956	6,024945039	11,49895291	2,954086777	24,55208581	2,62433387	3,627598872
5,707000665	5,981846234	10,58854424	5,881414863	1,868710822	18,16237342	0,487000871	5,32817638
15,63726658	6,054113434	11,0260544	2,493765348	1,598865682	12,01201885	0,424813071	4,293532904
10,34595026	5,014352157	3,265555673	2,09138899	0,671878353	10,5492147	0,766616275	11,78008472
9,837272979	8,93876862	5,188956576	5,8887966	1,753258323	9,03418955	1,230779789	8,934672682
10,77163902	6,851108829	5,160800473	3,407893907	1,351002856	10,15061852	0,850549261	8,273667425
7,482766605	7,656943536	6,430854685	7,180760161	1,530340367	4,8200426	0,970572231	9,570030156
2,008668279	6,148827873	9,831446793	16,21026807	0,966083542	5,099757113	0,245866601	3,596403563
14,68026812	6,445674702	3,450310142	2,9806251	1,211312415	13,8464356	1,314772287	20,93509151
9,375697475	0,248024505	0,135808765	0,237006431	0,195821221	30,58881752	0,328261436	52,80011065
1,643048411	2,143982096	1,903402987	2,910376276	0,584778135	33,68120744	0,364349812	2,452689342
17,28461929	2,184640754	1,305276522	1,056918798	0,397540092	21,46821346	0,634556243	38,65581524
3,613423422	5,647051163	4,33760378	2,172833337	0,802601399	32,88258357	0,296006995	2,724898628
7,026103267	17,17532096	2,881763818	45,56117163	1,096200167	0,966172233	0,636972989	2,894772043
1,317776531	6,06833362	3,991970446	2,477348176	1,976903397	10,4181461	0,341483296	6,291373042
7,166609387	30,01841158	4,14688007	2,594482502	3,385200031	1,062642375	0,259479772	9,998727303
6,475954821	8,432383542	5,16999385	6,928663792	1,215867208	3,504415192	1,094911837	4,614765916
5,439696521	9,526333089	6,545530774	10,45436486	3,015996248	6,761159821	2,54586052	6,746196894
2,922997693	5,881013986	4,594978688	5,11703011	0,872402489	21,09046866	0,483744273	4,001449622
1,390968077	44,2769342	4,834726386	6,584318326	1,223125314	11,62053091	0,507521166	4,156990473
10,77752038	12,42788451	4,587765529	3,355662308	1,095507311	1,549608963	0,701113542	12,22940201
0,977706466	1,965286255	0,108618833	1,128065906	0,011446386	2,759219732	0,889943706	7,677235367
2,061628058	9,984925788	15,98895133	26,57009292	1,447367764	6,669891129	1,435945302	5,397763088
2,98512283	4,547513182	5,843146594	4,628569123	1,205712914	5,182084625	0,969570569	4,668996913
1,411359318	1,236289207	2,042445823	1,697197066	0,380009689	23,6957211	0,613287713	31,14999542
3,901521918	2,929154169	5,529943323	2,062093202	1,001876785	15,98484725	1,331599215	22,00681381
4,319942352	0,466756808	3,285165583	1,163039917	0,430864538	30,62713587	0,284506456	17,10270217
0,654469592	5,239785047	12,44965813	13,57338075	4,055766051	2,381876334	0,293848997	1,782026802
2,709886198	7,751171563	4,574038807	4,783416521	1,420694621	30,05946232	1,993423831	4,15875648
4,209243727	8,134198586	5,436570133	3,843657826	1,379640476	27,42011224	2,749406712	6,632619734
10,41730992	4,417137141	2,320344246	1,698081814	1,183780844	23,66974386	0,341068357	33,99391021
3,121928209	24,18656158	2,061786358	0,486750753	5,380563965	51,66082179	0,181841711	5,950003966



2,778529093	2,612974437	0,888234832	1,023222889	0,947535303	2,241219399	3,18999733	9,307757314
1,477004236	5,819624632	3,849201791	10,97427041	0,87037917	29,5341577	0,222093133	2,334166895
2,266809041	8,912823882	6,691070719	5,309317573	1,066187338	18,02267141	1,486186158	4,256086228
12,76632823	6,911699767	8,404426683	4,26583257	1,840804027	8,677634991	1,073296816	8,691595408
9,939857059	9,880135377	5,510888253	1,533336892	0,577184633	12,22257275	0,353305506	18,74517903
21,76317176	23,28446055	6,76535872	5,834448351	1,616540096	3,568094161	0,573943136	17,44143678
4,456610365	8,114809912	5,730846395	8,786046884	2,279097228	7,361387511	2,658544078	6,286106837
1,129420841	5,002087938	2,602099365	1,626335259	0,852508237	0,349858472	0,329191818	0,44305789
1,917571603	5,631336691	9,89758884	16,68321717	2,375648143	16,68321717	0,22835521	7,415525686
1,513864961	3,711651126	4,03814143	5,608248874	0,904283477	6,514928043	1,305666394	4,334413539
0,54024528	1,149428032	1,452820791	2,705547076	1,041282814	31,7589701	0,40710998	1,273721948
0,085504122	15,26842853	0,091753293	1,41951664	0,275327472	49,20549836	0,648659798	3,483696102
0,269603858	4,298507635	3,427346704	4,412364357	1,91598145	1,69267966	1,005368551	2,227829898
0,542059876	7,800987429	14,07560584	26,41965359	3,008318162	4,327908174	1,30405929	2,693859862
0,705452524	0,882361553	3,20154227	1,097639071	0,001583834	11,37812391	1,309602629	12,66469586
0,022923876	23,93950089	0,413533818	1,793824125	0,446553235	51,37111826	1,060321502	2,850483763
8,483243347	4,165419257	8,243585526	5,359543897	1,367656039	21,27618142	0,901986572	11,2642474
5,171469044	4,912166623	7,837633723	7,058005102	1,169642549	13,78498998	0,337069502	4,733784055
4,614925857	9,467646801	6,217549212	3,277813151	2,405424592	6,609274377	2,014995122	7,382673402
18,16079749	4,717462406	4,256945477	3,93295467	1,16927449	11,37409949	0,360242667	21,39552642
6,382677564	10,04437523	9,237728591	2,517962228	0,883410413	31,07751668	0,261937077	7,693067431
5,459803134	3,684002401	2,477953769	1,752401827	1,481999885	1,096966641	0,45247915	6,303902638
19,83718405	0,423637704	0,12921589	0,095733215	0,004476359	27,36051178	0,221379782	41,49751283
1,734648379	6,984560665	5,380714175	1,939434218	1,238378444	22,90159485	0,358642004	9,904123742
9,562756946	5,256412443	3,950858875	1,037639431	0,807597822	8,529642195	0,435988763	16,12135285
2,313144625	6,931513557	1,885146078	1,04594479	2,824995649	18,46145936	0,345989696	7,734705125
3,143287803	5,353045911	8,275165257	4,999869797	1,40810264	12,98239538	0,380312623	3,76124203
0,643067602	1,405044767	16,65377525	40,25375223	0,765267882	3,678211099	0,360025894	18,79651463
0,024875079	0,300113139	0,912236868	86,43403246	0,468653733	2,358986869	0,459005541	0,687402805
26,16320016	7,314325105	7,993744443	3,489908501	1,287917377	1,767760798	0,294622414	7,773932427
3,311674692	7,770125388	5,528691968	6,090184115	2,657448577	12,64508331	1,272924443	6,561151534
0,391507914	1,699856058	0,835566358	1,055766107	0,220032862	2,208379618	0,324284773	0,930488569
1,638292673	4,260172881	1,677357796	1,910548564	0,53722407	20,12546049	0,692147563	5,744236915
3,143287803	5,353045911	8,275165257	4,999869797	1,40810264	12,98239538	0,380312623	3,76124203
0,643067602	1,405044767	16,65377525	40,25375223	0,765267882	3,678211099	0,360025894	18,79651463
0,024875079	0,300113139	0,912236868	86,43403246	0,468653733	2,358986869	0,459005541	0,687402805
11,38532761	3,230738841	9,078337186	1,01027368	0,467423544	30,1306043	0,758498609	6,681421506
12,36340698	18,20774357	1,845008765	1,495964038	0,414187974	48,25670691	0,732195311	0,467661107
1,411359318	1,236289207	2,042445823	1,697197066	0,380009689	23,6957211	0,613287713	31,14999542
3,901521918	2,929154169	5,529943323	2,062093202	1,001876785	15,98484725	1,331599215	22,00681381
1,712994586	8,715376068	10,06550071	13,90445944	1,041003395	3,838288305	0,284237614	4,222970657
9,239917327	10,40720212	6,222697996	6,568914141	0,928467068	1,526551996	0,631220217	8,940515823
2,244237181	4,502315626	5,34881638	6,548893638	2,114696956	7,072825367	0,935792775	7,99215526
2,469590424	3,964891457	3,524994626	3,721395182	1,162255487	6,030311904	0,624011868	5,337382708
10,00997876	10,8624065	8,080408765	10,93409306	3,776742952	6,648275099	3,096973545	7,225781343
5,173661824	5,381455786	2,77957481	3,20473767	1,660942822	16,36831402	1,09787974	8,302746825
1,184443056	2,02218165	1,21307107	1,168087648	0,353956374	3,056894015	0,502742675	2,221286878
1,785681924	3,401661394	25,70454476	30,00954477	0,825741022	3,165348525	0,837178232	12,25513477
13,56399203	7,237750412	14,11778817	6,843469889	3,191826754	5,797754741	0,665289385	7,533158236
6,393850919	1,99126907	3,725565182	2,425308944	1,268180146	12,78410198	0,574397267	11,55846222
9,252393668	5,966522046	3,89687705	2,088186978	1,183587617	12,94635866	0,592923418	10,16298714
1,128715745	2,143706083	0,944952368	0,799415827	0,571628155	34,3530912	0,365596616	14,75256541
0,728346392	2,436771383	5,538974884	2,999740869	0,561053584	33,27297061	0,486146807	1,043654012
1,291626646	3,039930596	5,426809177	12,78588803	0,665329142	31,10508516	0,434465629	3,700461001
3,530181276	6,133792207	13,58193429	17,85485721	1,286899576	2,190239425	0,370787884	11,00577505

0,61263708	10,35008619	22,22694799	25,75342508	0,291662914	0,314017315	0,168811425	3,85673616
6,471576072	2,851420409	6,454948125	23,44587963	1,928946763	3,03514448	0,45113331	12,90348248
3,170410873	6,76405826	4,522633519	2,441613247	0,70078795	15,64872344	0,79634661	1,491346072
2,24849516	12,46188709	2,73803149	1,425002204	0,38991921	30,55864846	0,805087318	1,543361725
0,190328056	0,16048456	0,522375903	0,454422592	0,120251413	39,79774903	0,255452637	2,012298857
2,04964652	11,0003206	17,60372038	4,574082191	2,06555595	5,958336524	1,230732605	2,460403359
0,889598786	6,398171824	3,99979064	5,351533817	1,526065961	20,63125658	1,412602125	1,484764966
1,647439057	6,533888637	3,129640015	2,754697676	1,129413182	16,07889386	0,902455349	1,930061331
0,262817582	0,692301948	0,191187337	0,331705511	3,146397049	4,603519552	73,69791895	6,709300363
0,157446033	1,18588051	1,229577504	1,817104953	0,270447418	1,688742898	0,563321969	1,792771987
16,84404371	15,27952491	8,856317034	7,093077442	2,030053543	10,75902186	1,063025279	6,13405104
40,73247114	3,197244703	11,79199905	1,964665647	1,058202656	1,388399237	0,260831568	9,293551981
2,919592914	12,51832252	3,356245359	3,501908299	1,932568028	2,499456884	0,433719178	4,259139795
2,159541875	5,526710235	3,989775866	3,431734922	1,321662115	2,364513562	0,506895778	4,691431047
1,663992349	5,11505527	1,303193805	4,180711953	0,660362211	44,86895916	1,715505584	24,13898818
4,452023771	1,075514906	21,28774482	6,920046669	0,409811564	28,02172549	0,132166063	4,180468586
1,538447195	6,546069638	17,64155362	32,06664769	3,976612925	5,328263086	0,650069561	8,125401732
4,873686742	4,203786164	11,45560919	2,975818658	1,032461024	3,485614006	0,16692741	11,01177393
1,590508648	6,421990725	4,186800043	4,403825448	6,174872367	23,32551277	1,694006002	17,7579759
6,82427E-07	1,406742462	0,045120556	0,215876888	1,923517183	21,00316252	0,701976924	28,84679208
29,21814575	3,255190957	6,240613475	2,828900805	1,276142586	2,278779014	0,805355674	15,50607788
1,887633689	2,300288412	6,192731514	1,820168395	0,685927795	39,69857998	0,284474097	8,154379914
5,67155908	2,016626116	9,613124806	10,5316642	0,67455673	11,92941144	0,6753083	15,9838211
1,899688692	0,481849911	6,515885228	8,439341875	0,305236739	12,35323803	0,641563911	22,5355158
6,380623653	3,303311162	4,814260903	7,238383687	2,059062501	7,632051886	1,099264219	12,56506381
5,477449652	2,854062219	4,74066242	6,730550666	1,22028746	8,341372225	0,525283473	14,84138192
5,53479665	6,650768719	4,575202342	1,889035027	0,687792539	14,57377158	0,461159856	11,23059051
2,509299345	5,696522995	2,752589728	2,012299517	0,719410093	20,02788101	0,269004129	9,040460964
1,804681339	5,521845079	4,689454574	1,835538259	0,631314533	16,87213453	0,287191248	12,80251577
1,934863492	14,56727331	3,295932222	1,757312967	1,361576563	25,73580711	0,523239787	8,20050777
4,249074543	3,116737027	3,494204145	2,081571424	0,841141687	27,94614913	0,264535238	10,85727854
0,97844072	3,608864973	26,0612191	33,30756095	0,763395431	6,197500519	0,330079086	12,03262025
6,913926281	4,279165579	4,961557403	4,555730032	0,485560328	4,361290266	0,860528166	9,077735987
7,296602953	3,32887772	4,307392778	3,66504791	0,916830531	7,12129578	1,225320345	9,228380397
11,07495774	8,447022121	13,18939863	5,655596184	1,139920735	2,860622668	0,366275372	8,877297409
11,16885445	4,372162056	3,727096598	3,63340108	3,12885558	3,104341032	0,581301677	7,598097825
11,10419769	6,337655803	3,060261156	2,682901815	1,150949796	17,58193101	0,23955305	19,94773926
15,35617896	5,391196171	5,001473462	4,24493191	2,628774661	6,028653025	1,083241839	7,521563489
2,289475018	0,396597191	1,20737015	73,31388139	2,184825786	1,552317191	0,520862032	2,03903337
6,028498811	15,73172958	8,383275679	2,803252075	0,560022808	13,44827113	0,474979141	9,508614983
9,131734325	4,608914896	10,16511811	4,597797978	1,282998783	14,6249227	0,661091011	8,871539983
6,051292099	2,585685952	6,985870056	3,275521268	2,224135155	23,17249626	0,782374051	10,23116964
5,895947716	35,61041628	6,674390452	2,941879745	1,855790598	8,498875479	0,56419036	4,835423014
13,12695611	14,49941118	6,191283556	8,265596474	1,002009595	5,377849321	1,187569136	9,298960077
10,07464842	11,10093082	5,263006162	3,574020593	2,392217727	3,012199509	1,612789103	9,37562554
4,878833699	8,880501593	5,6217599	6,461581149	1,920831247	7,856422199	1,959502159	4,841085333
2,383118303	1,421810946	1,73358946	4,831436225	0,300968908	57,39479584	3,962044629	11,51957459
2,533039118	7,086560321	6,464445591	12,66420492	0,72668283	14,97509164	0,386374897	4,237014564
6,168303008	10,96487568	9,609011466	12,34877319	2,161357336	10,30206421	0,741706451	11,27526688
2,146279161	4,481334488	18,94454089	34,38389268	1,699491671	3,776705653	0,303423531	10,59980394
9,40713085	2,410708059	4,767007949	3,374931726	0,946531726	23,52470131	0,30071894	6,731958428
8,492289156	5,837983485	16,42090729	5,328104218	2,593068429	17,86328642	0,64238833	8,253413258
0,912806561	4,515101286	5,770261971	4,634719133	0,855459702	3,247298382	0,242108395	1,263772675
8,263575747	5,952271563	6,265804325	5,169650558	1,273269219	5,671838789	3,439756233	8,200130449
9,404027219	2,442036885	3,488347667	1,82281563	0,677921144	26,28633464	0,171793817	17,43438666

6,852869347	11,00716109	5,458021986	4,714732657	2,261740396	4,636991922	0,69981205	5,885986683
6,852869347	11,00716109	5,458021986	4,714732657	2,261740396	4,636991922	0,69981205	5,885986683
6,01675279	37,04353617	7,888222967	6,247697823	1,949088248	3,93489592	1,098225394	4,519424292
0,183442517	8,631001405	5,122701367	20,8299317	0,074908335	35,04229868	0,526954405	5,424595341
3,923547601	3,707719191	9,884997943	3,609113809	1,929559585	6,09126465971	9,305537056	1,731125195
2,321348235	3,505432915	5,048304974	4,105173567	1,172190291	6,701921338	0,701290831	0,881686848
3,131835363	5,822922865	6,40298131	1,197842055	1,337962534	15,70744667	0,349037524	3,239779295
2,227147442	4,376506005	7,017164352	1,697435976	1,60607118	11,08018691	0,58802503	3,497803311
20,46336811	4,69024321	4,139367155	2,857162484	2,116201834	16,6966477	0,523683651	10,93225452
3,917680917	10,11537289	4,240010977	5,063070885	0,707831715	11,95780254	0,919602252	8,128319436
1,467814713	0,854309596	1,946068635	2,827259458	0,471533061	22,09535937	0,353808592	22,74076398
1,728499598	2,186080032	10,58474727	23,24004219	5,976884368	2,109788443	0,650465842	12,26906384
17,54667653	2,603946726	2,169373199	1,944383867	0,843330941	0,846549291	0,246320211	29,39826761
0,005621662	23,1110112	0,346105074	1,04639929	0,035249415	47,59923466	0,898658249	1,876579005
1,313561045	3,180433661	1,304602046	1,86392979	0,705869294	9,388610662	0,743233404	5,076893311
1,018045125	0,863373098	1,012518306	0,376196657	0,230395641	20,94951195	0,314751829	16,3615135
1,397693117	1,85017487	2,052165723	2,178238936	0,50142788	37,39786293	0,225914251	15,47894604
15,26980473	9,431291375	7,001305693	4,545409597	1,401370719	4,887654215	0,984280755	8,835260718
3,610859983	2,536219357	6,448256542	1,623024924	0,83882871	20,91821515	0,372791741	11,61632984
9,587934401	1,994530022	7,487753188	3,041721086	0,616071192	25,05612193	0,377130407	10,31829973
11,91778392	2,961496054	8,480754355	3,497901809	1,430610374	17,30974766	0,757572291	7,052033011
2,333670723	4,178659521	9,527339205	6,952811297	1,377146115	27,50632023	0,555750814	11,95668316
5,707000665	5,981846234	10,58854424	5,881414863	1,868710822	18,16237342	0,487000871	5,32817638
9,800786158	0,492221765	0,999157034	2,186883918	0,468605015	15,47820191	0,35258091	12,37026985
4,676649257	7,466697856	2,045701036	0,446717148	0,510518728	36,40095825	0,306320722	14,19081204
4,555756695	4,783347572	2,350713998	1,02113325	1,356355425	30,52640026	0,635915827	10,45213923
4,8041556	5,470718391	2,374651709	4,119865236	1,188240794	29,62096707	0,419241065	15,97737968
10,95084614	19,76909743	7,595722181	4,231508728	1,533360947	1,848700185	0,314356334	13,15998479
2,507683583	2,54444401	4,488949839	4,501318061	1,003501162	4,457803831	0,437444444	1,638044662
16,43270862	10,09586622	9,817172009	10,59678469	2,170866034	9,552874233	0,754273233	8,730296642
5,711194901	9,382035294	10,65713527	8,274516729	2,437049742	9,237983555	1,346606391	12,58036356
1,880641315	4,857129596	2,986506999	1,947441598	1,942979167	17,15666074	0,867220344	25,09968454
0,818034676	10,70629291	15,90894288	20,49465074	2,568240078	5,552947396	1,630574501	5,530890523
1,825045279	9,068590078	9,042513547	20,62612937	1,898534897	4,292332641	1,167793792	1,843879352
2,878999081	16,13470411	4,736895736	3,552255334	1,401023512	1,768471322	0,433531204	3,373918865
5,534340045	6,435170168	8,15149286	4,156585405	2,11066511	15,88631738	1,552443219	4,929880023
3,199214035	5,1095231	7,316906186	5,732460968	1,782184526	15,14772058	0,817161597	4,025604696
5,775867917	11,02220623	5,730055461	3,939636737	6,903249894	2,426053954	1,440443697	7,695441042
3,387345507	4,741633842	4,586619035	3,462357554	1,805600881	25,62208226	0,373552907	7,622941842
3,617069094	9,461548392	7,182946973	6,968392722	2,481432329	6,215270915	0,720789456	1,505554703
4,393726092	1,933150335	6,768294482	1,806601217	1,458635828	20,36005808	0,344119056	8,455232735
3,692522743	1,177439383	5,409108745	1,243426809	1,214175956	20,80236878	0,38930555	9,593159905
3,929444579	8,668690671	14,06266516	16,31086045	1,665536799	14,46025077	0,419482367	6,585438236
1,381992987	13,41016441	4,253566216	4,50009487	2,044003088	22,72088911	1,626239354	1,018182011
0,200475326	1,903526427	1,112365879	1,700419591	0,309373159	2,991358693	1,044731514	0,674767545
1,38721928	9,477302416	2,539937149	2,520687749	1,581373828	16,04774425	0,500207083	1,716198335
1,185961588	4,005851082	5,960518442	10,45748246	1,701050342	17,06015314	1,192310255	3,363846439
1,590584004	4,152389477	4,462655313	2,920843639	1,203589935	3,005991434	0,499136356	4,184226658
0,485963018	2,334194949	18,07588042	25,52573654	0,246347406	18,00008146	0,158058462	6,589214967
8,257594859	13,29527538	3,533367815	2,423786587	0,714860328	28,52480627	0,340353658	9,307392379
4,181580394	4,460868335	3,257644623	2,15392938	1,562813986	14,9984852	0,711109411	2,474988615
1,214189631	1,696939909	2,942573673	17,1738696	0,547942397	1,625382482	2,476894687	2,224236513
1,273521496	12,28463514	4,037805887	2,418571114	1,605902382	26,89183935	0,511524981	9,702074717
5,27308022	9,808953902	9,835896358	10,38891781	1,743698792	14,19588554	0,694307336	5,20504982
1,550361563	10,42439018	0,289706139	1,229785444	31,72179094	4,765405441	1,13736201	4,272424784

foto real

	7,487083772	6,025332215	8,30561364	15,9777555	1,399415388	15,79060339	0,511550965	8,224440292
	6,379002768	4,924001132	6,370370778	4,872357009	2,253834754	1,742761759	0,442798221	11,14430851
	1,381913054	2,868699116	10,90327231	42,39569518	1,874353376	2,449041716	0,698612967	6,169801094
	2,354956775	5,300614986	6,457335823	9,055075831	0,791557923	13,16276637	0,272396763	13,95152037
	2,359308399	17,89210312	6,755045936	12,06309632	2,6871251098	6,647754806	5,063638262	5,063638262
	3,469711969	13,84298931	4,248332063	5,797664149	1,18802352	4,324838209	0,501819451	5,148172255
	13,57355493	3,629203407	1,907991598	1,656398808	0,340513317	11,62384622	0,539520665	33,7899973
	13,90881555	7,070857296	2,983854455	1,314897401	0,602094182	10,79848277	0,342327147	35,6073882
	3,944632402	9,764127559	5,610124144	3,418784566	0,939782227	17,29480451	0,933738767	7,108312096
	9,17696326	3,961583435	7,743086098	4,667099435	1,543622151	20,76493493	0,375048867	9,054766355
	2,112947071	8,284786041	2,783361267	1,603151524	0,904018267	35,59935328	0,272752803	4,994572851
	4,347460017	2,83216862	4,396329734	6,139045276	0,764289909	25,32838829	0,268078079	19,64503803
FOTO DETALLE F. 162	2,174432509	5,174052123	4,233274249	2,814465715	1,067994456	2,301644538	0,348319625	0,66461626
	5,011744827	13,16654592	3,631021733	5,554382171	1,522310458	23,46227332	0,428815087	5,177193538
	12,19720418	2,658229324	3,264808552	4,15508497	1,010207032	2,88476663	0,889829679	8,289466672
	10,95815144	2,353655233	4,308328012	5,16738598	1,446823036	3,55305837	1,115741486	7,877596054
	6,058259777	0,729304638	0,289149825	0,36998701	0,408122607	39,22315975	0,337843166	6,899911092
	19,32495579	1,319852275	2,408622497	1,833343556	0,732565169	15,81505727	0,287317225	38,58961225
	3,210451934	3,611789145	12,19543132	2,454454151	0,920781019	12,17461473	0,707007576	11,80644523
	1,170738082	12,43079773	12,10416856	21,79519552	1,949234851	4,491882758	0,528195747	5,560435793
	7,497431481	9,289089012	12,95263607	4,690117625	1,553871067	18,06793403	0,617019578	3,368497769
	11,53810944	4,398694508	2,901887675	2,627795983	0,717709144	11,49662565	0,498960307	9,503435009
	13,87847698	4,542654718	3,720167272	3,052910493	1,183060604	12,64770557	0,656832835	8,226689125
	3,571259567	6,842139352	12,94322797	12,94322797	2,937140811	7,501327842	0,493284851	5,740695315
	5,680777123	9,486505496	3,991658579	3,422110697	2,013845184	19,24476061	1,076346009	3,433642377
	8,233591043	5,291074975	2,83697261	2,975428285	0,916266848	12,59735427	1,329249727	3,689959214
	1,468061149	9,630709277	2,847945169	3,325296062	0,923861947	21,75172792	0,517022597	4,542949222
	2,095475102	10,54387501	1,507881905	1,617349189	0,480635563	24,44172389	0,616777639	6,581274749
	2,407670866	8,225365678	5,625231288	4,961019484	1,882716834	3,436476069	1,214877315	3,951239111
	0,660042251	3,464136513	4,483522354	6,124607206	0,935848705	1,913571607	0,837137922	2,100137688
	2,016280765	4,596711144	3,13286184	1,953492134	0,756007894	32,4856628	0,169394575	3,404562723
	0,175566936	2,48765685	9,694125564	15,04159491	0,450661155	9,02332694	0,400627554	3,007727013
	4,078391384	1,97575204	3,487125059	2,463197037	1,053258557	9,567361552	0,516405632	8,4219922
	5,524189538	2,77152275	8,913132234	62,53253459	2,522639517	1,336229219	0,229261265	1,699107936
	4,075531542	9,739456672	9,188084584	18,93716261	2,356264914	5,659780469	0,97816225	6,884560472
	2,174540414	7,724674428	4,877384377	6,684509661	2,902639448	5,677817458	2,520072115	6,714897049
	2,729056118	8,047694202	2,436793028	3,039827796	1,764890094	3,934827337	1,47083323	11,30318318
	5,088887291	2,554586376	3,55867452	2,49132787	2,458911835	9,378775086	0,777228696	4,893046355
	0,195842298	1,116800148	0,216438927	0,131347242	0,174907089	4,064686357	0,847783071	2,152782086
	5,854737215	5,524288874	6,56266142	3,467928391	6,933463956	17,23398367	1,290706026	6,181235291
	12,11111505	6,09550968	5,858862615	6,216146315	2,546899185	9,430150514	0,9329104	7,898802818
	7,816164541	6,149802726	5,553998662	4,809834843	2,514508197	8,001879943	1,268171952	6,796310733
	2,907105173	2,235485317	13,80983587	0,880684856	0,303239673	4,683606933	0,38210902	29,91650124
	1,860837641	10,2600942	6,186527743	4,686234899	1,163396936	2,429993317	0,408945464	2,67565241
	8,738584251	14,58036195	4,859257588	2,105254445	0,874299402	2,455084128	0,476290497	6,531514274
	4,310316096	28,33119011	4,7313972	2,298213015	1,341511777	6,408815368	0,863725529	4,143965733
	2,316399774	5,308232231	13,0861918	29,27075834	1,200922058	1,27910404	0,426564542	10,20559085
	4,536955318	9,677383561	5,845671016	10,73245191	1,766165687	11,21656405	2,622818814	6,616139454
	0,920959302	1,549783591	3,201085977	6,833052582	1,303627582	15,85788218	0,240974589	16,33796677
OS BLANCOS DE HUMEDAD	11,65872246	3,622080455	4,61630515	5,680453686	1,33989645	19,78514444	0,651363386	6,565459517
	9,558651561	5,444968148	1,992593324	5,766003979	0,401657246	13,06002382	0,419172492	24,79131624
	2,079005794	8,61573052	2,288249033	2,292998384	0,711057806	19,52371604	2,036168795	1,829318542
	2,247158459	7,210188282	5,858642243	5,014736289	1,262620681	15,71203419	2,015217257	3,292001375
	6,051283073	4,270092397	3,235153577	1,744368306	0,715171324	16,97593358	0,654274968	6,221446018
	6,909183288	3,901848248	4,642117377	3,097167836	1,31666288	9,712062089	0,596267226	3,618219288

4,115039261	5,003079432	3,35693936	4,226462666	0,656875705	19,8218758	0,337296804	6,316509952
5,574194689	6,75428603	2,108026073	1,134868573	0,837978459	4,05445089	0,451719576	9,222410692
8,507258778	8,769775701	2,906958993	0,970764991	0,630535428	1,372241253	0,579129906	14,56104359
10,11528581	3,591155821	4,348447466	1,42581787	1,115923495	3,179933682	0,401755903	16,04046907
13,34058556	27,42016641	5,327349193	5,801441243	1,179800582	2,118169215	0,70193013	11,35308429
5,898841497	4,526121037	2,604191632	2,673411435	0,234712286	3,480619396	2,506259119	9,14072116
15,79871378	2,903639192	1,615278633	1,50844319	0,363632187	29,14164061	0,420981661	32,8682207
15,97233318	2,57160963	2,340743671	1,459289777	0,414887829	27,93805768	0,737115397	28,77945846
5,891009135	6,739556259	6,088267279	7,308298076	1,928878254	19,20601008	1,073840888	6,32556383
2,815734031	22,87504489	2,281209441	2,548609	0,485048336	37,21280923	0,306468338	1,716146509
2,254247882	4,926406902	10,60072102	10,71520736	1,796847012	2,757259495	0,369694142	3,708084491
2,112365763	6,816296679	1,295141696	5,33068225	0,58664752	20,59878605	2,030963953	1,71805871
4,758381064	14,65470022	5,749833865	6,069778575	1,271493643	6,027595894	1,093617321	5,676465557
3,129254715	9,898260087	3,760132565	3,988767326	0,543292137	12,67896949	0,369607087	4,459117678
4,47339356	15,56456261	8,363168332	3,80775129	1,44900387	8,946557027	0,402623086	4,082543834
2,494439841	7,114305819	6,099212152	4,458378576	1,074341017	4,178866482	0,293688252	2,394230252
3,473799859	2,922534699	14,11959812	2,201234551	0,539527746	36,30170614	0,203723019	2,761430879
3,475488097	5,756222318	4,090622088	2,759609281	0,803957385	20,28184391	0,926377327	6,6212982
3,708021235	2,686570715	4,553961245	4,633604073	0,664608542	21,69818918	1,440052576	4,776861065
8,641131159	5,550852022	7,811811599	4,313805642	1,492350002	21,51597013	0,646851168	6,189119081
3,306570928	37,15687887	5,979735037	9,137661222	1,515822936	4,728726962	0,866775943	2,04252845
1,719491666	7,629941076	14,16199441	25,70187704	1,089362713	1,256277729	0,238499911	4,609532123
0,997133795	6,182765344	2,02564206	2,945562551	28,37320455	4,367414931	0,989033494	0,626732443
8,293802596	3,828702153	3,115049642	2,759958002	1,58413661	48,28169515	2,540785971	10,86057645
2,377957778	7,190279775	2,198465865	1,379817187	0,586875806	36,37802011	0,412692773	10,93031306
8,293802596	3,828702153	3,115049642	2,759958002	1,58413661	48,28169515	2,540785971	10,86057645
15,03729845	5,138207089	4,406547657	4,303434781	4,278006887	18,2077124	0,637468474	8,266449765
0,019375148	14,57645467	2,953991921	7,570697702	0,316969671	39,27396607	1,306628844	3,275368089
6,380623653	3,303311162	4,814260903	7,238383687	2,059062501	7,632051886	1,099264219	12,56506381
5,477449652	2,854062219	4,74066242	6,730550666	1,22028746	8,341372225	0,525283473	14,84138192
9,45404941	9,342946328	4,887372857	4,044667221	1,454491254	12,71694178	0,637729871	0,677751531
6,066886491	4,343919158	2,697312062	1,755577724	0,917915503	22,98386291	0,393089675	10,41581935
0,367106368	0,153401612	1,280321587	43,32276719	4,904334583	35,12225272	0,482285981	1,48279382
6,001229019	2,083614432	2,765901575	1,833407925	0,939448546	23,44353273	0,499521323	14,02041176
2,057133933	2,043559809	3,965668859	5,022065559	1,592160893	30,28322675	0,267700109	23,37015447
0,963607382	5,26449179	6,036302289	8,758726657	1,074507895	4,278312658	0,550559994	1,512011149
1,430221593	1,535112845	1,653289528	1,359282385	0,726758527	37,32666612	0,182771337	3,801493004
6,689664643	4,527411339	1,576288688	1,664549513	0,502641171	29,89851747	0,51303236	6,740834776
13,29029425	13,37624891	3,892444771	2,858614616	1,414587125	1,97067734	0,355205263	9,629960744
15,61585713	3,840558625	3,467217638	1,899128171	2,016223514	1,323295471	0,289780491	12,62899189
10,43656219	3,546267765	3,175647345	2,881594514	1,993162516	3,247449692	0,404232876	12,28697231
1,916984182	3,882954053	1,898568389	2,241573215	1,603953968	15,55085385	1,120347637	14,07711552
0,970127715	10,35048999	1,13924072	1,13924072	0,635972026	28,11654563	0,752479792	18,91340585
4,402787338	15,97216447	6,394323644	8,648333758	1,47296084	3,76481828	1,979618923	10,66331867
3,050052585	5,418152425	8,347728768	9,792840947	1,969640983	2,843821025	0,804546089	2,073489939
1,44004E-06	0,352531733	1,881313349	1,118008748	0,046876526	34,68241574	0,954794463	1,591742673
0,448595991	2,829524189	4,643857321	4,62026932	0,415938476	25,9021244	1,162953119	1,741754823
0,01725817	3,059249433	1,680018716	3,262806885	1,751479313	21,06770028	1,433517597	8,962855539
26,05260984	13,18686517	6,186879203	4,656970311	3,001629062	1,314024526	1,101011017	9,527631358
0,401108235	25,65723996	19,246568	24,65012259	0,332657255	6,011616909	0,122423283	2,851848017
6,413290138	3,836080591	3,384214576	4,743590267	0,570027033	15,16794862	1,585989005	18,28044486
1,978403707	1,066359453	0,937283094	2,055144868	0,093944525	25,20413657	0,480737729	31,76306552
0,378865159	0,915272338	32,14473747	36,75664093	0,174228677	1,935101492	0,536509616	18,35896668
0,20940353	14,90735118	12,18644484	5,678799319	1,004989598	32,6713026	1,954540598	1,943727603
8,155659192	9,688594588	4,514528362	3,210774981	1,407021857	1,367436291	0,32449695	7,017722627

foto real migración f.9

alizadas	0,578086967	2,803064017	1,639652848	32,49395523	1,599155389	6,045917115	0,269583509	3,506381538
	2,552425228	4,220878329	30,22390203	2,49528301	0,767479311	7,947604533	0,272563158	29,32997652
ALADRURAS	0,841029113	17,25076643	22,2467508	24,97815413	0,286503256	0,624634099	0,492037387	1,825351429
medad	4,068894986	4,550076674	5,492888284	4,407960485	1,283352075	25,86186459	1,068243075	9,723164536
	8,492668219	3,734499706	4,8669011	1,576633578	0,75034313	11,76613357	0,53906975	10,65384371
	6,627194051	3,691360961	5,277117174	3,152910223	1,234215442	8,769879882	0,779741608	7,786431257
	10,79110912	4,115081019	5,849307244	6,362499562	0,939798249	3,833659387	0,642737178	16,55247543
	12,18500891	6,832923992	5,189012288	5,58711888	3,653531419	6,788489881	0,909918057	17,80413854
hierro o por yeso???	3,668966748	1,115626915	1,228266626	0,652044009	0,600693531	30,88137195	0,338601493	9,624234799
hierro o por yeso???	6,095285359	3,192912179	4,862180799	1,582342699	0,916306243	18,99167308	0,467909472	5,395504943
	2,773158447	4,231252845	3,883668724	2,149636083	0,652153116	25,06231965	0,339486293	11,25207022
	7,970742639	2,076930301	2,844736609	2,021715953	0,146148711	9,796642247	0,982359628	4,065059624
	1,197529464	0,578592701	1,43830889	2,373460683	0,171699886	27,35212783	0,257487885	1,351525013
	1,70451169	7,100928919	2,31550901	0,931406305	0,942030327	11,9095655	0,373137095	3,369136693
	2,450361164	10,79179704	3,47122557	2,772452513	1,657374198	15,54477206	1,08423044	3,424833663
	1,148008556	6,048772338	1,644926894	0,538650386	0,807665703	16,03277662	0,257724332	2,360005888
	7,135092882	9,152820025	2,586548688	5,428629698	1,359990728	13,56826871	1,868758038	6,993646197
	14,98749197	17,93508045	8,99099035	2,270175438	0,6509528	29,58865086	0,511669978	8,133315712
	0,278338655	9,059403352	26,60755122	32,80118623	0,092851607	2,353897509	0,068407306	2,616962055
	5,47746069	13,6579706	6,485293019	7,47822121	1,276551749	13,81903943	0,896607143	7,821971826
	19,11735796	1,740907184	2,346737948	4,843956392	0,340399943	24,15663628	0,115916463	35,20248827
	3,49463662	39,33374665	3,828591076	3,013399695	0,977638579	1,458708517	0,308675457	2,672410027
	4,511693374	7,765903894	2,929909786	1,872795737	1,264802953	23,92591923	0,751869777	13,57509792
	9,44179626	6,89156205	5,512638965	2,76479814	1,110508242	20,86126659	0,709475279	12,52577729
	0,578601148	2,736501733	25,88562076	37,29466318	0,485249602	3,988007869	0,282810292	14,55568758
	0,347193673	16,03921387	23,22334663	37,7418083	0,575267662	0,429293332	0,412536796	7,625629156
	0,433086368	6,07695418	22,27279855	42,04735167	1,046875897	2,29903802	0,404316481	7,992822186
	2,146279161	4,481334488	18,94454089	34,38389268	1,699491671	3,776705653	0,303423531	10,59980394
	13,01535711	11,98382036	7,83967362	13,27803498	0,994422232	1,087308349	0,689999404	15,46091356
	6,203739365	12,1676685	7,263276348	3,324547175	19,25501385	6,049296259	0,332968875	11,51129024
	3,468356975	7,909063855	3,782911187	2,000479417	8,757196173	27,31234001	0,380771799	25,53906878
	0,009532959	0,889228902	0,00812261	0,002188472	1,10676E-23	47,76108504	0,373288351	34,81163232
	7,655716107	3,915528794	6,17226068	1,301257685	0,94201721	44,3859345	0,480562721	9,436356524
	3,567395251	12,65197748	1,874577985	1,441207657	0,702600957	35,94025523	0,560067008	11,23364899
	2,891259652	6,373688565	5,664273595	3,774267353	2,454381568	6,720230181	3,503085084	5,289324771
	3,664795877	6,922320535	8,330466088	8,162773279	2,781143507	3,875963585	1,180157984	5,267143074
	0,320820022	1,912709796	0,217013013	0,586044937	0,148251855	16,95087763	0,471987169	6,692619384
	0,621630855	20,53053785	0,811680128	2,046520928	0,235971165	24,52037348	1,048383618	8,207434346
	9,059983642	11,74940092	4,213035581	6,280761676	1,189795869	7,3447053	0,575882683	6,358596642
	8,403880664	19,56453629	2,262624859	1,929939584	0,41036812	3,1881757	0,334727505	10,34671441
	0,630433838	1,068953246	0,146962371	0,045916714	0,032266451	9,910360374	0,486160545	9,476202247
	18,05951579	3,399398527	6,418770212	3,276953401	2,219426314	11,1907958	0,645201248	12,53615303
	7,660366071	13,83598065	6,109119733	4,606268859	0,964683354	24,82974646	0,503607749	5,854124179
	31,98130329	11,30684972	5,555834051	3,563926807	1,888284492	3,166951741	0,471059843	11,33511626
	5,085028393	6,372324823	5,47184733	3,446749913	1,89860172	19,19826162	2,972710667	9,532057315
	8,958553661	25,55744096	5,694005329	2,254254837	1,436157701	3,950857947	0,371249154	8,342660452
	0,949102462	1,010011195	1,569920031	2,127659097	0,020149195	43,03357583	0,746818074	19,84900128
	1,847324132	3,069534002	1,956407547	1,270814503	1,747431307	37,54110698	0,309367765	3,285940343
	5,683287129	9,969222254	6,478370572	5,34612452	1,75777491	6,656186661	0,641339357	6,290495218
	24,44049197	5,729292512	7,718145398	2,929299302	1,970094353	2,605336972	0,373754532	12,90406531
	4,695021859	33,08647652	4,794308879	0,920179298	0,884270422	3,657378116	0,825883511	8,126561004
	16,81808077	2,553178847	3,76327969	1,372935921	2,292558219	3,230241309	0,16893292	21,64186455
	11,21432659	7,106124261	6,644553215	4,130336349	1,891987092	2,448973541	0,543214016	16,66343389
he cogido tb secativo	5,809559321	2,904481003	0,863188955	0,634506642	0,428130394	29,22234793	0,383686873	23,06113672
	4,177735341	5,251975065	5,27168113	3,580945541	0,737112934	17,15104103	0,596082383	5,582552939

	4,42569661	4,849568786	4,197476301	2,679808879	0,41998046	13,1920011	0,482706106	5,427006749
	21,08888043	7,412239837	3,93403317	3,334012165	1,889908503	4,716935725	1,627739521	11,49419916
	17,34260351	7,010136056	4,143776546	4,446279952	2,190368181	3,70500412	2,887278488	9,189547805
	0,184711384	4,510795333	15,74436308	36,55156075	1,017628348	10,74224237	0,174912953	6,218312148
	4,072956392	4,701515588	11,5658885	16,86635422	1,829773352	16,50079795	0,509510435	4,653841942
	4,00148618	0,536733222	5,976021076	6,154580002	1,504451358	18,17957119	0,197883728	8,751180385
	18,26033278	2,62673012	1,834135807	1,840818377	0,367159763	2,634009618	0,624393349	28,64565171
	15,35261479	1,807982927	1,684434547	1,895400166	0,109815408	1,845007546	0,456557398	30,37401396
	11,75958106	9,716503309	4,299375093	2,435367577	1,088891925	5,526315345	0,776839225	6,23492317
	11,09576644	3,925660988	3,421857011	2,912900575	0,790891867	5,796821659	0,825301435	6,832490368
	7,087597382	4,821318856	7,068496393	4,307764905	4,665778296	10,80127466	1,497863992	5,72002592
	2,975467978	1,854911614	1,645080552	1,287241152	0,52168043	16,49272261	0,585090926	15,28171646
	5,521373706	7,005277036	2,550813257	1,649554095	0,62973875	2,719968708	0,497430107	3,585849375
	1,716847365	5,898931166	20,72372831	27,9525438	0,588709935	1,601020567	0,577436488	5,976984106
	14,26263207	0,654317383	0,914582087	1,174641408	0,065227866	29,56290482	0,261511797	39,97737984
	4,75834418	12,09364886	11,84480912	7,348724914	5,073940377	4,239548231	2,553144193	2,511020063
	9,129332133	4,689097348	6,363615065	4,639903024	1,865705917	5,968736155	1,313771184	6,295800398
	4,864763945	5,137251197	5,267166909	1,73135157	0,675671613	20,32280903	0,484408255	9,541704907
	5,705237602	5,321420259	5,604429697	2,786818427	0,724937421	22,20577964	0,572498677	9,923235034
	1,029601437	3,583665945	14,63223128	22,22662744	0,353127877	11,45000422	0,32492577	11,23837364
	1,215052671	2,505633538	1,211851172	5,388453179	0,807084747	26,2909991	0,34711519	32,00452679
	0,916340624	2,595961563	1,226855093	4,640619217	0,651419558	26,11078644	0,180597481	33,24199678
	2,109307084	1,470601994	0,114150171	2,274662799	0,073504642	9,669780787	1,694879852	19,33731152
	1,55755758	18,00488033	3,218733716	2,203081548	0,65531054	35,31525048	0,2524058	5,266390511
	5,541640297	17,70485626	1,411567907	16,00171914	0,770369316	31,22312743	0,305056005	9,434592768
	1,767400274	2,259220148	2,64511079	3,149290771	0,386734965	19,93696064	0,230436145	14,68693829
	10,59548071	6,789208655	9,146712276	4,253749199	1,535109331	0,736014023	0,262307467	1,663864642
	4,398773779	3,534288617	3,227286853	4,112936259	1,669602735	5,768705999	0,267891952	13,67435654
	4,236461694	4,433646253	3,619791396	5,027872251	1,916585318	10,26696246	0,779146302	10,10244291
	5,354998456	4,362760496	3,253058567	4,403584465	1,781135952	7,40642783	0,444089343	11,19427646
	7,862680357	17,28651056	7,474701636	2,058523393	0,631177609	21,66514494	0,307202291	7,983501333
	7,547928354	4,537333128	4,32087468	2,964885664	1,103407218	3,694896615	0,510677303	6,648795391
	3,710084327	7,286489493	3,813989205	3,425793656	1,126688526	2,026027043	0,855390367	3,224151139
	3,697490034	2,428421336	9,447952209	7,631899646	0,576377738	45,51601983	3,391217431	2,4527238
	2,09686157	3,448849228	6,014824038	2,521270185	1,747482231	3,730021726	0,428788729	6,187628952
	2,671052474	2,254776884	1,692688073	1,215705269	1,655541015	33,69670305	0,393097093	10,91958781
	12,4163969	24,2779665	3,418813962	2,350062917	1,23877769	4,476664462	0,574315233	3,987469493
	5,157295493	3,672610362	2,03443003	1,559438238	1,090029042	26,19599436	0,360423663	13,27087224
	0,29054518	7,217876257	9,617258754	20,99918087	1,261529287	4,390015178	0,372415888	3,379134788
	18,93790526	6,645271301	7,584318273	3,616045207	1,327890619	1,377533305	0,539530368	16,37944172
	15,16334998	7,883852274	8,637855116	5,669373819	2,224303509	4,849482612	0,807972702	7,286363522
	13,56845456	10,1729467	0,697591525	1,675462391	0,06385394	18,6561619	0,685202754	20,69810588
	2,232203356	5,805747291	4,895660475	3,367666574	1,246453348	21,27591447	0,70277452	10,31654237
	7,652900947	4,771811859	3,919852936	2,485976445	1,078966423	15,99777887	0,665392315	7,606400963
	3,160832872	3,851957026	2,147877748	1,758073319	0,310965056	31,3397175	0,176781126	26,5061421
	6,782254406	10,72544773	19,12432584	9,164269773	1,80371077	3,235566394	1,521511545	6,510892372
	34,639927	3,632442088	3,210406408	1,639381019	2,117491351	6,513344572	0,314299798	12,76213859
	3,917866095	11,679257	3,337269121	2,489762515	0,603704285	1,016436674	3,102401977	7,189063446
	6,833529828	3,52409953	2,90232752	1,135059121	0,483373218	22,72050878	0,317493416	5,456212519
	10,04034175	3,260933065	2,525419646	0,865851207	0,457136	27,0094877	0,63091137	4,150354375
	8,466713921	6,239303349	6,439107306	7,594502175	0,630835172	1,848489632	0,367171102	15,81249543
ver el trazo	0,833845071	5,292305118	4,88870497	3,304960638	0,788340976	14,97530808	0,497002241	7,841027638
ver el trazo	1,165173096	6,851795146	5,682541599	5,054436599	0,853087655	14,96771735	0,684348858	7,582475721
	2,260213939	5,420712486	4,993879092	4,353676248	0,65021865	3,017740576	2,384284473	3,865016015
	1,211037093	2,733558398	3,533263452	4,217815665	0,430565408	3,499510522	3,334976821	3,499034475

Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
48,0628	1,5799	4,5476	4,9434	5,8021
27,1457	1,5721	2,1746	3,5601	4,6341
29,8030	1,5353	2,4675	1,8944	2,4244
36,4534	1,1634	14,7155	2,6708	3,3491
35,1449	1,1887	15,5306	2,6214	3,4619
18,1884	3,2782	16,4042	5,8225	8,7844
22,7003	1,9294	26,6289	6,0604	6,5960
36,3920	3,2465	8,2197	7,4601	11,2288
31,8091	3,4941	6,5693	7,0671	9,0478
55,7983	1,8685	4,5223	4,3549	6,0831
45,48670153	3,758149637	6,782944633	5,07965548	7,317254959
51,92716598	1,450897514	2,01749583	1,50111188	2,179997763
15,6386	0,8067	10,3394	2,6318	3,7107
38,2543	1,0773	4,7374	3,0395	2,9223
12,7933	2,5717	18,2030	4,6051	3,9041
31,41600762	1,381346916	16,48656169	2,34469475	3,363815682
17,82260177	2,078432406	22,60057108	4,496381666	5,117020036
52,0264	1,2053	6,7639	3,7299	2,9055
8,0780	1,1719	35,3881	4,2327	4,8506
56,0218	1,3454	2,6387	2,4760	3,0240
35,19363329	0,74140979	18,89753556	1,540975128	1,729652509
41,1475	2,2613	18,3642	4,9106	4,6214
57,7914	1,3696	13,2370	3,8855	4,2869
41,14752506	2,261310568	18,36418221	4,91062418	4,621432244
57,79140529	1,369552271	13,23704527	3,885547177	4,286932831
20,1611	1,2218	21,8915	2,2187	2,8427
31,1982	1,9612	17,6132	3,5694	4,9212
13,1557	1,0940	26,6113	2,5194	2,7097
51,5243	1,4639	6,4522	4,8979	5,8456
8,7729	1,6094	3,5131	2,5653	3,4180
70,2462	1,8800	4,9630	3,3721	3,9464
40,5084	2,2061	5,0540	2,9516	4,3626
76,8779	1,4737	2,5669	1,8621	3,0387
56,6026	1,5690	3,9077	2,7688	2,8089
28,7558739	3,869934455	10,4159495	6,066579206	7,18573355
2,325302295	1,269275665	2,195623936	2,485041325	3,068071827
37,53515717	2,425621241	10,71316063	4,752728124	5,556912985
36,48168487	2,282455897	11,47048521	3,957434029	5,830716203
29,25176492	4,809191035	8,574955753	9,613089813	9,562340228
45,7773	1,7509	4,9157	2,4915	4,0878
51,0648	1,4405	1,7589	1,6833	3,2944
55,2650	1,5484	2,0599	3,3284	2,9673
59,17224785	2,483303174	6,37536413	3,239274335	6,20437617
57,25823282	1,5264994	2,470300354	1,896881943	2,476910679
49,8811	1,2310	3,1786	2,8678	3,5250
43,0210	3,9546	9,8179	6,9630	11,5075
38,4064	4,3476	5,9754	7,5438	7,9387
43,4779	2,9268	7,1653	4,6323	6,3271
31,3258	2,8538	9,7843	4,9750	7,3511
26,3872	2,1488	8,2594	6,3801	7,4766
38,74581748	2,459945923	5,134092151	6,06829255	7,007396635
58,66209256	1,616297626	2,67364035	2,932080392	3,687962217
24,7199	1,1412	1,5132	2,1698	2,6615
43,17540143	2,638290991	7,335546204	6,057097175	8,018625416



35,55166949	1,082493287	10,87925403	3,091908783	3,717493253
29,07695985	4,33779211	7,997896751	11,26765319	14,32010446
14,96797786	4,508241171	7,544335646	8,046205244	11,60951655
49,52705257	1,19168852	1,821693104	2,386633273	2,741901158
37,62120445	0,860563985	7,454858825	2,418158662	2,182371635
39,526123	1,696247858	6,840751064	3,921014977	4,242161493
80,97291347	1,401826686	2,132306672	3,199073881	4,035489126
54,9427	0,9670	1,4637	2,1195	2,6103
4,9238	1,8737	8,2335	3,1324	3,7969
32,0175	4,2785	14,4481	6,6670	8,2123
5,669914806	1,486858855	55,79391032	2,678655929	3,414680848
2,223182774	1,411478963	59,43060715	1,711577542	2,734634671
2,495147339	2,456826475	38,27536322	3,786171647	10,59209946
4,26549228	2,576079006	41,68364791	6,931777147	20,29133516
48,13638123	3,054786666	7,638093311	7,373548733	8,905570825
33,33341284	3,299931677	15,46183409	8,793707655	9,002228699
18,15600354	3,546074326	24,35974748	6,141015625	8,171123221
20,6428	3,9256	16,6819	7,1373	9,4072
11,8655	1,1712	33,6740	2,6163	4,2337
82,1000	1,1420	2,0653	1,6000	2,0109
22,9515	1,4762	39,4107	4,0870	4,9334
8,9006	2,5462	30,5705	6,2361	7,3918
3,2770	1,6870	44,4155	2,3679	4,7666
44,7715	0,6974	2,8747	2,3955	2,3945
30,6459	1,6957	19,1000	7,3051	7,9958
33,6943482	3,168436842	12,00077862	4,673345233	5,637274683
11,92499403	1,905283741	6,909353297	3,348456809	5,238589077
2,298774788	0,915279465	4,956404566	1,527222723	2,271051222
12,2160668	1,728858923	29,70980545	3,377623207	4,939263379
26,33675419	2,280425442	24,58456671	4,149848354	3,884513008
23,05448079	0,744297848	35,89885066	1,45625779	2,225443716
41,45725002	1,378556498	15,07584351	4,566339133	4,298335357
38,9485432	1,584699051	20,09421285	3,727941478	2,702560649
25,4530244	2,296721626	24,75696465	4,216902728	4,06841505
9,854659351	2,580765859	11,28125015	2,847095923	2,799597497
0,732421563	0,804833068	51,37583143	1,944230162	2,175375682
1,680150483	0,992760573	59,25397518	1,073861739	1,750067109
16,33724321	0,686023672	34,90872412	0,551271641	0,766947875
7,4326	1,6840	38,0304	4,3891	4,4063
27,25782308	3,295375532	13,59034188	5,845484442	7,490251687
7,4326	1,6840	38,0304	4,3891	4,4063
9,5647	1,0616	31,7214	1,2001	2,0228
7,7143	1,2677	27,1416	1,8998	2,3218
4,3554	2,5185	30,1863	6,5780	8,0487
15,9340	2,8950	22,6075	5,7397	5,9595
5,8006	0,5323	45,5494	0,8952	1,4372
10,8175	1,8761	28,7996	4,1213	4,4609
8,6015	4,0229	25,7523	5,1870	8,5362
17,3519	2,6604	10,8416	5,8964	7,7325
13,6637	3,0989	30,6022	5,6644	8,5995
4,5096	1,7574	19,1148	4,6261	4,8863
45,12819734	1,120179121	14,05373253	2,431990031	2,123975568
32,80377957	0,81787178	22,46183288	2,705654826	2,184545792
1,648110899	0,977455888	2,801515451	1,558900594	1,765590949
14,34856619	0,830120626	7,617877344	3,881506506	12,57817954

9,0412	3,1156	26,2231	8,1921	12,6200
11,69810824	0,440836374	33,03260734	1,168477475	1,513548095
40,78083765	1,032229389	8,661130936	2,963495749	3,033829034
29,40236043	2,852998625	18,16105604	5,410902386	9,979050893
12,6796	0,7710	39,3794	1,9522	2,2311
21,9262	1,8899	13,8645	4,6459	7,3635
12,9291	1,1954	6,6001	3,1375	2,9375
2,9064	0,5661	65,1898	2,4574	1,2191
48,4637	0,8732	1,9806	2,3727	1,8217
33,4163	0,9903	22,1898	4,4235	3,8886
2,1024	1,2190	85,6101	2,5312	1,4673
26,8748	1,9077	25,6377	4,3918	4,3697
16,3384	2,9340	33,7105	5,9463	6,1722
4,4228	2,1491	40,2169	3,6372	4,6132
3,7728	0,4258	51,6882	1,2371	1,1733
13,7731659	1,870628513	10,52712697	3,26871565	3,458486811
23,73878833	0,94807234	18,43084257	1,583963111	2,19360376
6,861833699	2,343423066	17,61214525	9,1369615	14,66936979
56,76620102	0,852963474	4,63547298	1,275571285	2,248813545
48,79054395	2,79843479	4,198446662	3,914204638	6,909423268
20,75099753	2,532785892	12,01015206	7,9957593	10,77668966
3,610796161	1,592124548	3,025149054	2,438290586	3,013313386
4,692047098	2,458358791	20,97476594	5,077573433	4,132550723
2,592607336	1,812126102	47,34842043	4,44432063	3,99189527
15,41715319	4,123551651	4,832997259	4,423789764	7,800552087
67,67028983	1,599077099	2,895138884	2,641801293	3,689548888
21,77461411	0,984264798	36,92315541	2,654821604	2,49904434
36,37482889	2,680273265	32,5959721	5,181568202	7,231851372
54,4168	0,4286	2,8396	0,8626	0,8700
4,2726	2,3846	26,8480	3,0263	3,0762
16,2369	1,4055	22,0104	2,9830	3,1499
17,8647	1,0795	15,5636	3,8274	2,6838
6,8098	2,3011	28,8945	5,3111	5,8834
13,2208	1,1013	26,6407	2,1979	2,2135
13,1986	1,0634	28,3906	1,9924	2,5672
13,81429819	2,589015516	42,90026898	5,632955364	6,289712578
17,22406255	2,022608821	41,68463487	6,949807817	5,913849224
22,68790316	1,026611998	51,0839069	1,856733475	2,160684372
15,40527187	0,947616077	38,37089103	1,863824737	2,85785435
10,1941308	0,754170072	62,59821764	3,253178247	1,876301425
2,4958	1,1190	46,6887	3,5917	3,0961
27,8735	0,4757	26,5326	1,3175	1,2539
16,7964	3,9138	9,7919	9,6242	10,9901
86,5866	0,8874	1,3462	1,4038	1,7257
86,0931	0,9446	2,5455	1,9633	2,1057
23,5893	1,9690	12,3961	5,4303	7,7809
2,0242	0,8654	1,4816	64,0200	2,3421
78,5117	1,0567	4,9885	6,2973	2,8648
5,992459585	0,453549053	43,95925485	0,920498737	1,15067926
16,84815879	0,516139628	40,3956241	0,940418616	1,200902823
5,5339	2,2572	25,9264	1,9677	2,1183
2,8565	0,9508	3,3835	1,8367	1,5915
78,9612	0,6339	3,4517	2,0886	2,8305
50,81052162	1,44365723	19,20353837	4,022122891	3,404108665
15,2412	0,4738	24,3775	1,4020	1,2388

20,6378	0,9962	15,7493	1,8816	2,1417
41,4869	1,1676	9,0453	2,7300	3,0526
19,15325522	1,638843581	31,65265463	2,684821118	3,194453359
64,8618	0,8745	9,5124	1,3264	1,7416
48,39973806	1,617273054	6,648896847	3,128475011	3,81660423
19,43961242	3,926473289	6,134671561	9,598440763	12,82701683
5,016662093	1,086657976	4,237920837	1,487972779	1,953913522
21,53128026	4,696060374	5,261943349	5,822795786	11,49941243
49,53204198	1,251679839	3,054371113	2,44158192	3,184494912
9,005228531	5,84639004	12,51331383	10,15446771	14,37350663
0,9316	0,8069	0,5032		
3,935461607	0,572771022	5,630193754	1,314169163	1,421325298
5,406230268	0,653017516	38,34214884	1,013298282	1,612039313
5,8555	1,2622	34,5012	3,6044	3,8908
3,6440	2,2119	40,6787	3,3028	
25,8034	6,6998	9,5642	11,7210	10,8955
46,7583	3,8169	5,3162	9,1474	8,0485
33,5310	2,5818	4,4858	6,3704	5,4093
1,4008	0,5309	0,4614		
16,4763	1,7684	20,8559	2,4306	2,9966
13,6804	1,7135	11,8416	4,3399	5,4765
1,846159817	1,336888729	49,31550139	2,551948759	3,022845696
59,5539446	1,846679082	14,13917049	4,141358407	5,454584204
2,008492903	0,977306914	66,3923584	1,513166074	1,967934863
11,87722634	1,315065752	35,98613578	3,273217177	4,082445177
20,63778131	0,99615733	15,74934081	1,881554647	2,141695891
40,91567021	0,452574311	6,291898865	0,636417833	0,764168182
55,19689331	1,328972246	12,9134202	5,792301102	5,373390766
1,878946898	1,069749782	35,74575245	0,925196854	1,352741254
26,24442941	0,784213633	6,539076791	2,3016742	3,303047958
45,46950835	0,682936771	3,372884259	1,792140553	2,23708304
34,16186951	1,20045015	14,70640267	2,348497954	2,353229511
5,469813654	0,545438014	46,30336488	0,863457062	1,056067677
53,69019135	0,876736093	5,846070768	2,322280848	2,46790834
50,78218175	0,895815448	6,413955584	3,310467147	2,736740851
28,84037107	0,841261343	14,35286488	1,413618356	1,506071041
8,0519317	2,24881817	21,8088984	5,153320916	8,247918114
21,96555733	1,3643537	3,679687674	2,803897771	2,739074073
53,69019135	0,876736093	5,846070768	2,322280848	2,46790834
50,78218175	0,895815448	6,413955584	3,310467147	2,736740851
28,84037107	0,841261343	14,35286488	1,413618356	1,506071041
7,863017265	1,424919454	39,53106677	5,13103057	8,327342059
4,364010799	0,503144461	85,03217948	0,348656483	0,442433292
25,16416147	2,191965709	9,723601887	3,235833885	3,440170838
53,39091177	0,952620084	1,374951372	1,08432585	1,417046059
4,435220453	0,516136957	64,14998484	0,782498628	0,860071109
5,036195116	1,282761558	42,40227077	2,554323062	3,50877818
26,95510337	2,595739828	28,61804823	3,11111177	4,183191699
75,21781151	1,406970488	2,272765738	2,150219686	3,092329298
49,91475684	2,94394067	14,0199598	4,022892695	5,741249406
67,38335643	2,325494699	16,70158074	3,991315535	4,114365177
48,68289625	1,905140132	9,264326641	4,089706784	4,427403185
33,31432167	1,02825123	16,860216	2,953213418	2,838319806
28,6501495	1,037368206	18,65994985	1,941736804	2,46402286
7,922420303	0,500008653	17,47151241	1,570750074	1,229759467

9,501917473	1,112254562	35,34049183	4,001813525	4,460977501
25,45514582	1,03190031	12,8250657	1,715693776	2,329116118
11,18406008	1,861313233	44,12793217	2,482051307	3,187307992
16,51404143	1,466418196	52,7598374	3,29628586	4,162790947
21,41909458	0,661605969	29,95784176	3,078775957	3,180193908
29,57262888	1,559457624	32,58990062	1,387609129	2,224289558
19,64494649	0,519924222	54,9483859	1,203732958	1,270681857
63,47473799	1,06018612	9,403544945	1,608523565	1,791681393
13,87263737	0,651685388	67,43182369	1,683151666	1,396447756
4,315534215	0,94692952	43,27393585	1,955485911	2,365060202
83,29753495	1,379842594	1,869691626	2,456191872	3,415791953
49,522408	4,343719251	6,336192925	7,162486229	8,524974345
34,42310094	0,66810377	6,306056155	1,142317366	1,672970202
5,202908005	2,384106514	28,61381082	6,718224054	7,465827381
9,725194072	1,529123823	15,27788513	5,370914178	6,053407044
6,497260224	1,038406527	29,2235554	3,128223517	2,953550875
15,97528919	0,689493671	9,317521207	1,071517796	1,098401346
37,92260634	0,793257419	22,77660348	1,877723257	2,332350352
33,15925537	0,71557152	15,74787846	1,219028219	1,429547266
65,18935591	0,611905541	3,96619273	1,413054823	1,452475549
61,86623409	1,610407561	13,63765171	3,832916212	3,67840113
49,8869042	1,955626757	15,19161812	3,782407191	5,699442511
32,18175807	0,560047524	3,398468232	1,307787703	1,655350755
56,0296658	0,294681314	4,910408086	0,43170813	0,578870298
8,120868873	2,459261549	26,68530856	2,441833775	3,139057028
68,98950465	0,417686943	5,175174726	0,781117286	1,222613258
5,065184177	0,582593544	6,562091419	0,907073628	1,250082096
22,0993891	0,514329729	36,829573	1,127184259	1,274707138
11,67267568	1,241753496	59,17335636	3,165602044	5,518065647
28,52675122	0,821221117	37,5473616	3,365427721	4,951464334
28,66892905	0,754115563	21,77688979	1,901531051	2,199336286
24,53714504	0,596930965	34,66469701	0,953646766	1,050939758
4,961332373	2,526918827	57,49668027	2,233298193	2,337140489
39,75777856	1,820031816	8,570368804	4,991458335	4,83802557
42,48768215	0,557469532	15,39189375	1,480657791	1,720138553
68,01332587	0,282782221	2,836492123	0,883446887	1,199766862
36,80564415	2,498822524	28,47010786	0,524115346	0,695527015
31,96720328	1,402959786	10,45343259	1,736001536	2,087417724
18,15715794	1,294956825	22,79656445	1,88785371	1,637993187
70,78133708	0,832685483	3,686893527	1,166246744	1,982177792
28,17973387	0,814660112	34,77362593	1,966255292	2,50150414
26,5976342	1,420540705	31,25359584	2,602800609	3,13186681
25,07523503	1,540940885	15,55089228	2,695147414	2,840138952
46,27180074	2,351618894	14,59888825	2,924071178	5,296793925
40,29894591	2,343528629	14,84556191	3,639438324	4,615345333
41,34738921	1,769241483	21,2752219	5,274183865	4,064183025
24,13815526	0,858648763	25,36755243	1,622853658	1,811759744
30,75720799	2,422380942	32,82262332	3,43339663	4,388831408
82,48312701	1,132789399	2,062670784	1,919356862	2,103816281
64,91117294	1,275954508	2,342720186	2,610404282	3,149312403
87,71882791	1,093749415	1,181247592	1,918691661	2,187483892
12,36124817	1,731971813	21,97046035	3,012070885	3,155549572
24,80738645	1,845848228	13,23984188	2,779293937	3,561865096
10,83261116	3,098390573	10,21739595	4,522114139	7,775448266
4,310583135	1,768344093	9,524736597	3,1983364	3,422686723

41,169623	0,486862461	18,38526616	0,7346471	0,882625624
20,60910447	0,438886102	38,76741661	1,009424304	0,735169369
27,07169945	0,890648949	22,57722643	1,459832074	1,87675862
46,27318217	1,144168586	14,27948728	3,405698552	3,27638474
44,1872411	2,765695105	7,297208489	7,437517673	8,957731235
43,53352715	2,946219252	7,771820555	6,534694084	7,816173902
36,13450928	0,564985911	17,44132192	1,632873929	1,557449315
51,35654256	0,814626011	9,718956887	1,824243813	2,281886718
23,75189283	0,634794418	39,83735607	2,911656055	1,142942873
32,69191893	0,594161396	24,54707261	1,308651459	1,298475121
29,94302843	0,340118819	10,64209599	0,711332873	0,986841109
35,29417036	2,216582789	36,06438006	3,540820489	4,582594743
18,18096433	4,645969186	22,2088188	8,540879587	7,428618803
57,52902629	1,522498956	15,99539383	2,028892756	2,999285935
19,55473891	0,536970329	40,52485919	1,797594858	1,980091213
10,20945284	1,115012597	31,18708058	2,966024608	2,926969745
37,43701843	1,136695058	19,15909387	2,591909088	2,580247422
48,52096912	0,991800043	7,353513029	1,811945585	2,312256716
1,068526494	0,531557205	5,749205235	23,47900752	36,12539349
28,34870616	1,048304414	30,40184297	2,927885544	2,458027163
40,27686	1,925189986	21,95069989	3,228655477	4,822620621
33,49652651	0,97467755	23,3876454	2,19918771	1,960819111
42,07306998	3,333687751	16,59619646	6,553817864	6,751709988
52,8810351	0,761543302	7,820318252	1,656065362	2,334845765
13,66350205	2,050246869	24,07908769	8,34763168	9,084195429
37,0360169	0,462798903	33,91849134	1,42076603	1,416834724
15,84523685	0,703773943	54,28844749	0,91006297	0,904516886
15,12641854	0,775282915	8,488047949	1,188946659	1,316516033
22,14790561	0,672752894	4,092238591	1,786580605	1,919597118
7,261759745	1,499054041	34,53459625	2,796610953	7,390891445
5,162995123	0,909684548	55,39995958	1,467076115	1,615622868
25,59575758	1,484279698	33,0826871	3,942538026	4,441066676
11,84379863	0,924425879	24,89087149	1,910252836	2,275990755
10,08058342	0,409763158	53,17436476	0,724132955	0,913261429
7,432617577	1,683956277	38,03040631	4,389132328	4,406323982
14,5594509	0,7110192356	17,10765102	1,951745813	1,580310774
28,71144107	0,388301285	10,34533175	1,997070907	1,449576922
22,25147337	0,889082928	13,7227189	1,964021696	1,956825022
31,23064122	1,411701588	13,98779446	3,228907749	4,36963189
38,89416653	2,976656829	8,885977158	5,438208323	9,241770464
51,40182137	1,858175711	5,424030616	5,644215012	5,417796328
34,04779427	1,786070555	17,96371517	3,016875016	3,363310845
71,91008927	0,393538253	2,748959905	0,638473605	1,045505379
5,086177315	0,780440104	46,70535756	1,263886798	1,82006684
13,49493513	3,096105662	22,79495863	14,09553057	14,55112085
14,73942123	1,359830429	46,41257728	2,433519015	2,698897162
13,0643781	1,074418158	43,11307026	2,20943297	2,477983773
11,23894673	0,724132186	41,96119345	0,857992535	1,023369786
20,60272463	0,743801182	30,37641775	2,454304789	2,806896465
40,78639335	3,127628051	29,81630534	3,737183273	5,293931112
0,812759861	0,927536853	44,68758268	1,238430392	1,680935592
28,60624806	0,866050735	3,412937867	1,175238251	1,419980406
6,607921838	0,594986701	33,15506112	1,300765045	3,8899966
7,784626759	0,919483048	21,00040943	1,999342334	1,545551187
46,38160883	1,171844692	14,70030477	2,405659757	2,641072692

49,09815887	1,707713887	11,75287722	4,645361184	3,469445895
23,55485408	1,606206769	31,4409635	4,323796348	3,566728429
27,60133595	2,953328654	17,5173252	6,215479084	6,728429045
20,81855246	0,627927256	28,16795431	1,284133821	1,407677328
12,96529482	1,481938993	34,50954838	2,550419454	2,334213707
13,7731659	1,870628513	10,52712697	3,26871565	3,458486811
23,73878833	0,94807234	18,43084257	1,583963111	2,19360376
9,449844856	0,650413718	31,68645834	1,695311839	2,196120924
6,190218431	1,025613338	58,40676761	1,699689635	4,636911208
1,693091772	0,480907625	47,27141787	1,11176735	1,658337602
33,41932752	1,040115262	29,73535529	2,537626232	3,821902136
1,575136515	1,545234764	64,21223008	0,727587127	1,132081266
6,255443943	3,396629208	14,93384715	9,348559577	11,86490867
3,163451467	1,334485553	58,77983327	1,497000318	1,981973925
16,21266041	0,496086778	39,17027484	2,387536577	1,146073193
37,42908383	0,65156553	20,05720373	2,334477443	1,99101115
56,89438889	0,838539631	4,555110525	1,648469179	1,898139843
22,01654802	2,04460681	23,11423269	3,601331607	4,294213058
30,0732778	1,846641722	16,59029624	4,597833519	4,687178601
2,011021575	0,411446537	49,56833489	1,123317702	1,004538526
8,541506085	1,831724914	47,69957888	5,406282542	4,431922766
21,37725786	0,790654823	42,43192905	1,610437811	2,050813433
5,876148118	1,663305114	18,61038823	3,837664524	4,691504468
13,31525753	0,485675962	22,55003613	1,46494023	1,716478169
4,837589824	0,940565574	27,23595088	2,230699804	1,936434871
7,251590538	0,702770531	34,75274693	1,153266026	2,064021488
16,42659437	3,384761625	29,11969685	9,049089586	7,565516561
22,90396121	2,104467198	14,56870641	4,046717785	6,199330138
24,88820353	4,58932275	6,610987095	7,331425482	10,30711852
2,569817358	1,346862819	37,46698161	1,578590923	2,374012215
1,872790841	0,967713848	53,26524131	1,414584265	1,631290513
15,62219262	3,786806903	15,29083511	5,555316284	6,757083542
8,324354901	3,964522126	13,90254542	7,853072372	10,34405838
31,27457322	0,250857851	6,361813489	0,686014035	0,586181662
32,46544287	0,568200198	12,66763511	1,808304609	3,560950284
30,10180632	1,99306484	9,084492298	5,315121688	6,832994159
1,163632718	0,691005571	4,741618404	2,973399497	2,781854
19,36738443	2,123898378	16,24827216	4,929092875	5,047899801
28,13730673	0,627062531	17,53118412	3,137601135	2,902971869
29,708285	1,340735393	15,69949531	2,604317342	3,441763065
10,41478657	3,543975648	30,92412166	8,049813857	9,138680927
52,53541193	0,591817133	6,710870969	1,502203543	1,627356544
0,694369176	1,003594413	12,57848099	0,605123659	58,23725854
27,58197389	0,581473354	11,80020063	1,738180703	1,271057697
19,03342095	0,686680153	21,58456025	1,288323482	1,62123196
67,33690374	1,082323867	3,641452489	2,132544505	2,416289586
67,12329257	0,962797294	4,848079709	2,860351298	2,701485066
32,1299339	3,262035099	28,7879894	7,261044634	7,337947321
37,44702473	2,465251536	35,54420899	4,270612928	4,963828257
54,73870674	0,758352621	1,814277526	1,34434906	1,803538771
28,90920548	0,534922731	14,04896765	0,977136713	1,382025082
49,36461035	0,733628127	2,099407319	1,291987538	1,551187216
33,36611538	1,983009153	4,069039534	3,231301826	3,451880302
2,958338144	0,563787658	47,31387376	1,725422645	1,457969947
13,30891557	0,670812209	24,44862877	3,492546524	17,66490424

2,576433726	0,841891669	47,05304129	38,0098281	2,190404599
16,34326477	1,00413211	24,11917293	1,762946111	18,57883194
2,785451393	0,842646145	64,54842531	0,727430166	1,495341811
16,38664095	1,0575939	35,77017871	5,249139468	4,918659448
8,753847764	0,692605417	25,22323938	2,057068796	3,537456
14,55447213	1,633421859	23,33300602	2,091799	2,925824727
13,89791546	1,309452559	25,46098159	2,846758639	3,291102364
58,82419721	0,857137197	11,9050938	1,485891546	1,67152903
26,61855458	0,398683321	34,96232396	0,617889314	0,627381474
15,15296918	0,808089266	45,84342733	1,585217849	1,648242318
27,07255681	1,038824529	37,57418289	1,567081952	2,212206927
24,11491603	12,68797932	8,864991802	13,02252478	15,77855702
24,5204155	1,556611892	15,34570903	3,105397548	2,843042042
2,996324522	1,208771498	10,35435876	1,371637852	1,653442068
3,065032967	0,60778804	2,194919434	1,327411333	1,193992923
53,29821721	1,620317353	3,868414121	3,809650193	4,803178942
57,72338561	1,371716468	3,775245254	1,62894214	2,233043502
50,18496624	1,213775767	7,221056787	2,219989494	2,91782501
36,08790712	0,357372645	14,84761018	0,894103003	1,081882789
33,04917884	0,377843962	15,40570866	2,063523415	2,373419783
11,74715548	1,593454675	21,33481182	3,86300022	4,352021718
7,574303122	2,189776574	27,8713581	5,286094748	4,721269785
6,177897317	1,492253693	23,2963992	4,23421338	3,840694258
6,117744944	2,001257655	29,62289547	4,971935272	4,714472913
13,7731659	1,870628513	10,52712697	3,26871565	3,458486811
23,73878833	0,94807234	18,43084257	1,583963111	2,19360376
36,34239766	0,528355446	32,12503198	0,570218309	1,003788431
15,22594194	0,87349744	24,53042321	2,989034099	4,21161954
7,786298234	0,980356148	32,22382843	2,001029768	2,889295718
3,508267261	3,872787964	36,15565759	5,923926071	9,610197872
29,60815755	1,179128928	16,99126735	0,898108153	1,454347753
34,5742634	1,583778375	6,184748134	2,625318315	3,957391424
28,67373672	1,707454778	7,561628152	2,019304561	2,792081563
2,446359635	0,162748506	12,02402185	0,530653295	0,545302682
19,75283534	0,815499379	17,99605666	1,731840529	1,861847152
2,553281257	0,651102422	5,354783079	0,881844761	0,789325853
21,62436005	0,622046715	14,5569339	1,775986546	1,341940391
22,04739577	1,42144162	13,75377362	2,248604844	1,879154397
5,857491652	1,317137046	24,51897158	2,184597314	3,131737507
32,67607317	0,6817287	1,589741999	1,856804546	2,036360322
6,416462767	0,606378636	34,07956273	1,910062283	3,942074588
67,33690374	1,082323867	3,641452489	2,132544505	2,416289586
67,12329257	0,962797294	4,848079709	2,860351298	2,701485066
2,218647352	1,41840055	37,81182349	2,640586381	3,729145857
2,680752862	1,410120621	44,18786193	1,812114021	2,160896556
41,23298485	1,223896356	15,65419375	2,635032852	3,335383586
34,3594512	0,892957212	17,98539604	3,661159989	3,301809499
13,12046313	1,401283686	29,63075486	2,391256677	3,652504511
25,18250588	0,824432148	20,4404201	1,88849456	2,989299746
40,25869723	0,870123673	11,70521822	1,803999757	2,080293789
20,93033526	0,501877526	10,40018669	1,239792043	10,21037902
30,40089896	1,223410486	14,67941543	2,816015475	2,931404377
39,25705283	1,498417626	10,41014003	2,391679548	3,805556831
26,97046105	0,703015823	18,64524149	0,935359362	1,134831411
1,087390164	0,497813686	32,75880817	0,723746695	0,991856025

15,60408084	0,660899432	24,10160016	0,883262999	0,88254907
58,1569174	1,149147083	20,22056613	2,164309335	2,791537398
5,424735129	0,393345763	61,16524237	0,40243336	0,566354759
47,42109409	0,479271302	1,127942472	0,734525551	0,957628854
19,94717003	0,54553308	15,7050582	1,335042911	3,995827205
56,80383075	0,544735382	8,288624031	1,160154817	1,26014367
35,63656078	1,014011603	19,2029112	3,217173229	3,32174344
6,097824862	0,807489742	13,6390954	1,317588665	1,687059683
13,93657183	0,631058419	13,67131057	0,899108622	0,97890319
3,436482444	1,289968348	38,74385022	5,688673672	4,102180926
31,32844125	0,656134431	11,97736217	1,100378122	1,305640099
46,0809821	1,313471552	15,51059229	2,867633612	4,56056872
2,889903902	0,774080297	29,78158724	1,545972006	1,309254736
1,304735731	0,314078629	29,50509107	1,791899627	0,604693078
14,85133872	2,253543437	51,32409183	4,094705081	6,849782206
22,97978493	0,931913737	15,35006923	0,573250775	0,740109885
46,77636336	0,313783763	11,66266282	0,676650161	0,644690556
16,65302466	0,448697106	22,17669626	0,94729815	0,838436903
30,77661475	1,302580721	7,066660897	3,068716449	4,051697988
32,1299339	3,262035099	28,7879894	7,261044634	7,337947321
37,44702473	2,465251536	35,54420899	4,270612928	4,963828257
22,12159412	0,237372155	11,95504388	0,470291972	0,633995408
6,909842921	2,255963863	37,35256825	3,236388069	3,80065308
5,388579213	0,915945493	9,599520299	4,410341628	4,134181944
9,276419559	0,491702924	20,68052326	0,423563431	1,49351461
34,65166781	0,558567659	5,912352539	0,901607808	0,872799605
8,091996933	0,376401699	39,17213794	0,739007918	0,587822999
23,07947862	1,24562775	15,83161794	2,238483789	2,644940033
20,64767676	2,905060014	9,916807795	5,872894028	6,00946439
2,229100877	0,222026955	22,91065986	0,288614033	0,29846182
52,183263	1,368089021	3,079681248	3,097761532	3,656933829
50,73688885	1,51136338	2,449249519	4,587594012	3,579906502
26,6467715	0,749062738	8,008206842	1,652047864	1,509524251
58,1569174	1,149147083	20,22056613	2,164309335	2,791537398
31,43190414	0,287082946	1,176487107	0,603461035	0,693695557
4,344011069	0,914422653	47,85459743	1,632538112	2,121539412
25,36176575	1,232002402	37,55475033	1,665157065	1,78622045
9,241144478	3,487900694	25,88098084	8,189674398	8,040484246
16,24465913	4,409348026	24,47190332	10,02023521	13,42078842
9,915232776	3,555787467	28,05966379	3,915988011	2,737750167
26,30208215	1,534208774	15,87185552	1,930327234	2,387637721
12,68325391	0,492843236	18,43881703	1,069821931	1,212894854
25,84062434	0,605070938	9,522683507	1,256492195	1,213424322
35,72645041	0,559163612	2,556522757	1,116958667	1,380360758
10,75237508	1,300933035	19,85953839	2,992011002	2,803104434
16,27980786	1,302523436	27,97172241	4,066637882	4,243507248
53,68277867	0,387908824	9,705824232	0,804848947	0,74507278
26,40017805	2,029257035	18,36881108	3,54520672	4,669119547
2,32239519	0,93375666	5,104109084	1,525270698	1,381463306
59,24979774	0,70527285	6,666443264	1,887998	2,099387822
2,616806299	2,61685744	48,51557674	4,734928741	4,957668665
5,098399368	1,631147309	43,1883236	3,952445998	4,804154094
10,84506137	4,960368955	33,35279861	6,574846849	5,33324948
6,247492718	2,324191181	32,88775527	4,003094395	3,815536877
17,09578317	0,344052926	12,40249067	0,45646227	0,717741081



22,77194657	0,725591151	25,57567201	2,052181966	2,207170676
1,37485676	0,196346834	2,181973735	0,389196992	0,462467472
36,29066663	1,08244878	11,73643337	1,380001554	1,571102892
31,57735242	1,135856058	20,49542193	3,252001406	2,523306508
9,446279342	4,862334167	13,01728331	8,948517576	11,83562988
12,93197549	7,846941797	8,972617222	10,30380209	13,9330114
4,314171956	0,58719399	35,72516398	1,110617639	1,162505149
29,80058366	1,119108921	10,25990621	3,201631675	7,944259459
5,9282922	1,686538349	31,13036059	3,618818029	4,757470831
20,43947865	3,632031867	10,24649525	9,658255259	10,902613
2,334062852	0,872827994	2,587130654	1,184321445	0,925548939
41,75791906	0,806863517	2,286668755	1,540860867	2,014547266
23,88128435	1,134828978	5,040474886	1,918424056	3,003303217
10,3600734	3,986573734	7,14697258	8,308223447	10,27975913
21,18541804	0,704119748	16,25876141	1,19427399	3,735935687
50,26026098	2,537257855	3,989586099	5,641778792	7,902908541
48,25449775	1,796590783	5,328383324	3,092192386	3,600970572
40,27649464	1,614301302	4,849604961	3,607706884	3,883539453
43,91201008	0,326540062	5,917693592	0,739058634	0,867716881
31,6793568	0,784773276	7,643660638	2,254063278	11,82426956
26,76394617	0,820637028	9,320391929	0,911531851	1,08222652
64,99995153	1,057639977	7,929860775	1,378351341	1,605844669
26,76394617	0,820637028	9,320391929	0,911531851	1,08222652
0,37233513	0,473358927	0,235369461	0,17968394	
23,65204203	5,373259292	6,617428848	8,743535543	10,96055617
29,85128763	4,121177715	7,428839796	8,041513086	11,98362072
55,14742473	2,270468541	5,859447794	6,228506211	7,16073936
67,68758109	0,976504952	3,498223696	2,076251134	2,28657582
27,77125513	1,52788946	20,18978767	3,750182462	5,594774758
1,370640171	3,234967913	2,857607404	3,217044023	36,68662323
0,73990584	0,574234928	14,10552389	1,233991539	2,059427918
5,130459168	4,90741994	6,974134828	6,009660429	27,21013942
25,62435502	1,571552105	15,00558637	4,785570968	4,536138682
10,82123551	1,384629711	30,17159051	2,549219073	3,065083634
2,644341782	1,145884092	34,84149474	3,130881445	2,261157471
2,807900977	1,40570305	37,86574828	1,899317301	2,677849153
2,192248207	1,497701341	37,30094586	2,716645666	2,717123439
13,46770075	4,253884033	7,38431757	6,909638445	11,91263596
20,71808405	1,944987055	5,271678122	3,452608924	4,842114055
4,4063656	0,845801499	24,46286566	1,982772125	2,257820077
3,017282364	1,036881659	36,7943359	1,741799117	1,727938707
5,599729167	0,840418744	24,06203358	2,701865468	2,820733494
10,52977319	0,480972879	41,76173043	0,692175034	0,793540834
7,856686294	0,701606703	38,35172277	1,509177975	1,825859128
1,404154014	0,581474854	2,609924458	1,731838719	1,260946107
6,307984544	0,229744828	30,59571385	0,341072091	0,459994965
17,57408853	0,850802946	15,78748959	1,872930448	1,64564049
35,66147575	0,416522399	12,06284131	0,781672694	0,939523666
13,31019311	0,759421489	4,596845865	1,476961569	1,456598428
31,21228282	3,0474395	18,32043143	4,183732993	6,738369588
42,37510711	2,358706266	5,465233542	6,663908542	8,960487478
6,59514906	1,075356182	31,79650382	2,427017595	2,151506437
0,893820343	0,791215626	31,56557817	1,535682317	1,639379391
2,251926492	0,976909745	34,79451237	2,21560309	2,218517028
5,653761889	1,859768102	25,76101288	5,390697952	6,459469541

6,804551425	2,007824719	27,39561487	3,361834811	2,478099858
52,183263	1,368089021	3,079681248	3,097761532	3,656933829
50,73688885	1,51136338	2,449249519	4,587594012	3,579906502
36,62024818	1,218486238	21,7842017	2,391370632	3,952028896
31,91045893	2,452029493	22,79966593	3,928653084	4,48026429
0,945330519	0,530817259	38,83175723	0,721364383	0,942092523
5,136354479	0,480887071	11,88266748	0,897137565	0,995155393
10,61725349	0,413041147	51,07906111	1,007617193	1,012437424
15,09333206	2,959836811	15,93113532	3,168245169	18,91193445
5,009129108	2,642988911	3,956849823	4,060475813	5,766380639
25,2373243	1,038832175	8,218724854	2,944692794	19,27098154
3,113184617	0,476750282	25,53313611	0,651452765	0,743501707
42,78489222	0,69198952	8,996646874	1,218282243	1,239496894
17,62408833	29,33521666	4,420975338	0,858926742	0,937337138
2,765404544	0,931257102	25,30824737	1,551096549	1,909683643
9,537860413	2,257390659	19,51181931	5,234172623	5,862370239
7,244069165	0,87767659	17,94691591	1,218963434	1,126255454
2,506021242	0,4484294	61,44444949	0,459625764	0,708342105
12,3101818	0,993018046	22,23155221	3,729124781	3,802788274
15,91204005	2,887163894	30,3320919	7,116674011	7,264939248
10,59884379	4,175416922	38,44396765	7,051083472	8,311694556
46,06746273	0,301059102	4,257566996	0,392472682	0,508221964
4,078159264	0,595243108	36,08517919	0,858902154	1,050681495
16,67672661	2,625981064	10,8473232	3,679504286	5,485141096
3,436312923	0,468422781	40,36812839	0,874112183	0,847956233
0,707466352	0,649742904	42,15502832	1,5611854	1,386146748
9,626481645	2,100304652	36,10731678	3,164392712	4,516463086
7,870521171	3,55548291	20,15363751	8,146013774	9,467649514
11,4172822	1,684272736	31,4101499	3,671847495	4,999167383
25,52003185	1,963966481	18,3116346	3,983211394	4,57884533
41,77641418	0,824355885	11,54989308	0,703292446	1,038722573
14,6086561	1,675364207	11,24617035	3,075983742	4,529335719
1,388372288	0,411876526	1,11015224	1,143715372	2,036335577
48,81985372	0,639870721	1,833204142	1,54120794	1,482028971
2,568793775	1,345564801	7,686664343	2,055632325	3,355764359
2,738597089	0,433107967	43,04395035	0,5678998	0,739442502
1,444521781	0,667621925	16,11199441	1,651180191	1,886204589
11,03769612	0,646208577	20,27119314	1,203004883	33,95856267
21,08784146	0,648137374	18,05457194	0,731138936	0,845877272
15,33882145	0,996615597	39,20167019	3,195134817	3,830801796
23,89658558	2,270271805	11,69123371	4,396992871	6,709777303
34,9000904	0,804884512	16,75156717	1,229643164	1,349729236
17,57120011	0,661806399	4,910884458	1,024720633	1,236273551
9,104580012	0,451113911	41,14303229	1,348309317	1,228499917
58,1569174	1,149147083	20,22056613	2,164309335	2,791537398
21,90740318	0,400178647	5,991098506	1,144460881	1,000293402
21,20845766	0,678767042	45,06702556	1,508142486	1,506890506
20,43392705	1,983005341	7,401682469	3,795005213	4,160074588
17,05547606	1,85479077	14,22005552	5,039576672	7,082251302
20,98329314	0,569230272	18,56043889	1,11415496	1,092769043
43,22342132	0,504309105	14,56222532	0,565545377	0,713687174
22,2333316	2,17040841	7,70033701	4,860014973	5,585057659
17,3949142	2,369868292	8,597724903	5,164918166	6,667125
6,867533245	0,367134794	12,35504104	0,823038133	1,545876398
0,671375779	0,296940629	5,145595299	0,393919856	0,461910109

20,68894854	0,948409685	50,61271332	1,502417504	3,258040354
0,833985183	0,393080035	42,37620317	0,554998057	0,760835593
20,08885519	1,762096064	22,42804903	2,993004208	4,716843159
6,026774938	1,901974872	32,16715589	3,783712714	3,488763098
4,869766654	1,645946156	29,09920225	2,893288911	2,729336533
4,103823276	0,539025501	12,82244777	0,784718283	0,902531613
41,06094529	0,267327337	11,4062139	0,748198891	0,843865366
84,7652475	0,442611386	0,634382255	0,917001142	0,906197893
23,10258019	0,333476223	10,4182034	0,839709921	0,827034752
35,43048006	3,313542868	19,11407633	6,563163382	7,647539513
52,51129545	0,602667683	2,591039854	1,864617623	2,101253365
20,8302195	1,115701945	3,204985619	1,828600196	2,54210842
41,2232741	3,749770683	16,1275594	8,593507977	11,05620573
20,11157331	1,830846185	11,30594127	2,873517739	3,705669278
21,14939908	0,530146678	45,16379238	1,088749703	0,826910501
5,183974155	2,115068067	5,182195225	3,187237371	2,433265708
10,0503139	1,783148111	18,49353512	2,528232474	6,08290693
32,5693091	0,382372908	20,48309126	0,667559122	0,892907035
24,54365298	1,293781808	23,95472856	4,763006244	3,454527898
17,76659702	0,643585497	12,97697818	1,626545524	1,618990659
1,572797669	0,429298167	28,48383271	0,706188688	0,709207542
65,36497063	0,612984783	6,732590642	2,009382942	2,570561559
2,2889727	0,44122727	4,863992108	1,329097259	1,507059053
0,882076228	0,445480283	46,25708727	0,945186438	1,028073304
1,948041555	1,120052257	45,6686801	2,834374257	2,726602505
4,911136187	1,517142945	43,82836676	4,96769468	3,232851551
8,187837863	1,168315255	42,36309838	3,701258307	4,276068749
3,35530905	0,96774522	9,490977087	1,926531104	1,703778194
0,605282197	0,658042494	3,722335714	1,491223559	1,877809546
6,361390368	0,260773405	35,78548193	0,817324293	0,689618784
21,56271219	3,009911167	11,33909731	4,41372638	13,73726893
84,23174998	0,828245695	3,309121264	1,47330975	2,49169105
36,3270771	2,493119456	10,31306999	3,293828897	10,98746361
8,187837863	1,168315255	42,36309838	3,701258307	4,276068749
3,35530905	0,96774522	9,490977087	1,926531104	1,703778194
0,605282197	0,658042494	3,722335714	1,491223559	1,877809546
5,681399746	2,076952278	24,45457056	2,340887541	2,703564592
3,233673381	0,756457197	9,628421283	1,221300421	1,377273058
20,43392705	1,983005341	7,401682469	3,795005213	4,160074588
17,05547606	1,85479077	14,22005552	5,039576672	7,082251302
44,20884507	0,374012067	9,738412909	0,76913732	1,12476186
19,51569974	0,973849988	31,00628033	2,150752983	1,887930266
42,84276386	2,360804721	5,325197384	6,672316987	6,039183861
57,99449205	0,867826378	9,189745992	2,904524097	2,208577824
17,17947043	3,360109981	5,491080792	6,967370012	6,367308751
10,150828	2,50450475	32,85615473	4,634950682	5,884248334
66,83685378	1,369073195	14,56952701	2,040945446	3,460937209
3,515458287	0,517824775	6,119237283	7,287853919	4,574790338
14,56771919	1,118661912	20,98949425	2,037860108	2,335234918
13,82603876	1,245037451	38,23014253	2,643000683	3,334644844
9,394873243	2,189500293	31,9780217	4,892818484	5,454949702
36,94805066	0,547984952	4,405922984	1,260263425	1,778106579
1,226557568	0,814550616	48,26526147	1,08995151	1,536020294
2,062829627	0,995788057	35,21228279	1,524293491	1,755210645
6,59514906	1,075356182	31,79650382	2,427017595	2,151506437

0,893820343	0,791215626	31,56557817	1,535682317	1,639379391
2,251926492	0,976909745	34,79451237	2,21560309	2,218517028
30,32185153	1,271675896	24,82763857	3,593916286	4,448997746
15,6332237	2,134273192	21,86720483	3,435571481	4,759294136
53,46046067	0,369580306	1,710897795	0,443277914	0,502420266
13,24047174	0,425895768	37,68454565	1,003587298	0,702701413
37,92654473	0,896139749	12,53487831	2,989564734	3,959087765
36,62842815	2,105255281	18,7382504	3,975016886	4,446560174
2,516224995	1,095835926	1,991105206	1,465479295	3,296206288
79,37764484	1,332202266	3,799539013	2,890069792	3,895250815
11,20175244	2,200772118	12,26436624	2,647265805	3,626728567
4,678785821	0,412284163	23,8133923	0,553087386	0,855084349
41,73109827	1,651380896	14,26989924	4,460406128	6,46626249
52,88154248	1,213229212	14,2377797	4,070967102	3,604216115
4,971426306	0,568891245	6,660403441	1,989169911	2,163340589
1,304735731	0,314078629	29,50509107	1,791899627	0,604693078
18,33035152	0,215180024	4,758762717	0,424405219	0,398235078
41,46385295	0,345345606	17,7570077	0,611281737	0,61683488
13,50039397	2,066736511	8,208655076	4,12747167	6,541250868
28,98793117	2,401323046	7,009534263	3,311915179	4,14610705
15,72434591	0,882489297	19,69821051	1,029347294	1,256400853
18,21226378	0,45041826	18,04773637	1,151924352	1,113473443
13,86919722	1,357927629	22,08805211	2,294446672	3,294304593
19,00394617	1,33402313	21,28521184	2,539014502	2,66548417
16,25622804	3,203295856	25,7416385	4,609467636	5,097348152
21,80680885	2,157061447	24,84237036	3,175760264	3,286949046
3,421860676	1,58956168	43,87898207	2,690201311	2,816277031
5,578967638	0,936855337	44,9827891	2,228501919	3,245418222
3,419604475	0,892231786	47,10156253	1,678799268	2,463126607
7,124468806	0,653518983	20,79288273	7,95460298	6,098013284
2,81597116	0,451046546	42,49175479	0,475233447	0,915302322
1,598063039	0,496996766	11,75879608	1,473049516	1,393413567
22,94606795	1,171066863	32,19735609	4,030075858	4,159939196
14,39985362	0,873036889	41,89770317	2,423676172	3,315981734
26,97046105	0,703015823	18,64524149	0,935359362	1,134831411
38,312405	0,440178035	22,5280982	0,66178474	0,743423722
10,13443775	1,050845396	17,98817311	1,126292484	7,595061672
7,553046181	2,788693816	28,8681883	6,848834577	6,685223606
1,271322383	1,094747825	9,998129744	1,929453991	2,207113964
2,385244109	1,527653366	31,92075045	3,354289012	3,873418865
2,881014743	1,315553629	36,75907453	2,373414559	2,726824758
6,491285429	1,891572311	29,42061316	3,003771678	3,88421294
2,381524898	0,606351963	27,75163031	1,169734181	1,213845002
18,27134002	2,256291132	15,23095781	1,849205152	3,442570433
21,36284587	0,912680304	28,19294644	1,620593865	1,505495635
19,43195989	1,135956519	32,78690092	1,827960579	2,396704813
8,02169626	0,91853687	3,856072697	2,263831958	1,392523313
46,87975914	0,237299801	2,736471727	0,508268844	0,5647866
29,8717238	0,547803884	3,565876116	1,247393936	1,195584037
12,21047154	0,590764201	8,605456419	1,118140202	1,139695618
7,441522352	0,540508269	38,7442487	0,768534996	1,041496686
1,289465304	0,395870038	31,36631034	0,685365385	0,831548346
3,999506191	0,602164713	72,70746944	0,645824322	0,603507231
33,86478108	1,420368878	17,33652103	1,398522137	1,743509996
26,32024582	0,327689306	10,48007007	0,529748436	0,614582701

29,11943056	1,064849093	23,51016016	1,630601	3,157643049
29,11943056	1,064849093	23,51016016	1,630601	3,157643049
4,871353971	2,131165719	14,2507611	2,88970424	7,159171367
8,808603286	1,627545595	7,448031982	2,077870697	4,202114687
31,36290604	1,58338355	24,02681315	3,759278864	4,349552044
64,09373378	1,180798687	6,710633208	1,561549201	2,015936123
4,50499588	2,263466888	48,03457969	3,659690322	4,347459604
5,735009512	2,150291233	52,66333366	3,590230427	3,770794961
6,771131343	0,831455226	21,67729855	1,550029656	6,751156557
12,33844869	0,573143572	40,10357049	0,998749725	0,936395902
35,8867248	0,59087034	6,423213023	2,358840334	1,983434101
28,83114107	1,447660375	5,554445859	2,801441734	2,619739376
22,02093476	0,465226684	19,57372733	1,309589666	1,031673179
18,8900612	0,585093684	3,028600748	1,277894331	1,299491486
50,48360047	1,872447604	14,06033981	4,006254195	6,000224698
46,1401472	1,233922634	5,518651871	2,562856146	3,418116043
34,19052399	0,58451439	2,501209721	0,71708845	0,924239692
23,73513385	0,585489346	20,22630991	0,880262575	2,216426517
13,63197893	0,468688836	36,23627616	0,823654745	0,874895076
21,7049951	0,824809886	14,55996532	1,922600074	2,508067667
4,054563353	1,653301085	31,178546	5,916785818	3,788904271
13,80157897	1,005024953	13,23577858	2,455209512	5,114026914
3,436312923	0,468422781	40,36812839	0,874112183	0,847956233
5,26737961	0,439467989	49,95123953	1,017178999	1,176050129
4,4063656	0,845801499	24,46286566	1,982772125	2,257820077
3,017282364	1,036881659	36,7943359	1,741799117	1,727938707
5,599729167	0,840418744	24,06203358	2,701865468	2,820733494
4,388166885	0,570003006	33,1688527	1,13917932	1,330221343
63,11814076	0,379323027	13,40896406	0,724246996	0,790135567
9,503691755	0,51898386	18,99750484	1,551213794	1,277764064
6,612423063	2,381788841	18,0823748	6,530536732	6,765991117
16,54484467	1,700084703	11,30277576	6,32482844	7,38920212
11,03565561	2,484317458	8,677485409	6,147223941	8,444743881
9,308448106	2,612093437	29,85370764	2,75931393	5,701617933
17,00900315	0,797231864	13,84272297	1,340084467	32,73115839
11,82054434	2,378000155	27,16047578	5,177150803	4,706934706
21,70716363	2,404992253	22,1551215	3,90074057	6,701206353
22,3393025	0,483166699	29,57442453	0,839991364	1,830159973
1,037907496	0,435815886	45,8297298	0,536477259	0,557935729
44,55371727	1,380357487	12,69071985	1,471767534	1,750433274
1,026744964	0,676348118	49,78840333	1,580353796	1,408331961
1,359519052	0,763089425	51,4586123	1,322034959	1,575236387
12,68325391	0,492843236	18,43881703	1,069821931	1,212894854
7,150026812	2,319182563	30,58089217	4,054229369	4,940537032
83,45311047	0,764724548	1,859636014	1,668356444	2,317154391
27,6869217	0,840497609	29,52293919	2,554268178	3,624703235
49,00679592	0,314455584	4,604486416	0,536280412	0,610807912
65,34614282	0,481819533	10,37186487	0,718746341	1,062009621
20,17790254	0,285886314	7,077813393	0,474060965	0,568859564
2,779162972	0,728126868	24,67215352	0,921149185	4,501970175
33,12408035	0,889735894	29,40278311	1,166156783	1,615839226
60,99853568	0,711739263	5,339920311	1,295818697	1,751957154
6,247384583	1,572003968	12,13185083	1,731326702	19,59155884
32,48048973	0,698004584	5,914185639	1,780428092	1,98110217
41,02852632	0,392762471	1,731084396	0,715238854	0,741161456

0,520904105	0,406157124	34,11335801	0,697902754	0,539882848
26,7335069	2,40643107	25,11246528	3,278005991	4,340155818
17,21409738	1,119279018	7,714284547	2,143469123	3,067481124
16,73584818	1,168989363	17,59397348	1,393660423	11,76130371
5,683639645	2,333903581	22,06067361	6,353730802	8,280090104
25,76524056	1,944618684	18,30234664	6,058825011	9,407418174
5,739519504	0,95456877	19,82482895	3,162008695	3,258047833
2,702648773	0,777455266	20,27734721	1,580583042	2,033248715
9,314365764	0,352000482	39,41393772	0,703819986	1,201569777
4,850504323	0,412184219	35,76766232	0,692264896	0,990279708
1,340280774	0,614900545	39,75859022	0,921146576	0,810138782
17,8244764	0,368610458	16,5404049	0,776096204	0,769614086
4,833999872	0,690577031	74,76094585	0,543648711	0,392029057
18,96900389	0,542832224	20,27651275	1,074391052	1,18297303
38,14500706	1,307792765	20,20377698	1,947217236	3,046608924
38,9328741	1,046014087	16,95038472	3,502340766	2,787646715
39,22281959	0,458986325	3,267799304	1,22375881	1,510898107
5,069623013	0,530556439	12,44327579	0,615381704	1,029837018
2,141056877	1,224083431	45,73897037	1,468811051	2,346103159
36,11635387	0,286173291	2,489217277	0,590168178	0,733638338
2,922276565	1,176644222	33,20160907	1,901311812	2,761561698
16,85861264	1,380830947	32,8223529	2,650503319	2,604482473
8,94834407	1,288156383	36,68720106	2,230799356	2,937001531
23,59725881	0,383525356	21,26411756	0,637350391	0,912309776
6,997027741	3,563116993	24,4090508	8,330291315	8,350867079
14,18521502	3,051309463	28,08905343	7,37859027	9,425934851
31,41600762	1,381346916	16,48656169	2,34469475	3,363815682
17,82260177	2,078432406	22,60057108	4,496381666	5,117020036
11,82500452	2,622068304	42,42705572	4,811293297	6,609981511
55,9520488	1,680260995	16,38928697	2,417616724	3,041782266
0,666608132	0,506882757	48,89293692	0,765588758	0,653009555
49,64006946	0,248140673	8,896305573	0,431375557	0,50282182
8,739638927	0,624224539	57,59374499	0,850888065	0,62802002
2,947584075	0,197294393	10,34776887	0,498343408	0,480392203
24,28075788	0,484150729	14,30022434	1,75279881	1,363064729
40,31917976	2,431874807	6,370379362	6,029701265	5,572329851
32,49357777	1,448907822	22,33863068	3,440079879	5,551698861
38,71535294	1,646705914	18,03238807	4,348584651	6,055530388
79,15979656	1,491979294	4,379077265	2,677039688	3,391519973
10,12089053	2,598707494	20,60173677	4,990573907	8,639086465
12,54214265	1,735917644	26,7485381	4,183527512	3,699477517
25,00489769	1,975526306	17,19895611	6,210352786	6,699595514
1,540436925	0,448166561	41,71528306	0,551638384	0,625906987
14,52948609	2,252059706	52,15150019	0,597649628	0,797621778
4,70519257	2,155291508	43,46707234	3,544126818	5,507670234
4,749423019	3,061405534	26,56266813	4,244333364	8,953035117
28,02359611	0,206957321	7,590962309	0,440118204	0,644602415
29,90132907	0,755666873	13,35911446	1,243715765	1,726024014
12,93517016	1,13359411	21,7704781	1,736565268	16,17885979
8,296473471	0,381596831	36,1772165	0,582871051	0,642416604
26,6467715	0,749062738	8,008206842	1,652047864	1,509524251
12,41241752	2,294174023	30,18173481	8,18537136	7,550057381
4,872715368	3,338730012	34,89474783	6,311783721	7,969424298
3,758346464	1,302299986	48,71357793	2,756742449	3,601309927
4,52745626	2,059510625	51,74788323	3,554658368	4,316963283

8,478242721	1,277843951	42,45748261	2,083451861	1,868899878
29,60286999	1,296858808	28,10374471	2,433997364	8,424594151
4,271433273	1,829762807	39,95790451	2,126055311	13,51713546
11,44426715	1,415821256	41,09017289	1,617143098	4,213806489
13,62225874	0,910027074	13,12748247	1,477769295	3,6199358
47,85256007	0,498143788	18,20575785	1,126671416	1,251989314
3,646265288	1,158833598	5,786539459	1,804069405	2,983742288
2,024592154	1,394195941	11,43218723	2,108814601	2,826714449
27,4149994	0,495805121	15,9906037	0,616375029	0,920792949
6,975126235	0,73887484	19,86680559	0,997062565	1,181060988
48,12132499	0,423338867	12,57382851	0,805448652	0,947590672
11,48230282	3,023564623	14,64314031	7,76342399	12,59862563
15,29080981	2,780407221	24,14548419	6,072293164	6,40913948
26,84908052	1,569178913	26,3007686	2,898262929	3,555307961
10,96965671	1,807097155	29,86776687	2,406596754	7,859278899
52,51979908	0,504621757	17,33232456	0,710382474	0,825409744
0,583032506	0,387939252	34,67474259	1,212780352	0,617950292
14,49109672	0,333272043	38,56530536	0,678989961	1,215917309
46,55562284	0,51709853	7,118481707	0,75344803	0,893480263
2,097937198	0,704040066	37,51027388	2,293094195	1,232763853
16,49349526	0,796601772	15,17083954	1,161890001	1,642473081
34,62598178	0,270688624	7,787671607	0,364365031	0,54431629
49,64176419	0,626534921	1,297915146	0,981486259	0,94481032
4,093467672	0,227930777	11,81224558	2,033929149	0,56772024
3,71725811	0,437116266	32,97550367	0,637423975	0,778275618
4,093467672	0,227930777	11,81224558	2,033929149	0,56772024
8,5681615	1,133019618	25,66827442	1,854464876	2,500954082
13,42450445	1,513027381	9,766709708	2,953811528	3,048494814
16,25622804	3,203295856	25,7416385	4,609467636	5,097348152
21,80680885	2,157061447	24,84237036	3,175760264	3,286949046
19,88503425	1,509750651	24,46801928	2,062158751	3,459086816
4,780349211	1,462456704	38,49692448	2,549577909	3,136308818
1,983763452	0,996586236	5,914416663	1,824024678	2,165945105
10,65751768	1,441591381	28,90741197	3,601513606	3,804898057
22,62873249	0,429260718	6,92207854	0,706582235	0,711675629
67,66961795	0,346106785	2,032917727	0,785825521	0,727012201
47,51224873	0,197062482	3,538040851	0,355258701	0,381793897
19,43541848	0,653244806	26,01124679	0,738056004	1,049093966
2,255725427	1,325313518	44,08276698	2,224774647	3,323386412
1,649040335	0,962278172	53,04442676	1,224113647	2,039088144
2,100522142	0,93800961	54,3544865	2,099757625	2,535334917
12,17415119	2,878347837	26,97096452	7,898409015	7,785776628
6,627755257	3,647256453	18,5437527	3,711026164	5,310452885
8,051135562	2,73579537	16,66464944	8,021345726	11,22874797
49,18607564	1,045351124	12,32685125	1,163288132	1,978161096
49,47623582	0,883044908	2,035436796	3,037396827	3,940200972
44,03874692	1,850718814	3,331256585	4,128826571	4,885433466
38,55035214	1,912246245	8,564094898	4,097310543	5,641110237
2,639528023	0,716415909	28,57904943	1,212333248	1,825052849
6,953119867	0,266190794	12,59621659	0,409156102	0,501732405
23,54241293	2,101173048	9,046212191	5,099309997	6,229306738
29,13477485	0,570461706	2,50922801	2,066049043	2,140410921
1,747319796	0,738719863	2,977842739	1,719188785	1,616606461
8,931008505	2,797657309	6,43488983	5,997697485	5,282187599
3,842609176	0,548274516	58,48682324	0,78569782	0,650360397

36,32340092	0,329273609	12,70813693	0,80323175	0,90016018
7,487145856	0,390086636	13,40975549	0,365410898	0,537489
0,891250189	0,861213924	26,35235939	1,371834568	1,978115297
4,072965853	0,353609771	37,34487319	0,844937315	0,927169167
7,35244367	1,126921112	42,31571509	3,639284387	3,185542971
12,2149468	1,985554656	40,649003	3,843785394	3,987859553
41,19389707	0,628861316	7,683220934	0,608315724	0,799037761
13,76731843	1,480611773	19,94275409	2,044389185	3,814784555
20,07735335	0,955566422	26,54608411	2,56562103	1,745569017
8,079773829	1,216469453	45,64981053	1,742933141	1,806898273
11,02698531	0,54043123	36,67041022	0,786551448	0,631876409
40,28904577	0,961964944	18,62466274	4,726932846	5,493057991
51,64228825	0,693517333	4,62592018	3,718255771	4,599286119
18,4010798	1,490288455	42,27612685	5,473340724	3,712938636
14,41947569	1,928257904	29,57772228	7,064660486	5,81283699
23,94560882	1,347814952	40,55785873	3,138383273	2,171803506
11,1401221	3,38771516	25,40621585	5,233291182	6,73888274
2,812127905	0,887307433	10,29839288	1,296954793	1,636889421
2,912351385	0,510708389	21,90800019	0,427545955	0,362796145
14,27120261	1,232912716	22,96405158	2,598387082	2,020330346
4,985131697	0,266440097	5,769128314	0,524516592	0,590382853
2,088439497	4,138344099	7,430522162	1,601133413	29,65375421
10,7706371	1,742062226	23,54904666	3,460747133	3,879514212
7,437015257	2,301223073	24,04851083	2,766433923	3,628994099
1,533562605	0,788045604	8,48327173	1,80201784	1,585960049
1,893601785	0,615650615	9,612332578	0,710092645	0,774032955
8,857187185	0,499197175	6,748270369	0,664808868	0,657293047
12,21047154	0,590764201	8,605456419	1,118140202	1,139695618
15,53128654	0,544203468	17,10978048	1,394904223	1,070295674
19,7294779	0,416365919	12,48940113	0,602969294	0,653985133
7,026237354	0,296172908	12,15249005	0,644186068	0,730725425
4,153287009	1,236170289	7,999976813	1,241177092	1,51431014
3,979278324	0,362309238	18,71197792	1,236429792	1,42037051
3,913699533	0,989720286	24,03677154	1,466241733	1,621836342
21,74505873	1,331742757	34,18485269	3,263388117	2,80444693
22,24133994	0,501366519	35,46713468	0,782011267	0,823383665
66,7793578	0,673589522	2,057009257	1,388096233	1,801623381
11,80564325	4,000035789	10,74750594	5,82013794	9,604144716
7,841474361	2,204748369	35,39935867	3,532152725	4,250103563
15,30803952	1,859655572	28,56177792	2,415718209	5,413841636
11,53394429	1,28944344	60,85719291	2,033901984	2,488261591
3,967565132	0,815655065	35,5352141	0,724723929	1,210627443
18,27332757	0,669196087	13,27834075	1,769070884	1,646167658
15,22681545	0,790096934	11,46113164	1,508305988	1,744323779
15,2270763	0,33616115	29,237585	0,596115082	0,625480681
3,608087695	0,582400706	35,05142915	0,686170752	3,50673165
25,6896509	0,54595035	1,773525018	1,06872987	1,615906699
1,06987265	0,215671793	1,661279904	44,86306556	1,162183514
37,46683925	0,298307323	17,42856994	1,010334494	0,973148372
10,52685405	0,378766152	27,64057145	1,364615143	1,418712856
5,478169513	0,685528937	32,48124192	1,182380686	3,18259934
17,31801935	0,283677546	28,82076714	0,762551828	0,973911898
17,04919742	0,5217962	28,67785361	1,447307836	1,659995983
31,58824968	0,752640171	2,088886243	1,197032374	1,066153687
5,242911253	1,446355257	45,2302468	2,819300233	2,912060096



16,53225934	2,029581988	38,87670604	3,031598711	3,855608935
6,252796345	1,874148497	26,56095068	5,275246925	4,538909041
21,29702436	2,133288293	13,93389893	5,817476974	5,903316786
13,3946079	0,246982933	10,32900244	0,296500534	0,588379817
16,08657875	0,869521411	18,93488516	1,729300739	1,679075553
19,51776021	0,345463372	33,27520049	0,718019976	0,841648816
5,704237298	1,389284247	32,35342507	1,582518553	2,137303313
10,14970275	1,468901999	30,3208633	2,430735038	2,103970169
24,89120335	1,789175853	22,62294862	3,47043638	5,388439101
26,63984719	1,90467469	27,65247457	4,034182651	4,167130555
27,20549583	2,013930215	15,85398611	4,192150599	4,764316846
45,90166978	1,677482156	5,522124211	2,48185726	3,772954869
56,36061005	1,285364712	12,9468942	2,399314079	2,847811923
21,82128004	0,343086434	11,47303541	0,657834989	0,668561377
0,995482	0,859293583	9,239269348	0,846616764	1,186141035
6,139643833	5,236186156	14,40688644	10,19717946	13,59692417
6,266007304	4,317589748	31,95553317	8,005379904	9,189528647
9,519800898	1,000346549	37,47035029	2,105069341	1,879305498
7,166008195	0,932540988	35,12169351	1,493047177	2,442353366
4,067516738	0,927252408	27,67871604	1,070184863	1,417772353
21,82771843	1,013019861	2,872927015	1,875715546	2,639902761
24,4022433	0,764310708	2,324819659	1,166942604	1,777106971
11,76387402	4,653058399	25,55970955	8,610332573	12,66882661
8,49430712	0,636466602	20,90069837	1,926311785	1,56860562
5,535713767	0,63610931	9,487969704	0,936522922	1,01075517
4,501669585	0,514166975	48,02869159	0,762211864	1,131167961
1,083313358	0,447209168	62,20451485	0,589590265	0,692926054
7,510235036	1,30057946	47,55527235	3,696084609	3,275985804
11,90662111	1,514463051	41,09931786	2,110566377	2,986123015
10,19120363	1,955965539	43,8543616	2,723871053	3,07426661
12,85136592	0,540811833	20,09144904	0,541380364	0,705550725
48,35615964	0,568754638	16,32835989	1,646907697	1,771019785
67,0064547	0,900052606	3,455350235	1,37333702	1,796191682
17,65253106	1,268396017	3,07590698	1,536667191	1,324397082
41,96610591	0,542366977	28,92934098	1,142741558	1,243717912
0,63467153	0,302914978	41,99297427	1,40819952	1,162088033
37,44977116	0,540878973	7,486151173	0,962201084	0,820530446
3,623021376	0,441617753	40,93851937	0,680713519	0,975034547
47,84636096	0,257159593	3,353528818	0,45072766	0,564266764
2,770972415	0,82629162	35,23391043	2,47484414	2,286045344
2,562864054	1,035895808	36,93043432	4,211150758	2,737101521
21,42409023	0,822475379	7,452111981	2,244756983	1,838785774
6,230970155	0,559897748	41,66895023	0,746798357	0,950421101
1,382550827	1,086931182	50,39573664	1,293637729	1,662062868
12,06141388	0,608994431	16,29261915	0,88608668	0,898539112
9,418991609	0,369651356	28,68638829	1,326706881	1,330283032
1,585503399	0,59745081	27,02539545	4,619657242	1,342562276
15,08501592	4,019524178	32,32181962	6,723214578	8,514664585
16,84571697	0,573616925	35,44305503	1,89143662	1,873570522
22,72368239	0,696861288	24,31834004	1,735151803	1,585529372
34,22652018	0,572502293	15,22281917	1,094717124	1,484823141
7,337806808	0,893302924	49,07165627	2,203127428	2,072611844
5,17663377	0,566445909	47,41597178	2,105734161	1,89363835
21,62722848	0,860829413	46,81902305	1,570890048	2,17628753
34,32343613	0,925760968	39,8101915	0,898671934	1,582177631