

ED  
myler  
38530

T.M/378/S68

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**SECCIÓN DE POSTGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIA ECONÓMICAS**

**MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA UNIVERSITARIA**



**DETERMINACIÓN DE TRAZAS  
METÁLICAS EN VINOS POR EL MÉTODO  
DE ABSORCIÓN ATÓMICAS**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE: MAESTRO EN  
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DOCENCIA UNIVERSITARIA (CON  
MENCIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA)**

30

**AUTOR: LIC. JOSÉ HUMBERTO SORIANO FRANCIA**

**CALLAO-PERÚ  
2010**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**SECCIÓN DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**

**MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN DE DOCENCIA**  
**UNIVERSITARIA**

**RESOLUCIÓN N° 025-2010-SPG-FCE-UNAC**

**JURADO EXAMINADOR**

<b>Dr. BALDO OLIVARES CHOQUE</b>	<b>PRESIDENTE</b>
<b>Mg. HERNAN AVILA MORALES</b>	<b>SECRETARIO</b>
<b>Mg. JAVIER CASTILLO PALOMINO</b>	<b>MIEMBRO</b>
<b>Mg. RAYMUNDO CARRANZA NORIEGA</b>	<b>MIEMBRO</b>

**ASESOR DE TESIS**

**Mg. CARLOS ANCIETA DEXTRE**

## **DEDICATORIA**

A mis padres:

**HUMBERTO SORIANO ZAVALA †**

**EVA FRANCIA HUAPAYA DE SORIANO †**

Porque me guiaron por la senda del bien y así mismo a Dios nuestro Señor.

## INDICE

	Pág.
<b>PROLOGO</b>	5
<b>RESUMEN</b>	7
<b>ABSTRACT</b>	8
<b>I. PLANTEAMIENTO INICIAL DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
1.1 Identificación del problema	9
1.2 Formulación del Problema	15
1.2.1 Planteamiento del Problema	16
1.3 Objetivos de la Investigación	17
1.3.1 Objetivo General	17
1.3.2 Objetivos Específicos	17
1.4 Justificación	18
1.5 Limitaciones y facilidades	19
1.6 Hipótesis	20
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Características Químicas de los elementos metálicos materia de la detección	22

2.2 Comportamiento de los elementos metálicos a determinar en el vino.	36
2.3 Espectrofotometría	45
2.3.1 Espectro de absorción	46
2.3.2 Espectrometría de absorción	52
2.3.3 Análisis cuantitativo por absorción	54
<b>III. METODOLOGÍA</b>	<b>71</b>
3.1 Relación entre las variables de investigación	71
3.2 Tipo de investigación	72
3.3 Diseño de Investigación	74
3.4 Metodica de cada momento de la investigación	74
3.4.1 Determinación de Na	77
3.4.2 Determinación de K	81
3.4.3 Determinación de Cu	83
3.4.4 Determinación de Fe	86
3.4.5 Determinación de Mg	88
3.4.6 Determinación de Ca	91
3.4.7 Curva de trabajo del Na	92
3.4.8 Curva de trabajo del K	94
3.4.9 Curva de trabajo del Ca	

3.4.10 Curva de trabajo del Fe	95
3.4.11 Curva de trabajo del Mg	97
3.4.12 Curva de trabajo del Ca	98
3.5 Operacionalización de las variables	99
3.6 Población y muestra	100
3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	100
3.8 Procedimiento de recolección de datos	101
3.9 Procesamiento estadístico y análisis de datos	101

#### **IV. RESULTADOS**

1.1 Resultados parciales	102
1.1.1 Determinación de Na en la curva de trabajo	102
4.1.2 Determinación de K en la curva de trabajo	103
4.1.3 Determinación de Cu en la curva de trabajo	103
4.1.4 Determinación de Fe en la curva de trabajo	104
4.1.5 Determinación de Mg en la curva de trabajo	104
4.1.6 Determinación de Ca en la curva de trabajo	105
4.2 Resultados finales	105
4.2.1 Tabla de resultados	106
4.2.2 Comparación con resultados establecidos	107

## **V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

5.1 Contrastación de las hipótesis con los resultados	109
5.1.1 Primera prueba de hipótesis	109
5.1.2 Segunda prueba de hipótesis	114
5.1.3 Tercera prueba de hipótesis	118
5.1.4 Cuarta prueba de hipótesis	123
5.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares	128
5.2.1 Discusión de resultados	128
<b>CONCLUSIONES</b>	129
<b>RECOMENDACIONES</b>	131
<b>REFERENCIALES</b>	132
<b>ANEXOS</b>	136

## **Prologo:**

El vino aparece con el desarrollo cultural del ser humano, siempre ha sido muy apreciado y motivo de muchas alabanzas. Se encuentran vestigios (Persia) que por el año 3500 A.C., era conocido e incluso se comerciaba, con el curso del tiempo su producción se amplió.

El cultivo de la vid se generalizó, y por tanto la producción de vino aumentó y cada vez se mejoraba su calidad. En la actualidad se cultiva vid en todo el mundo y la demanda de vino va creciendo.

Por eso la producción del vino del distrito de Santa Cruz de Flores, por su agradable sabor es materia del actual trabajo de tesis.

El vino es una bebida que aparte de tener agradable sabor, posee ciertas propiedades que ayudan al buen funcionamiento del organismo humano, disminuyendo el riesgo de enfermedades de tipo cardiovascular.

Al fomentar el desarrollo de la industria enológica de calidad, se genera más puestos de trabajos directos (obreros, técnicos) e indirectos (comercialización) que contribuye en la mejora sustantiva de la región.

Se necesita conocer desde luego las propiedades químicas y físicas de los elementos que se van a determinar en el vino, así como los compuestos orgánicos y metálicos que se pueden formar, de acuerdo a su comportamiento con la sustancia orgánica y tener los grados de concentración que se consideran adecuados.

Para aplicar el método de análisis instrumental por espectrofotometría de absorción atómica, se debe conocer la base científica para explicar lo que ocurre con las muestras al someterse a la temperatura de una mezcla de gases en combustión

que vaporiza el agua y deja el material sólido que también se vaporiza y se debe romper los enlaces químicos. Y dejar a los átomos libres en su estado fundamental, para que luego se produzca el salto cuántico por la energía apropiada proporcionada y su posterior lectura de la absorbancia en el espectrofotómetro.

El espectrofotómetro de absorción atómica, está formado de una serie de componentes básicos que deben funcionar perfectamente para obtener un resultado real de la absorbancia ocurrida. La llama es proporcionada generalmente por una mezcla de aire (gas oxidante) y acetileno (gas combustible) para los casos desarrollados.

Se emplea para cada elemento materia de la investigación un método y materiales adecuados y una preparación correcta de las soluciones. Llevadas las soluciones preparadas (sin contenido de vino) al espectrofotómetro con cátodo hueco, se obtienen las absorbancias para cada concentración, los datos obtenidos sirven para graficar las curvas de trabajo, a la cual se llevará la absorbancia de la muestra de vino y tener la concentración buscada, se uso como unidad de concentración el miligramo de cada elemento (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca) por litro de solución.

La tabla experimental del presente trabajo se comparó con valores conocidos en el ámbito de los países productores de prestigio viticultor reconocido.

## RESUMEN:

La Tesis "*Determinación de Trazas Metálicas en Vinos por el Método de Absorción Atómica*", determinará la calidad de un buen vino, en especial el elaborado en el distrito de Santa Cruz de Flores, que produce un producto muy agradable, ya que cuenta con un clima adecuado para la producción de esta agradable bebida. Usando la espectrofotometría de absorción atómica se encontró la concentración de sodio, potasio, cobre, hierro, magnesio y calcio, elementos metálicos que si escaparan ciertos rangos darían un vino de mala calidad.

El trabajo de análisis se efectuó respetando todos los pasos para no incurrir en errores de medida, contaminación, exacta concentración, estándares comprobados y el método analítico por espectrofotometría de absorción atómica, empleando los cátodos huecos de sodio, potasio, cobre, hierro, magnesio y calcio.

Para el proceso analítico se usó una llama proporcionada por la mezcla de aire y acetileno.

Los resultados obtenidos se comparan con los dados por Certificaciones del Perú S.A. (CERPER) entidad de responsabilidad reconocida, a quien se envió una muestra de vino del mismo lote analizado, los resultados dados por CERPER tienen coincidencia con los obtenidos por el autor.

Luego se comparó con los valores que da California (USA), Francia, Alemania e Italia, regiones del mundo que producen vinos de alta calidad y que gozan de gran prestigio vitivinícola, donde se observa que el vino producido en Santa Cruz de Flores, cae en estos rangos de calidad, lo que asegura se lo puede catalogar como un vino de buena calidad.

## ABSTRACT

The thesis "Determination of trace metals in wines by atomic absorption method, determine the quality of a good wine, especially those made in the district of Santa Cruz de Flores, which produces a very pleasant, because it has a climate for the production of this delightful drink. Using atomic absorption spectrophotometry was found the concentration of sodium, potassium, copper, iron, magnesium and calcium metal components if certain ranges would escape a poor quality wine.

Analytical work was carried out following all the steps to avoid making errors of measurement, contamination, precise concentration proven standards and analytical method for atomic absorption spectrophotometry, using hollow cathode sodium, potassium, copper, iron, magnesium and calcium. For the analytical process used a flame provided by a mixture of air and acetylene. The results are compared with those given by Peru SA Certifications (CERPER) recognized liability entity, who was sent a sample of wine from the same batch tested, the results given by CERPER have coincided with those obtained by the author.

Then compared with the values that give California (USA), France, Germany and Italy, regions of the world that produce high quality wines and enjoy great prestige wine, which shows that the wine produced in Santa Cruz de Flores, falls in these ranges of quality, ensuring it can be classified as a wine of good quality.

## I.- PLANTEAMIENTO INICIAL DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 Identificación del problema

El vino es una bebida muy apreciada a través de los siglos y que permite comentarios muy lisonjeros, como los siguientes:

“Vino, denominación que se le da al jugo fermentado de las uvas y que parece haber nacido con el hombre, ha sido su alegría y uno de los mayores placeres de los que ha disfrutado, ser inspiración y uno los principales motores de la cultura occidental”

“Desde que el hombre probó el vino ya no quiso dejar de hacerlo. Aprendió a cultivar la vid y a mejorarla para sacar de ella sus mejores frutos, esas uvas con las que elaboraría la bebida que le acompañaría para siempre en la mesa y le alegraría la vida en un viaje compartido que duraría siglos, que se ha convertido en el vínculo entre el hombre y el espíritu, en el signo de la civilización en la que la dulzura de existir une cuerpo y espíritu”

“Vino, Baño y Venus desgastan el cuerpo, pero son la verdadera vida”, rezaba un proverbio tan antiguo como los placeres que evoca. Y es que el vino forma un todo con el hombre y con la historia de la cultura por la poderosa y sostenida fascinación que ha ejercido en cada uno de los actos cotidianos a lo largo de los siglos.

De la Biblia (Génesis, VIII, 1, 4, 16; IX, 19, 20) se extrae;

“Dios hizo soplar un viento sobre la tierra

y las aguas empezaron a bajar,

se cerraron las fuentes del océano  
y las compuertas del cielo  
y ceso la fuerte lluvia que caía del cielo

(...)

y el decimos séptimo día  
del séptimo mes  
el Arca se detuvo sobre las montañas de Ararat

(...)

“Entonces dijo Dios a Noé:  
Sal del Arca, con tu mujer, tus hijos  
y las mujeres de tus hijos....”

(...)

y a partir de éstos tres hijos de Noé  
se pobló la tierra  
Noé se dedicó a la agricultura  
Y fue el primero que planto una viña  
Pero cuando bebió vino se embriagó  
Y quedo tendido en medio de su carpa (...)

La fruta en general fermenta en forma espontánea. Por lo tanto, el vino se produce en forma natural siempre que las levaduras transportadas por el aire entren en contacto con el jugo de la fruta.

La elaboración del vino no es más que la supervisión y refinado de este proceso, y cabe asumir que se ha producido allá donde los seres humanos han vivido en las proximidades de viñas o parras silvestres.

Una variedad de viña, *Vitis vinifera*, produce casi todo el vino que se bebe hoy en el mundo, y parece que es originaria de transcaucásica (que viene a ser: Georgia, Armenia y Azerbaijan de hoy). Las evidencias encontradas sobre el cultivo de *Vitis vinifera*, se remonta a una antigüedad de por lo menos al cuarto milenio. Aquí en la antigua Mesopotamia. En Persia se registra haberse encontrado un ánfora con manchas de vino que data del año 3500 a.C.

Todos los pueblos que se han bañado con las aguas del Mediterráneo, han sido productores de vino a lo largo de su historia. De ellos destaca el egipcio, por haber sido el primero en registrar los detalles de la elaboración del vino, a pesar de que no hay pruebas de que hayan sido los primeros en producirlo. Sus pinturas muestran el cultivo de la vid hace 5000 años, cuando ya era una actividad bien desarrollada y tecnificada, supervisada por expertos que seleccionaban los vinos con un profesionalismo semejante al que se usa por ejemplo en Burdeos hoy. Las pinturas egipcias, además, los muestran produciéndolo, almacenándolo y bebiéndolo con gran expresividad y placer, lo mismo en sus fiestas que en sus reuniones familiares y ceremoniales, todo como un gran testimonio del gusto que sentían por esta espirituosa bebida. (Se presenta una representación en Anexos)

Otros que también lo consumieron fueron los sumerios mesopotámicos, quienes la

registraron en sus tabletas de arcilla por los años 3000 A.c., que al parecer lo importaban, porque las tierras donde vivieron eran más bien secas y desérticas, podría ser que el vino que consumieron provenía de las colinas del norte de Persia.

“Los pueblos del Mediterráneo comenzaron a salir del barbarismo cuando aprendieron a cultivar el olivo y el vino” así escribió Tucídides, el gran historiador griego en el siglo V a.C., cuando Atenas se había convertido en el mayor centro cultural y social de esa parte del mundo, y desde donde se distribuían las ideas que apasionaban el mundo, tal vez impulsada por la apertura que creaba el vino entre los pueblos que lo bebían. Creta, Micenas, todo el Peloponeso y la Magna Sicilia, que eran terreno fértil para la expansión del vino que se distribuía por todos lados, se comercializaba y se bebía ampliando cada vez sus alcances y la gran variedad de sus vides y uvas; así como la gran diversidad en el color, olor y sabor del producto final y que los escritores de la época, como Homero, se encargaron de incluir en sus epopeyas, los autores de obras teatrales colocaban en las escenas de las obras que escribían.

El cultivo del vino llegó desde Grecia y se quedó rápidamente en el sur de Italia; incluso se convirtió en el ancla con la que los griegos se establecieron en las costas sicilianas y convirtieron a Siracusa y Sicilia en las ciudades griegas más populares de la época, dejando atrás a Atenas. Cuando llegaron a Italia, ya se cultivaba la uva en las tierras del norte y centro de la bota italiana, en la actual región de Toscana, que era la tierra de los etruscos, quienes habían llegado del este, tal vez de Asia menor. Los etruscos cultivaron la vid, produjeron vino, lo bebieron mucho antes que los griegos y lo comerciaron más allá de los Alpes. Luego los romanos le tomaron el gusto y lo adoptaron en su cultura, bebiéndolo sin

medida e integrándolo en todos sus ritos y costumbres; pasando así, a ser los grandes consumidores de la bebida, llevando su afición del vino hasta el exceso.

Las guerras de expansión romanas, con las que el imperio crecía por todo el continente, casi indirectamente se convirtieron en el vehículo de dispersión del vino por todos los lugares a donde llegaban sus legiones. En su mejor momento los romanos ocuparon toda Europa, hacia el siglo III A.c., la cual era campo de cultivo de viñedos en las mismas regiones en las que hoy se encuentran, incluyendo los países del Danubio, más que nada debido al impulso del emperador Marco Aurelio Probo (276 – 282), que transformaba a sus soldados en viticultores cuando se les permitía momentos de paz. Llegó la decadencia del imperio romano, sin embargo, el vino no se eclipsó, siendo la iglesia quien toma las riendas. Los clérigos se convirtieron en viticultores y en proveedores para la población, los altos personajes y los monarcas; tal actividad les servía para alimentar el tesoro episcopal. Los reyes, los duques y señores feudales ante el ejemplo de la iglesia, también cultivaron la vid. El desarrollo de la burguesía impulsó el crecimiento de los viñedos en las cercanías de las ciudades, la mayoría de ellos propiedad de los burgueses más ricos. En el **Anexo II** se presenta una breve historia del vino a través del tiempo. Después, el cristianismo se convirtió en el vehículo de dispersión de la viticultura y el vino hacía todo el mundo. Cuando la conquista llegó a América, llevó con ella su fe y el uso del vino en las ceremonias religiosas, junto al cultivo de la vid que desarrolló en las nuevas tierras conquistadas de América del Sur, México y California.

De España llegó una vid que se llamó Misión en México y en lo que es hoy el suroeste de Estados Unidos. Se le dio ese nombre por haber sido empleada por

las misiones de franciscanos en esas regiones. Da una uva negra, la misma que llegó al Perú, donde recibió el nombre de Negra peruana.

La difusión de la vid fue rápida; en México se plantó desde los tiempos de Hernán Cortés, en torno a los años 1520, después de la conquista de México. Más tarde paso al Perú, donde los nombres de Bartolomé de Terrazas y Francisco de Carabantes, en la década de 1540, figuran entre los pioneros de la viticultura en el país. Carabantes creó el viñedo de Tacama, en el oasis de Ica, que es el más antiguo del Perú

En la costa peruana, al sur de Lima, surgió una gran cantidad de viñedos, muchos de los cuales eran trabajados con esclavos, lo cual da una idea de la rentabilidad de esta actividad, porque los negros esclavos significaban una inversión importante. En efecto, para esta región, en el siglo XVII había 20 000 esclavos y una inversión global de 10 millones de pesos. Los jesuitas dirigieron varios de los principales viñedos; solamente en el valle de Arequipa, hacia mediado del siglo XVII, poseían una treintena. Parte del vino peruano era exportado a toda las costa del Pacífico del Imperio Español, incluso a México y América Central, pese a las medidas de los españoles para limitar la producción y evitar ese comercio. El Perú en aquella época producía 16 millones de botellas. En muchos lugares del Perú actual se producen vinos excelentes.

Al sur de Lima, a la altura del Km. 80 de la carretera panamericana sur, se encuentra situado el distrito de Santa Cruz de Flores, zona agrícola, cuyas tierras son regadas por las aguas del río Mala, el clima del lugar es estable, según las estaciones del año, es húmedo y produce un vino agradable, lo que me motivo realizar este estudio en cuanto al contenido de sodio, potasio, cobre, hierro,

magnesio y calcio. En el **Anexo III**, se presenta una breve historia del distrito, el mapa de ubicación y su mapa político.

## **1.2. Formulación del problema**

La determinación de elementos metálicos como: sodio, potasio, cobre, hierro, magnesio y calcio en vinos, requiere en la actualidad del uso de equipo sofisticado de gran confiabilidad como lo es el espectrofotómetro de absorción atómica, que es el detector con el que se puede cuantificar niveles muy reducidos de elementos metálicos, tal como es el caso que es materia de la investigación.

Los resultados de la detección son interpretados en base del conocimiento de la disciplina del análisis químico.

Si los resultados de la muestra analizada quedan circunscritos dentro de los parámetros internacionales (California, Alemania, Francia e Italia) establecidos, determinará una buena calidad del producto, y por ende tendrá aceptación por el consumidor.

La espectrofotometría de absorción atómica es una excelente técnica de análisis químico que determina la presencia de elementos metálicos que pueden encontrarse en líquidos. Este equipo puede detectar cantidades muy pequeñas de elementos metálicos que pueden encontrarse a nivel de trazas (se miden en partes por millón o por mg/L) en líquidos, ese es el caso del vino. Estos componentes del vino que se encuentran a nivel de trazas de sobrepasar ciertos límites pueden causar alteraciones en el producto, desmejorando la calidad del vino

Para el desarrollo de la tesis se aplica los conocimientos de la química analítica cuantitativa, el análisis por instrumentación, con la base científica de la química de radiaciones. Las teorías expresadas por las leyes de Lambert y Beer se aplican en el desarrollo del presente trabajo.

### **1.2.1. Planteamiento del problema**

El estudio que presentamos, queda planteado bajo las siguientes interrogantes:

#### **Problema general**

¿Cuáles son las diferencias entre los niveles de trazas metálicas, determinados por el método de absorción atómica, de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en otras regiones?

#### **Problemas específicos**

1. ¿Cuál es la diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en California?
2. ¿Qué diferencia existe entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Francia?

3. ¿Cuál es la diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Alemania?
4. ¿Qué diferencia existe entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Italia?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar las diferencias entre los niveles de trazas metálicas, por el método de absorción atómica, de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los registros de vinos procesados en otras regiones.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Cuantificar la diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en California.
2. Establecer la diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Francia.

3. Medir la diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Alemania.
4. Cuantificar la diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Italia.

La matriz de consistencia se presenta en anexos.

#### **1.4 Justificación**

El exceso de consumo de grasas saturadas, procedentes principalmente de grasa animal, está relacionado con un exceso de colesterol en la sangre, y esta a su vez con una mayor incidencia de enfermedades cardiovasculares, es decir problemas de tipo coronario o enfermedades vasculares cerebrales.

En determinadas regiones de Francia, que a pesar de tener un alto consumo de grasas saturadas, la incidencia de enfermedades coronarias es baja, con una tasa comparable a la de Japón, país que tiene un consumo bajo en estas grasas.

Estudios realizados afirman que el efecto beneficioso se encuentra en el vino, y no en el de otras bebidas alcohólicas como la cerveza o los espirituosos (licores alcohólicos de alta graduación). Los estudios afirman que el consumo moderado de vino está asociado con una menor mortalidad por enfermedades cardiovasculares, cerebro vascular y también es una gran ayuda a la digestión de los alimentos, efecto que no se encuentra en bebedores de cerveza u otros espirituosos.

La elaboración del vino es un arte, en la que cada productor pone de sí, sus propios conocimientos, los cuales los ha ido adquiriendo a través de los años y también los ha heredado de sus antepasados, por lo que un buen productor generalmente tiene experiencia, por lo que se observa los que elaboran vinos no son personas improvisadas, esto ha derivado que este arte de elaborar vino tenga un alto grado de tecnificación, que va desde el cultivo de un buen tipo de vid enológica, al cuidado de la vid, fecha apropiada de la vendimia (recolección de la uva), relación del grano, obtención del mosto (zumo de la uva antes de fermentar), fermentación, trasiego (consiste en pasar el vino de un recipiente a otro con el objeto de dejar los restos sólidos en el recipiente anterior), filtrado para retener las materias en suspensión y luego se pasa el vino a barricas para añejarlo en el caso de vinos que necesitan maduración, de no ser así se embotellan y queda listo para su salida al mercado. Por lo expresado, se requiere mano de obra calificada y de su buena calidad dependerá que la economía del productor mejore, porque obtendrá mejores precios, por lo que también su personal tratará de mejorar su calificación para conseguir mejores salarios. Por lo tanto la colectividad podrá consumir un producto de calidad garantizada.

Es recomendable consumir esta bebida como parte de nuestra alimentación por sus resultados beneficiosos para la salud, pero eso sí, no debe abusarse de su consumo.

### **1.5. Limitaciones y facilidades**

En la elaboración moderna del vino, se procede frecuentemente al mezclado. También aquí el análisis químico viene hacer una ayuda importante con vistas a la

uniformidad. La mayoría de los tipos de vinos comerciales se pueden, y deben normalizarse mediante el análisis químico de los principales componentes. Conforme se van identificando los diferentes componentes del vino, va siendo más fácil predecir su calidad por medio de los resultados analíticos.

El análisis químico es además una herramienta de gran utilidad para evitar pérdidas durante la elaboración y en la recuperación de sus productos.

El análisis químico para el presente caso es por espectrofotometría de absorción atómica.

De acuerdo con la naturaleza del problema y particularmente considerando el objetivo del presente trabajo, se desprende que el tipo y el nivel de la investigación es tecnológica operativa.

## **1.6 Hipótesis**

El vino de buena calidad debe estar dentro del rango de los estándares internacionales de contenido de sodio, potasio, cobre, hierro, magnesio y calcio, por lo que teniendo presente el problema de la investigación se formula la siguiente hipótesis:

### **Hipótesis general**

Las diferencias entre los niveles de trazas metálicas, determinados por el método de absorción atómica, en vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los registrados de vinos procesados en otras regiones; no es significativa.

### Hipótesis específicos

1. No hay diferencia significativa entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en California.
2. La diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Francia; no es significativa.
3. No existe diferencia significativa entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Alemania.
4. La diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Italia; no es significativa.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1 Características químicas de los elementos metálicos materia de la detección

#### Sodio

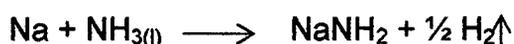
El sodio abunda en la litósfera (2,6%) y se encuentra en los grandes depósitos de cloruro de sodio, fue descubierto por el británico Sir Humphry Davy en 1807.

Algunas de sus propiedades generales son las siguientes:

Símbolo	Na
Número atómico	11
Configuración electrónica	[Ne]3s <sup>1</sup>
Radio atómico	186 pm
Radio iónico	99 pm
Electronegatividad	0,9
Primera energía de ionización	495,80 KJ/mol
Potencial de reducción	- 2,713 V
Punto de fusión	97,81°C
Punto de ebullición	883,0°C
Densidad á 20°C	0,971 g/cm <sup>3</sup>
Dureza	0,4

Conductividad	33,2
Color a la llama	Amarilla
Líneas principales de emisión visible	589 nm

El sodio es un metal muy reactivo, es muy suave que se puede cortar con un cuchillo, es de aspecto plateado y se obtiene por electrólisis de las sales fundidas, por ejemplo el cloruro de sodio (NaCl) o de los eutécticos de bajo punto de fusión, tales como el  $\text{CaCl}_2 + \text{NaCl}$ . Se emplea como catalizador de diversas reacciones de los alquenos, sobre todo en la dimerización del propano a 4 – metil – 1 – penteno. Las diluciones amoniacales y de aminas de sodio, se utilizan mucho en síntesis orgánica e inorgánica. Esta disolución es moderadamente estable, pero la reacción de descomposición:



puede ocurrir fotoquímicamente y es catalizada por sales de metales de transición.

El sodio reacciona directamente con la mayoría de los elementos para formar componentes binarios, o aleaciones, con el oxígeno forma el peróxido de sodio  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , que se obtiene por combustión del sodio.

El sodio forma el NaOH que es un álcali fuerte. El ión sodio,  $\text{Na}^+$ , se solvata fácilmente y forma complejos como el ión complejo  $[\text{Na}(\text{NH}_3)_4]^+$  tetraaminasodio, el cual se forma al tratar NaI con amoníaco líquido.

Los compuestos organosodio, son esencialmente iónicos y no solubles en ningún grado apreciable en hidrocarburos, son extremadamente reactivos, sensibles al aire y se hidrolizan vigorosamente con el agua.

El metanol y el etanol dan reacciones bastante vigorosas con el sodio metálico. A medida que crece el tamaño del grupo R, el vigor de la reacción decrece. El sodio y el agua reaccionan explosivamente, el sodio y el etanol dan la reacción a velocidad muy controlable y el sodio y el 1 – butanol, reaccionan muy lentamente.

## Potasio

El potasio es un elemento que abunda en la litósfera en un 2,4%, generalmente se encuentra en los grandes depósitos de carnalita,  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ . Fue descubierto por el británico Sir Humphry Davy en 1807

Algunas de sus propiedades generales son las siguientes:

Símbolo	K
Número atómico	19
Configuración electrónica	[Ar]4S
Radio atómico	227 pm
Radio iónico	138 pm
Electronegatividad	0,8
Primera energía de ionización	418,8 KJ/mol
Potencial de reducción	- 2,924 V
Punto de fusión	63,65°C
Punto de ebullición	773,9°C
Densidad á 20°C	0,862 g/cm <sup>3</sup>

Dureza	0,5
Conductividad	22
Color a la llama	Violeta
Líneas principales de emisión visible	405,767 nm

El potasio es un metal muy reactivo, se puede cortar fácilmente con un cuchillo, su superficie recién cortada muestra un lustre metálico plateado y se obtiene por reducción del KCl fundido con sodio líquido.



El proceso se realiza en una torre de fraccionamiento a contracorriente.

Todos los compuestos órgano potásicos son esencialmente iónicos, son extremadamente reactivos, sensibles al aire y se hidrolizan vigorosamente en el agua.

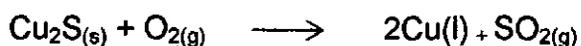
Los alquilos de potasio se pueden usar para reacciones de metilación.

Muchos hidrocarburos aromáticos, así como cetonas aromáticas, óxidos de trifenilfosfina, trifenilarsina, azobenceno, pueden formar aniones radicales cuando se les trata a bajas temperaturas con potasio, en solventes tales como el tetrahidrofurano. El potasio y el agua reaccionan explosivamente.

## Cobre

El cobre es un elemento escaso ( $6,8 \times 10^{-3}\%$  en masa en la corteza terrestre) se encuentra en estado natural y combinado en minerales como la calcopirita

(CuFeS<sub>2</sub>). Es un metal de color café rojizo, se obtiene por tostado del mineral para dar Cu<sub>2</sub>S y luego el cobre metálico.



El cobre también se extrae de sus minerales por lixiviación con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, de donde se recupera por reducción con acero de desecho, por extracción con solventes con oximas como quelatos, por ejemplo. El cobre se refina por electrólisis; el cobre fue descubierto en la antigüedad.

Algunas de sus propiedades generales son las siguientes:

Símbolo	Cu
Número atómico	29
Configuración electrónica	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>
Radio atómico	128 pm
Radio iónico	72 pm
Electronegatividad	1,9
Primera energía de ionización	745 KJ/mol
Potencial de reducción	0,337 V
Punto de fusión	1084°C
Punto de ebullición	2562°C
Densidad á 20°C	8,95 g/cm <sup>3</sup>
Dureza	2,8

Conductividad

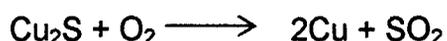
93

Color a la llama

Verde

Líneas principales de emisión visible 490 nm

El cobre fue quizá el primer metal que se liberó de sus minerales por técnicas primitivas de fundición. Los antiguos egipcios por el 3500 a.C. conocían el cobre, la reacción química de obtención del cobre metálico, partiendo de sulfuros fue probablemente calentando minerales de carbonato de cobre ( $\text{CuCO}_3$ ) o de sulfuro de cobre ( $\text{Cu}_2\text{S}$ )



El cobre es un metal tenaz, suave y dúctil, siendo sus conductividades eléctricas y caloríficas solamente inferiores a los de la plata. Se usa en muchas aleaciones, como los bronce y latones; es completamente miscible con el oro. Sólo se oxida superficialmente en el aire, adquiriendo algunas veces una capa de hidroxocarbonato e hidroxosulfato.

El cobre reacciona al calentarlo al rojo con el oxígeno para dar  $\text{CuO}$  y a temperaturas mayores  $\text{Cu}_2\text{O}$ ; con el azufre forma  $\text{Cu}_2\text{S}$ . Es atacado por los halógenos, los ácidos no oxidantes no lo afectan o no complejantes en ausencia de aire. Es disuelto fácilmente en los ácidos sulfúrico y nítrico, en presencia de oxígeno. Soluble en soluciones de amoníaco, carbonato de amonio y cianuro de potasio, en presencia del oxígeno. El cobre (I) forma complejos con las olefinas con bastante facilidad. Se pueden preparar por interacción directa del  $\text{CuCl}$  o  $\text{CuCF}_3\text{SO}_3$  con olefinas o por reducción de las sales de cobre (II) por trialquilfosfitos en etanol, en presencia del alqueno. Se obtienen complejos

cati6nicos por desplazamiento del benceno del  $(\text{CuSO}_3\text{CF}_3)_2$  Son T6rmicamente estables y a menudo solubles en solventes org6nicos. Se pueden preparar complejos cati6nicos, no solo de las olefinas, sino de los otros ligantes y la dietilentriamina.

El cloruro de cobre (I) en acido clorh6drico concentrado absorbe acetileno para dar especies incoloras como  $\text{CuCl}(\text{C}_2\text{H}_2)$  y  $[\text{CuCl}_2(\text{C}_2\text{H}_2)]^-$

Las soluciones de aminas de cobre (I) reaccionan con acetilenos que contengan el grupo  $\text{HC} \equiv \text{CH}$  para dar precipitados de color amarillo o rojo.

Se pueden aislar muchos complejos de Cu (II) tratando soluciones acuosas con ligantes. Cuando los ligantes son tales como para formar complejos neutros, insolubles en agua, los complejos se precipitan y se pueden purificar por recristalizaci6n de los solventes org6nicos.

## Hierro

El hierro es despu6s del aluminio, el metal m6s abundante de la corteza terrestre (6,2 %). Se encuentra en muchas menas; las m6s importantes son hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), siderita ( $\text{FeCO}_3$ ) y magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), el hierro fue descubierto en la antigüedad.

Algunas de sus propiedades generales son las siguientes:

S6mbolo	Fe
N6mero at6mico	26
Configuraci6n electr6nica	$[\text{Ar}]3d^64s^2$

Radio atómico	124 pm
Radio iónico	72 (Fe <sup>2+</sup> ) pm
Electronegatividad	1,8
Primera energía de ionización	759 KJ/mol
Potencial de reducción	0,771 V
Punto de fusión	1538°C
Punto de ebullición	2861°C
Densidad á 20°C	7,86 g/cm <sup>3</sup>
Dureza	4,5
Conductividad	16
Color a la llama	Pardo amarillo - rojo
Líneas principales de emisión visible	462 nm

El hierro puro es un metal blanco y brillante. No es particularmente duro y es bastante reactivo. En el aire húmedo se oxida con bastante rapidez para dar un óxido hidratado que no lo protege, porque se desprende exponiendo nuevas superficies a la oxidación. De aquí el interés de transformar el hierro en bruto en acero.

El hierro en bruto se obtiene en un alto horno y una representación de la reducción de la mena de hierro en hierro es:



El hierro se combina vigorosamente con el cloro, al calentarlo débilmente y también con una variedad de no metales que incluyen los otros halógenos, azufre, fósforo, boro, carbono y silicio.

El metal se disuelve en ácidos minerales diluidos. Con ácidos no oxidantes y en ausencia de aire, se obtiene el Fe (II). Cuando está presente el aire, o cuando se usa ácido nítrico diluido, no muy caliente, una parte del hierro pasa a Fe (III). En medios fuertemente oxidantes como el ácido nítrico concentrado o ácido que contienen dicromatos, hacen pasivo al hierro. El agua libre de aire y los hidróxidos diluidos, también libres de aire no hacen mucho efecto en el metal, pero el hidróxido de sodio concentrado y en caliente si lo ataca.

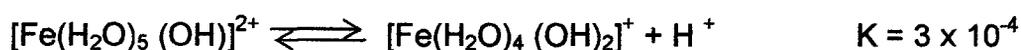
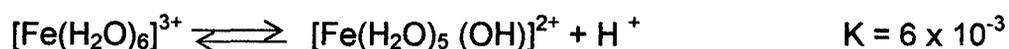
El hierro (II) forma algunos complejos. Los complejos ferrosos se pueden normalmente oxidar a complejos férricos y el sistema acuoso Fe (II) – Fe (III) suministra un buen ejemplo del efecto de los ligantes complejantes sobre las relativas estabilidades de los estados de oxidación.

Los halógenos ferrosos se combinan con el amoníaco gaseoso formando varios amoniatos, de los cuales los más elevados son los hexaamoniatos que contienen el ión  $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$

También otros compuestos ferrosos anhidros absorben amoníaco. Sin embargo, los aminocomplejos son inestables en agua, se estabilizan en soluciones acuosas saturadas de amoníaco. Con ligantes quelatos de aminas, se conoce la existencia de muchos complejos estables en solución acuosa. Por ejemplo la etilendiamina forma una serie completa de complejos estables. El hierro (III) se encuentra en sales de la mayoría de los aniones, excepto con los que no sea compatible, debido a su carácter como agentes reductores.

Una de las características más estables del hierro (III) en solución acuosa es su tendencia a hidrolizarse y/o a formar complejos.

El hierro (III) existe en soluciones acuosas como ión hidratado  $\text{Fe}^{3+}$ . Debido a su gran carga y pequeño tamaño, el  $\text{Fe}^{3+}$  se hidroliza, o actúa como un ácido, como muestran los constantes de equilibrio siguientes:



El color pardo rojizo de las soluciones de  $\text{Fe}^{3+}$  se atribuye a los complejos de hidróxidos, porque las soluciones pueden decolorarse casi completamente por la adición de ácido nítrico. Por otra parte, cuando se eleva el pH de una solución de  $\text{Fe}^{3+}$ , el color se oscurece hasta que se precipita de la solución el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  hidratado. Como era de esperar de la acidez extrema del  $\text{Fe}^{3+}$  en solución acuosa, el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  hidratado se disuelve un poco en bases y en ácidos, por lo que es ligeramente anfótero.

## Magnesio

El magnesio es el sexto elemento de mayor abundancia en la corteza terrestre (2,5% aproximadamente), fue descubierto por el británico Sir Humphry Davy en el año 1808.

Algunas de sus propiedades generales son las siguientes:

Símbolo	Mg
Número atómico	12

Configuración electrónica	[Ne]3S <sup>2</sup>
Radio atómico	160 pm
Radio iónico	65 (Mg <sup>2+</sup> ) pm
Electronegatividad	1,2
Primera energía de ionización	738 KJ/mol
Potencial de reducción	- 2,356 V
Punto de fusión	648,8°C
Punto de ebullición	1090°C
Densidad á 20°C	1,74 g/cm <sup>3</sup>
Dureza	2,0
Conductividad eléctrica	35,6
Color a la llama	Incoloro
Líneas principales de emisión visible	No detectable

El magnesio es un metal blanco plateado de baja densidad, el magnesio forma una capa coherente y protectora de óxido sobre su superficie.

Entre las principales menas de magnesio están la brucita, Mg(OH)<sub>2</sub>, la dolomita (CaCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CaMg y la epsomita MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O. El agua de mar es una buena fuente de magnesio; hay casi 1,3 g de magnesio en cada kilogramo de agua de mar. Se obtiene por la electrólisis de su cloruro fundido.

El óxido de magnesio es relativamente inerte, especialmente después de ignición a altas temperaturas. El hidróxido de magnesio es insoluble en agua.

Los halógenos de magnesio absorben agua con facilidad. El magnesio y su óxido reaccionan directamente con el carbono en un horno eléctrico para producir carburos  $MgC_2$ ; alrededor de  $50^\circ C$  el magnesio produce  $MgC_2$ , pero de  $500^\circ C$  a  $700^\circ C$ , con un exceso de carbono se forma  $Mg_2C_3$ , que al ser hidrolizado da el  $Mg(OH)_2$  y propino y es supuestamente iónico, es decir  $(Mg^{2+})_2 (C_3^{4-})$

El magnesio produce oxisales que a menudo están hidratados. El magnesio forma compuestos de coordinación y en solución acuosa son con ligantes de oxígeno; el  $MgBr_2$  es soluble en alcoholes y en algunos otros solventes orgánicos, como lo es el  $Mg(Cl_4)_2$ , se pueden formar en dichos solventes iones catiónicos solvatados.

El  $Mg^{2+}$  forma algunos complejos estables pentacoordinados como por ejemplo el  $[Mg(OAsMe_3)_5](ClO_4)_2$

Los halógenuros de Mg absorben  $NH_3$  o aminas por dar por ejemplo  $[Mg(NH_3)_6]Cl_2$

Los compuestos de magnesio de los cuales los reactivos de Grignard son los compuestos organometálicos más conocidos, son probablemente los de uso más amplio en todos los compuestos organometálicos. Se emplean en la síntesis de los compuestos con alquilos y arilos de otros elementos, así como para multitud de síntesis orgánicas.

Los compuestos de magnesio son de los tipos  $RMg X$  (los reactivos de Grignard) y  $MgR_2$ . Los primeros se preparan por la interacción directa del metal con un halogenuro orgánico  $RX$  con un solvente apropiado, generalmente un éter, como el éter dietílico o el tetrahidrofurano. La reacción es normalmente más rápida que los yoduros  $RI$  y se puede usar yodo como iniciador. Las especies  $MgR_2$  se preparan mejor por la reacción en seco.



Luego se extrae el dialquilo o el diarilo con un solvente orgánico. Tanto los  $\text{RMgX}$  como solvatos, como los  $\text{R}_2\text{Mg}$  son reactivos, sensibles a la oxidación en el aire y a la hidrólisis por el agua.

## Calcio

La corteza terrestre contiene alrededor de 3,4% de calcio en masa. El calcio se encuentra en forma de  $\text{CaCO}_3$  en la piedra caliza, la calcita, el gis y el mármol, en la dolomita como  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ , en el yeso como  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  y la fluorita como  $\text{CaF}_2$ , fue descubierto por el británico Sir Humphry Davy en 1808.

Algunas de sus propiedades generales son las siguientes:

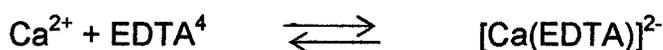
Símbolo	Ca
Número atómico	20
Configuración electrónica	$[\text{Ar}]4\text{S}^2$
Radio atómico	197 pm
Radio iónico	99 ( $\text{Ca}^{+2}$ ) pm
Electronegatividad	1,0
Primera energía de ionización	590 KJ/mol
Potencial de reducción	- 2,84 V
Punto de fusión	842°C
Punto de ebullición	1484°C

Densidad á 20°C	1,55 g/cm <sup>3</sup>
Dureza	1,5
Conductividad eléctrica	40,6
Color a la llama	Rojo – anaranjado
Líneas principales de emisión visible	650 nm

El calcio es un metal blando plateado; la mejor forma de preparar calcio metálico es por electrólisis del cloruro de calcio fundido (CaCl<sub>2</sub>), también se puede obtener reduciendo sus óxidos con aluminio. El calcio metálico se utiliza principalmente como agente reductor para obtener a partir de sus óxidos o fluoruros, otros metales como U, Pu y la mayor parte de los lantanidos.

El calcio o sus óxidos reaccionan directamente con el carbono en un horno eléctrico, para producir carburos CaC<sub>2</sub>; el calcio reacciona con el nitrógeno para formar Ca<sub>3</sub>N<sub>2</sub>, el calcio forma sales oxisales que a menudo están hidratadas. Forma compuestos de coordinación y en solución son con ligantes de oxígeno. El Ca<sup>2+</sup> forma algunos complejos estables pentacoordinados, de los cuales el [Ca(OAsMe<sub>3</sub>)<sub>5</sub>](ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> es un ejemplo.

Los compuestos quelatos de oxígeno, estando entre los más importantes los de tipo del etilendiaminotetraacetato (EDTA), forman fácilmente complejos en solución alcalina acuosa, así se tiene:



Los complejos formados por el EDTA con el calcio, tienen importancia, no sólo para la eliminación de los iones de calcio del agua, sino también para la determinación volumétrica del calcio.

El calcio se encuentra casi por completo (aproximadamente un 98%) en los huesos, aunque ejerce también otras funciones, participa activamente con el proceso de contracción de los músculos, en la actividad de las neuronas y cuando menos en una parte del proceso visual. Se cree que el calcio es también parte integral de las membranas biológicas. Varias enzimas (tal como la  $\alpha$ -amilasa y la termolisina) usan los iones  $\text{Ca}^{2+}$  como soporte de sus estructuras y cuando menos en un caso, el de la nucleasa micrococcal, se ha demostrado que el ión  $\text{Ca}^{2+}$  participa directamente en el sitio activo, donde es coordinado con un conjunto octaédrico de átomos de oxígeno.

Existen varias proteínas cuya función parece ser almacenar y transportar calcio, en conjunción especialmente con su función en la contracción de los músculos. De éstas las más conocidas son las traпонinas, que se encuentran en los tejidos musculares de los mamíferos y las parvalbúminas que se encuentran en los anfibios y en los peces.

## **2.2 Comportamiento de los elementos metálicos a determinar en el vino**

Los elementos metálicos a determinar pueden ser propios de la uva con la que se prepara el vino o se adquiere o aumenta en el proceso de su elaboración o se agregan para enriquecerlo.

### **Sodio**

El sodio es muy poco abundante en el vino, por ejemplo los valores habitualmente dados en la literatura francesa (país vitivinícola) no consideraban los actuales

enriquecimientos por los tratamientos al bisulfito de sodio o por la bentonita. En Francia (1943) se fija la cantidad de sodio entre límites muy restringidos, en el suroeste de Francia, el contenido de sodio va desde 10 a 40 mg/L (1965); en los viñedos situados al borde del mar, estas cifras pueden ser más elevadas. En Francia la ley autoriza agregar al vino cloruro de sodio para facilitar la clarificación hasta la cantidad límite de 0,1 g/L.

Se reconoce la importancia de ingerir sodio para las personas con dietas bajas en este elemento.

El límite legal para el sodio es, en Francia, de 160 mg/L. Se funda en el supuesto que la concentración natural es de 35 mg/L y que se puede elevar en 125 mg/L: 45 por el bisulfito de sodio, NaHS (no autorizado en Francia, pero usado en Alemania), 40 por la bentonita sódica y 40 del sorbato sódico,  $\text{NaCH}_3(\text{CH})_4\text{COO}$ , (autorizado en Francia, pero no en Alemania). Los límites en Alemania son los presuntos naturales, 50 mg/L. Patschky y Schone indican contenidos máximos de 30 mg/L y opinan que no debería ser mayor de 150 mg/L. Los únicos límites sugeridos hasta ahora, además de los anteriores, han sido los de la OIVV (Oficina Internacional de la Viña y del Vino) que establece como máximo de 0,060 g/L de sodio en exceso del cloruro presente.

Algunos países usan benzoato de sodio  $\text{NaC}_6\text{H}_5\text{COO}$  y sorbato de sodio con el objeto de establecer un control sobre los microorganismos, levaduras principalmente, evitando el deterioro del vino por parte de ellos. Su uso se encuentra enfocado a vinos dulces o semidulces, con un contenido de azúcares reductores alto por sobre los 5 g/L, donde existen mayor riesgo de refermentaciones o enturbamientos producidos por las levaduras.

El contenido de sodio se puede regular empleando resinas de intercambio iónico, aunque no es aceptado en todos los países.

## **Potasio**

En el vino como en todos los vegetales, el potasio predomina entre los demás cationes, la cifra medio en el vino es próxima a 1 g/L. Se requiere conocer este elemento en los procesos modernos de elaboración para prevenir la precipitación del tartrato ácido de potasio,  $\text{HO}_2\text{CCH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{CO}_2\text{K}$ . Conociendo el contenido de potasio y ácido tartárico es posible predecir el potencial de estabilidad o inestabilidad de tartrato ácido de potasio en el vino, entonces el conocimiento exacto del contenido de potasio en los vinos interesa hoy a sus elaboradores para poder controlar el proceso, porque como se podrá deducir se considera esencial evitar la precipitación de tartrato ácido de potasio en el vino embotellado, esto tiene especialmente importancia en aquellas bodegas que se sirven del intercambio catiónico para reducir el contenido de potasio en sus vinos.

El contenido de potasio en el mosto es función de la variedad de uvas, las condiciones climatológicas de su desarrollo y del tiempo de la recolección, junto a otras variables como son la temperatura de fermentación y de almacenamiento, duración del mismo, pH, porcentaje de alcohol, uso de resinas de intercambio iónico, agentes de acabado, auxiliares de filtración, clorificaciones, todos los cuales influyen en el contenido de potasio en el vino terminado. También en algunos países se utiliza el benzoato de potasio y sorbato de potasio (aunque el contenido de éstas sales puede ser causal de rechazo por otros países) con el objetivo de establecer un control sobre los microorganismos, levaduras principalmente,

evitando deterioro por parte de ellos. Su uso se encuentra enfocado a vinos dulces o semidulces, con un contenido de azúcares reductores alto por sobre los 5 g/L, donde existe mayor riesgo de refermentación o enturbamiento producidos por levaduras. Sin embargo, dependerá también de las condiciones de envasado con que cuente la bodega, aunque se trabaje con vinos secos. En un sistema abierto, donde los microorganismos tienen poco o nulo control, la condición actual de la mayoría de los productores envasadores, son de rigurosa aplicación para evitar posibles avinagramientos en el envase, con la consecuente pérdida de calidad del producto. En resumen el uso de benzoato tiene el objetivo de prevenir refermentaciones por las levaduras, sin embargo se le atribuye una acción bactericida. A su vez, el uso de sorbato sólo posee acción sobre las levaduras, no así sobre las bacterias que incluso lo pueden descomponer con la consecuente aparición de olores extraños.

El vino francés contiene potasio entre 94 mg/L y 1760 mg/L.

## **Cobre**

El mosto y los vinos jóvenes, siempre contienen un poco de cobre, el cual proviene en el caso de los mostos:

- Del suelo, absorbido por las raíces, se le encuentra un poco en la uva, alrededor de 0,10 á 0,30 mg/L
- De los tratamientos fungicidas a base de cobre, como el caldo bordelés, oxiclورو de cobre, los tratamientos cúpricos se usan por ejemplo para combatir el mildiu (enfermedad de la vid, caracterizada por manchas rojizas

causadas por un hongo) de ésta forma se pueden introducir en los mostos cantidades mayores de cobre.

El cobre en los mostos, durante la fermentación alcohólica reducido en sulfuro, se elimina con las levaduras y los sedimentos, por lo que el vino nuevo contiene solamente de 0,20 á 0,30 mg/L. Pero luego de algunos meses, el vino puede enriquecerse de cobre, el contacto con material vinario de cobre, de latón o de bronce.

El cobre puede ser el origen de un accidente llamado quiebra cúprica o denominada también quiebra cuprosa, el cobre causa turbidez en los vinos cuyo contenido sobrepasa los 0,20 – 0,40 mg/L. Es un trastorno específico de los vinos blancos y rosados, que se produce varias semanas después del embotellado, en presencia de SO<sub>2</sub> libre.

Se manifiesta por una opalescencia del vino y un depósito marrón rojizo en la parte superior redondeado de la botella. Aunque sin influir en el sabor, esta alteración es grave, porque interviene en el momento en que el vino está definitivamente dispuesto para el consumo o la venta. No se puede volver a destapar las botellas para tratar el vino. Los pozos de vinos blancos embotellados, presentan tres aspectos: el pulverulento, constituido por elementos muy finos de color rojo oscuro; el grumoso formando, nubes blanquecinas, y el que presenta copos de color oscuro. En el primer caso se trata de una quiebra cúprica, en el segundo, de una quiebra protéica y en el tercero, de las dos quiebras superpuestas.

La quiebra cúprica tiene como tratamiento dos clases: los que evitan la formación de los derivados cúpricos y los que se oponen a su floculación.

Tratamiento por disminución del contenido en cobre

- Por calentamiento
- Por la acción del ferrocianato de potasio, que elimina automáticamente el contenido en cobre a 0,10 ó 0,20 mg/L, o sea, muy por debajo del contenido necesario para provocar la quiebra cúprica.

Tratamientos que blanquean la floculación:

- Acción de la bentonita
- Acción de la goma arábica

Lobser y Sanderson (1986) desarrollaron una resina quelante que suprime eficazmente de los vinos el cobre, Ough (1996) Esta resina puede regenerarse.

## Hierro

El vino contiene siempre hierro en pequeñas cantidades y varios son los posibles orígenes:

- **La uva.**- La cantidad depende entonces del tenor de hierro de los suelos, que representa una pequeña parte, pero raramente sobrepasa algunos miligramos por litro de mosto (3 – 4 mg/L) Los jugos de las últimas prensadas son más ricos en hierro que los jugos anteriores
- **La tierra.**- Que ensucia eventualmente la uva, la tierra que es llevada en los fondos de los recipientes de las vendimias cuando están apilados, y aún es peor sobre todo durante las jornadas lluviosas.
- **El material de Vinificación (la fuente más frecuente de contaminación por hierro).**- La máquina de vendimia, el lagar, las bombas, la estrujadora, el

desgranador que consta de partes metálicas, a menudo mal despuntadas o mal conservadas, las tablas de prensa y las cubas de cemento mal protegidas y las placas de filtro.

La quiebra férrica ha sido siempre el accidente de la limpidez más temida. En la actualidad los cuidados en la vinificación han disminuido mucho su gravedad y su tratamiento se ha vuelto sencillo y eficaz.

Veamos algunos ejemplos de la aparición de ésta alteración. Después de una mezcla en depósito, seguida de un encolado, de un filtrado y de un trasiego en cubas, el vino se enturbia en sólo unos días. Otro ejemplo: un vino perfectamente límpido es expedido en barricas durante el invierno y llega turbio al comprador. Algo más grave aún: un vino se ha embotellado por medio de una instalación que comprende un recipiente en elevación, un filtro de placas y una llenadora. En el momento del embotellado el vino se encuentra perfectamente límpido, pero después de tres o cuatro días, su limpidez empieza a velarse y más tarde, el enturbiamiento se observa en las botellas. Todos estos casos tienen una condición común: el vino ha sufrido manipulación durante los cuales ha estado en contacto con el aire y ha disuelto oxígeno.

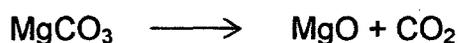
La quiebra férrica es la alteración de los vinos aireados con un elevado porcentaje de hierro. El contenido de hierro de una muestra variada de vinos oscila de 4 á 20 mg por litro, con contenidos medios de 6 á 12 mg.

La quiebra férrica, tiene procedimientos para su tratamiento, esto nos da una idea que el vino se puede recuperar y el tratamiento tiene que realizarse antes de su embotellamiento, por eso es necesario su análisis y lo más recomendable es la espectrometría de absorción atómica. El tratamiento de vino con exceso de hierro

debe realizarse por un método adecuado, de acuerdo a la aceptación de los países. El técnico vitivinícola dispone de varios métodos para estabilizar un vino con quiebra férrica en potencia. Determinados tratamientos reducen el contenido total de hierro, de modo tal que los índices de las sales férricas formadas no alcanzan nunca el umbral de la insolubilización. Otros impiden la formación de sales férricas, haciéndolo más complejo. También es posible detener la precipitación férrica por medio de coloides protectores.

## **Magnesio**

El magnesio se encuentra en el vino formando sales de ácidos orgánicos, se observa cuando se calcina una muestra de vino, en las cenizas se encuentra el magnesio bajo forma de carbonato y una pequeña parte en forma de óxido; el carbonato de magnesio puede descomponerse en pequeña medida á 550°C, temperatura a la que se reduce la incineración:

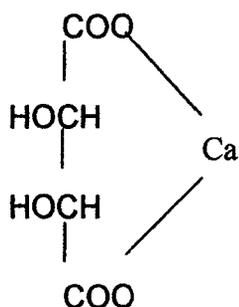


No se da mucho interés al magnesio en las variaciones normales del contenido de este elemento en el vino. Pero existen indicios que pueden ser de importancia en la estabilidad en el tartrato y en el sabor ácido. En el contenido de magnesio influyen la utilización de agentes filtrantes, el almacenamiento en recipientes de hormigón, los tratamientos de afinados, el uso de resinas de intercambio, la concentración de alcohol y otros constituyentes como son los tartratos y sulfatos, el pH y el tiempo y temperatura de almacenamiento.

El contenido de magnesio no disminuye durante la fermentación y la conservación, al ser solubles las sales de magnesio de los aniones minerales u orgánicos del vino. Los valores normales de magnesio contenido en los vino, oscilan entre 80 y 120 mg/L.

## Calcio

La importancia de la determinación exacta de calcio la determina el problema de la precipitación del tartrato cálcico,



particularmente insidiosa porque la precipitación es lenta y suele verificarse después que el vino está embotellado. La precipitación del mucato cálcico, solamente sucede en casos excepcionales. El contenido en calcio estará influenciado por las condiciones del suelo, por el tratamiento de los mostos con sulfato o carbonato cálcico, por el uso de cargas auxiliares de filtración, por un almacenamiento en tanques de hormigón, por el uso de agentes de refino tales como la bentonita sódica, por los tratamientos con intercambiadores iónicos, por las concentraciones en etanol y en los demás constituyentes del vino (sulfatos, tartratos como ejemplo), por el pH y por el tiempo y temperatura de almacenamiento.

El contenido de calcio en los vinos blancos oscila entre 80 y 140 mg/L, los vinos tintos contienen un poco menos. El calcio juega un rol importante en los vinos, pudiéndose producir una precipitación lenta cuando este está en exceso. Igualmente participa en la precipitación de los coloides, en especial del enturbiamiento férrico y del coloide formado por acción del tanino sobre la gelatina en la clarificación de los vinos.

### **2.3. Espectrofotometría**

La espectroscopía es el estudio de los espectros (de absorción y de emisión) de las radiaciones producidas por las distintas sustancias, en particular, el estudio del espectro de la luz visible. La espectroscopía ha desempeñado un papel central en el nacimiento de la física atómica, al proveer datos que han servido para forjar hipótesis sobre la constitución de los átomos y moléculas. En el año 1823 se probó que cada elemento tiene un espectro característico y que los elementos pueden identificarse por su espectro (Hugh D. Young)

En un sentido amplio, la espectroscopía trata con todas las interacciones de la radiación electromagnética con la materia y por tanto, también incluye dispersión de luz y rotación del plano de polarización de la luz polarizada por sustancias ópticamente activas.

Por lo que la espectrofotometría es el estudio espectroscópico de una sustancia combinado con determinaciones de la luz que absorbe y transmite a diversas longitudes de onda. Este tipo de investigación se basa en las leyes propuestas por el matemático alemán Johann Heinrich Lambert (1728 – 1777) y el astrónomo

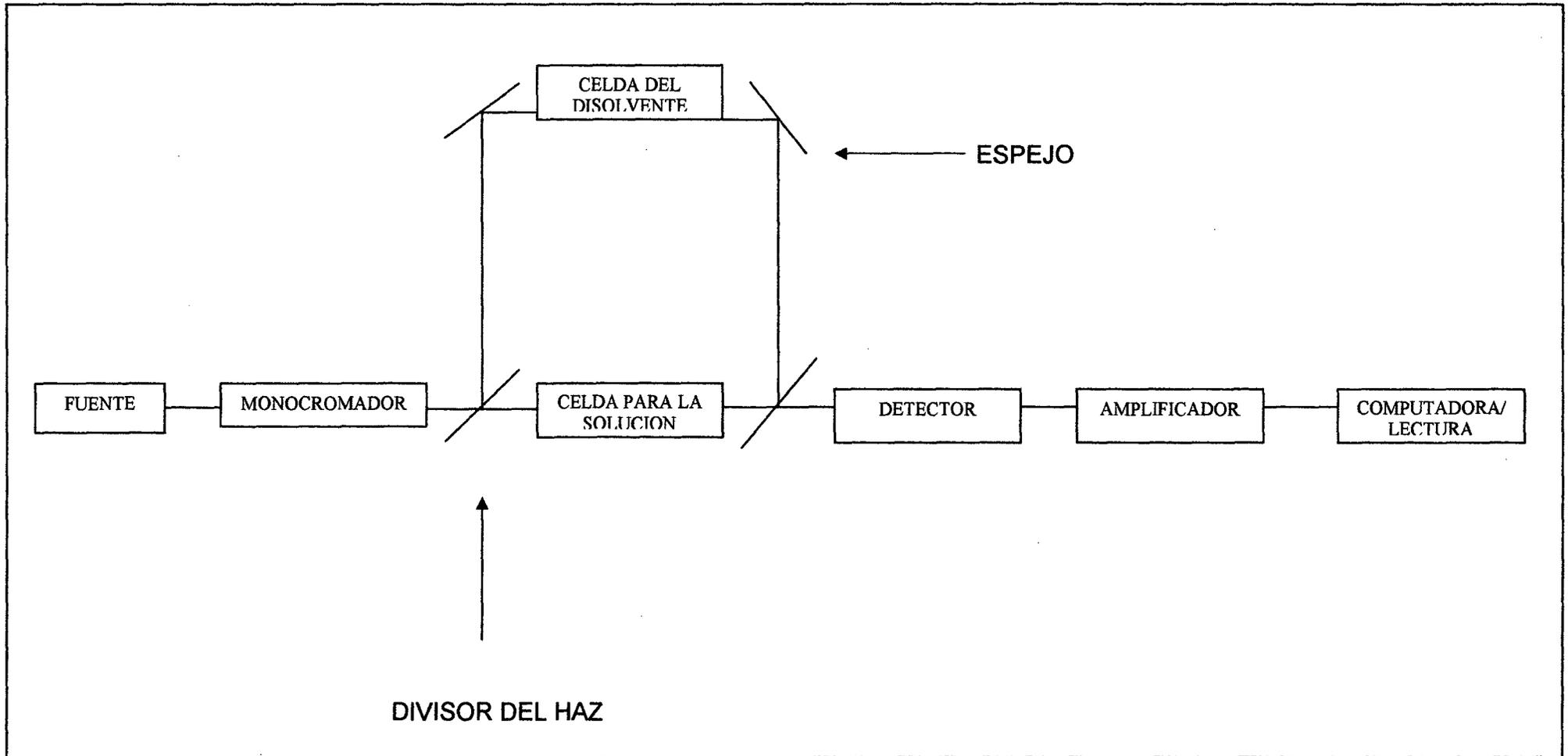
alemán Wilhelm Beer (1797 – 1850) Estas leyes se refiere a la luz absorbida o transmitida cuando se hace pasar luz incidente a través de algún material.

### **2.3.1. Espectro de absorción**

En el siglo XIX ya se había observado el “espectro de absorción”. Cuando la luz pasa a través de un elemento en estado gaseoso, algunas longitudes de onda son absorbidas con mucho mayor fuerza que otras y se encontró que las longitudes de onda absorbidas en tales circunstancias, eran iguales ha algunas de las emitidas por el mismo elemento cuando se excitaba térmica o eléctricamente. El procedimiento general para obtener un espectro de absorción es haciendo pasar una radiación continua, por ejemplo luz blanca, a través de una sustancia en fase de vapor o en solución y observando el espectro en un espectrofotómetro, tal como se muestra en la **Figura N° 2.1**

Fig. N° 2.1

Proceso para obtener un espectro de absorción



Cuando se efectúa este proceso en el espectro saliente, faltan ciertas longitudes de onda de la radiación incidente; por ejemplo si se emplea radiación continua de luz blanca, su espectro normal consta de colores del rojo al violeta que se mezclan entre sí. Sin embargo, cuando la luz blanca atraviesa la sustancia, el espectro de absorción consta de líneas negras superpuestas al espectro continuo. Estas líneas negras se deben a que la sustancia a través de la cual pasó la luz ha eliminado (absorbido) luz correspondiente a ciertas longitudes de onda. La energía de una transición que da lugar a una línea de este tipo es la frecuencia de la radiación emitida o absorbida multiplicada por la constante de Planck, cuando un sistema atómico o molecular sufre un cambio de estado. Esta relación se hace con el valor absoluto de la diferencia de la energía entre los dos estados.

$$|\Delta E| = h \gamma \quad (1.1)$$

$$\text{Pero: } \gamma = \frac{c}{\lambda}$$

$$\text{Luego: } |\Delta E| = \frac{hc}{\lambda} \quad (1.2)$$

Donde:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \text{variación de energía}$$

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ Js (constante de Planck)}$$

$$c = 2,998 \times 10^8 \text{ mS}^{-1} \text{ (velocidad de la luz)}$$

$$\gamma = \text{Frecuencia de la radiación}$$

$$\lambda = \text{Longitud de onda de la radiación}$$

La energía del cuanto de luz indica la energía de la transición molecular, proporcionando así evidencia acerca del tipo de transformación que tiene lugar. Las diversas regiones del espectro corresponden a diferentes clases de transiciones en el átomo o la molécula.

Para interpretar un espectro se debe tener presente que:

- a) Cualquier sistema molecular o atómico posee energía sólo en ciertas cantidades especiales, denominadas niveles de energía del sistema. Cuando un sistema efectúa una transición entre estos niveles de energía, se emite o se absorbe luz, la frecuencia está dada por la ecuación (1.1) que es la ecuación fundamental de la espectrofotometría.
- b) Las transiciones que pueden producirse entre los niveles de energía, están restringidas por las reglas de selección que son una consecuencia de la simetría de las funciones de onda de los dos estados. En la figura N° 2 se muestra el conjunto de niveles de energía para el átomo de hidrógeno, donde los niveles de energía están separados en grupos correspondientes al valor  $\ell$ , el número cuántico azimutal (caracteriza la forma general de una subcapa). En la figura N° 2, los niveles de energía están separados en grupos correspondientes al valor de  $\ell$ , estos grupos en la figura se denotan por S, P, D, F, G y H, que corresponde a  $\ell = 0, 1, 2, 3, 4$  y  $5$  y que están dispuestos a lo largo del eje horizontal. El índice superior del lado izquierdo registra que el número cuántico del espín electrónico puede tener los valores,  $+1/2$  o  $-1/2$ . La ventaja de clasificar estos niveles en grupos es que la regla de selección exige que en una transición, el valor de  $\ell$  cambie en uno;  $\Delta \ell = \pm 1$ . Lo que muestra que están permitidas las transiciones en cualquier sentido entre estados S y P, entre

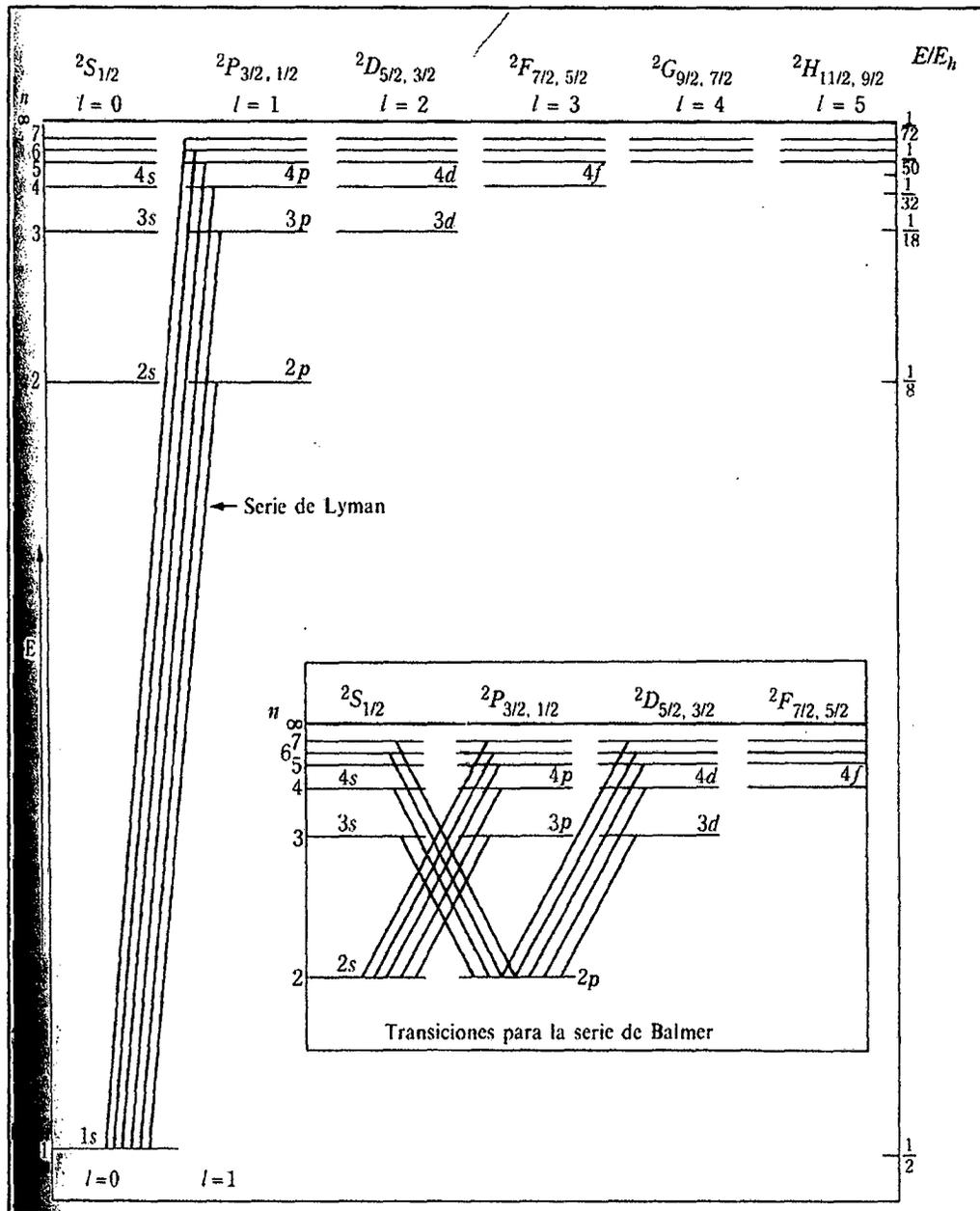
estados P y D, entre estados D y F (y así sucesivamente). No se permiten las transiciones entre estados S y D, ni entre estados P y F, así como tampoco entre dos estados S o dos estados P diferentes.

- c) Cuando se observa una línea espectral, debe haber una población considerable de los sistemas en el nivel de energía inicial. Supóngase que todos los átomos de hidrogeno están en el estado basal, el estado 1 S. Es evidente que el sistema no puede emitir energía, ya que esto requeriría que algunos átomos cayeran a un estado de menor energía, lo cual es imposible. Sin embargo, el sistema puede absorber luz correspondiente a cualquier transición entre el estado 1 S y cualquiera de los estados P. Estas transiciones se muestran en la figura N° 2.2. Como las diferencias de energía son bastante grandes, estas líneas corresponden al ultravioleta. Ninguna otra frecuencia será absorbida, pues ninguno de los estados más alto tiene una población apreciable.

Todo esto en concordancia con lo que postuló Niels Bohr, que cuando ocurre una transición eléctrica entre dos (2) estados de energía permitida,  $E_1$  y  $E_2$ , la frecuencia  $\gamma$  de la línea espectral, está relacionada por la ecuación I.1.

Fig. N° 2.2

Diagrama de Niveles de energía para el átomo de hidrogeno mostrando la transiciones para la serie de Lyman. Recuadro: transiciones para la serie de Balmer.



FUENTE: CASTELLAN, G. W. Físico Químico

### 2.3.2 Espectrofotometría de absorción

La espectrofotometría de absorción atómica, es un método instrumental moderno de análisis para separar y determinar especies químicas y como todos los métodos instrumentales de este tipo su crecimiento ha ido paralelo al desarrollo de las industrias electrónicas e informática. En general cuando llega luz monocromática o heterocromática, a un medio homogéneo una parte de la luz incidente se refleja, otra es absorbida por el medio y el resto es transmitido, figura N° 2.3. Se tiene que considerar también que las longitudes de onda ultravioleta y visible tienen energía suficiente para originar transiciones solo de los electrones más externos o electrones de enlace. Se tiene la siguiente ecuación:

$$I_o = I_a + I_t + I_r \quad (1.3)$$

Donde:

$I_o$  = intensidad de la luz incidente

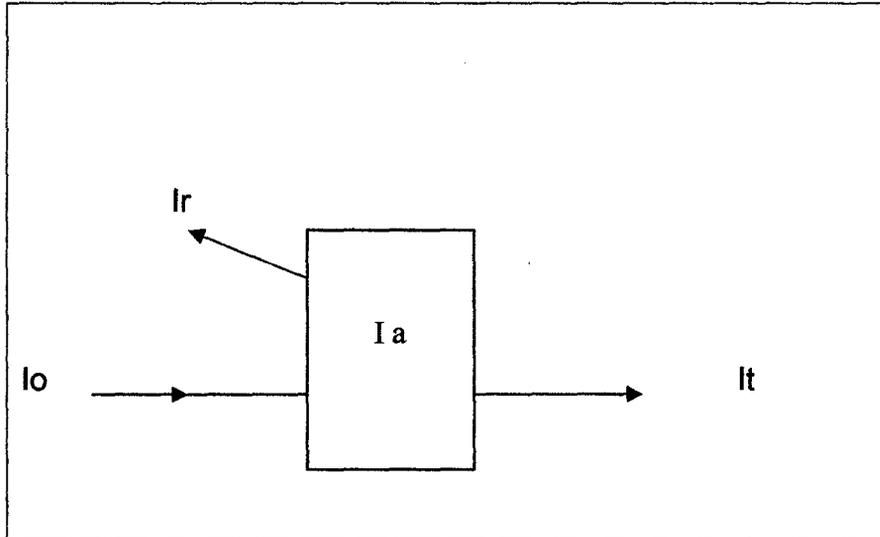
$I_a$  = intensidad de la luz absorbida

$I_t$  = intensidad de la luz transmitida

$I_r$  = intensidad de la luz reflejada

Fig. N° 2.3

**Etapas en que se descompone la luz incidente**



En la obtención con equipos modernos puede despreciarse  $I_r$  luego se tiene:

$$I_0 = I_a + I_t \quad (1.4)$$

La absorción atómica puede dividirse en dos procesos principales: el primero es la producción de átomos libres de la muestra y el segundo la absorción de la radiación de una fuente externa por éstos átomos.

En la llama, la absorción de la radiación por átomos libres (aquellos átomos del analito desprovistos de su ambiente químico pero no ionizado) involucra una transición de éstos átomos desde el estado electrónico basal altamente poblado hasta un estado electrónico excitado. Aunque es posible que ocurran otras transiciones electrónicas, los espectros de absorción atómica de un elemento están constituidos por una serie de líneas de resonancia (transiciones del estado basal a niveles superiores). Generalmente la transición entre el estado basal y el primer estado excitado, es la que se conoce como primera línea de resonancia, es la línea

de mayor absorptividad. La absorptividad de un elemento disminuye conforme aumenta la diferencia de energía entre el estado basal y el excitado. La primera línea de resonancia del analito es la que se utiliza para el análisis.

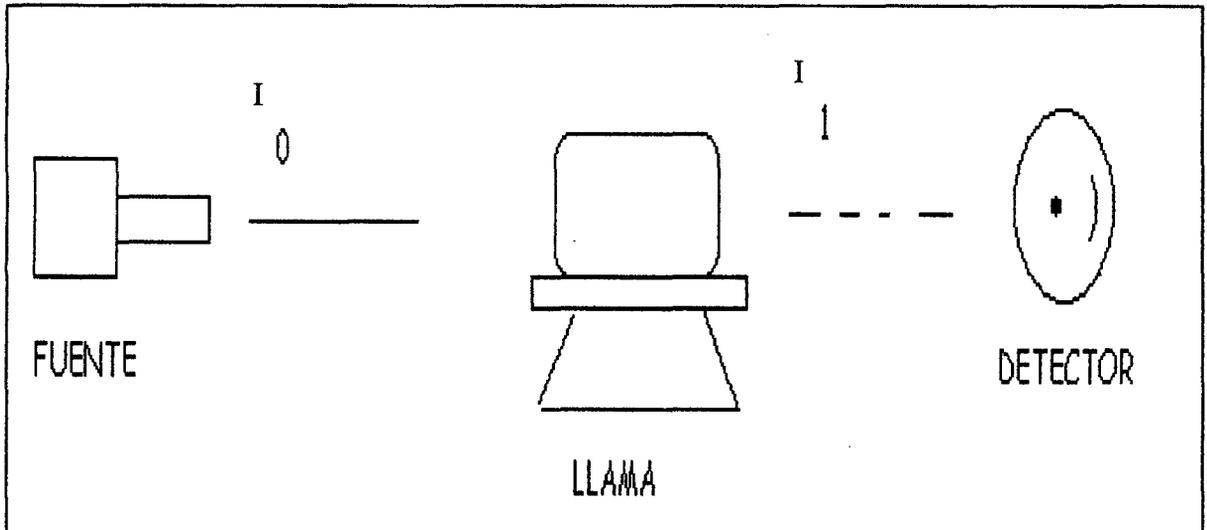
Esta técnica de la espectrofotometría de absorción atómica está basada en la propiedad de los átomos en el estado libre o atómico de absorber radiación electromagnética que sólo es capaz de emitir. Esta radiación emitida, formada por diversas longitudes de onda, constituye la radiación característica de los átomos o espectro atómico del elemento en cuestión. En la determinación analítica los átomos de un metal en solución por ejemplo, son vaporizados para llevarlos al estado libre o atómico, situación en la que se absorben fuertemente la radiación característica emitida por el mismo metal colocado en fuente apropiada de excitación. Esta absorción produce la disminución de la intensidad de la radiación emitida por la fuente, la cual medida convenientemente permite determinar la concentración del metal que se analiza. Esto significa que en la aplicación del análisis se requiere de una lámpara de emisión para cada elemento que se va a analizar.

### **2.3.3. Análisis cuantitativo por absorción**

El proceso de la absorción atómica se ilustra en la figura N° 2.4. Luego, a la longitud de onda la resonancia, la intensidad inicial  $I_0$ , es enfocada sobre la llama, que contiene átomos al estado basal. La intensidad inicial de la luz es disminuida en una cantidad determinada por la concentración de los átomos en la llama. Luego la luz es dirigida sobre el detector donde se mide la intensidad disminuida,  $I$ . La cantidad de la luz absorbida se determina por comparar  $I$  a  $I_0$

Fig. N° 2.4

El proceso de absorción atómica



Para lo cual se aplica leyes de Lambert y Beer.

De acuerdo a Lambert, la proporción de radiación que una sustancia absorbe es independiente de la intensidad de la radiación incidente. Esto significa que cada capa sucesiva con espesor  $dx$

de un medio, absorbe una fracción igual  $-\frac{dI}{I}$  de la intensidad radiante  $I$  que incide en él, por lo que la pérdida relativa de intensidad, es proporcional al espesor ( $dx$ )

$$-\frac{dI}{I} = bdx \quad (1.5)$$

donde  $b$  es una constante que se conoce como coeficiente de absorción neperiano. Integrando esta ecuación para el paso de la luz a través de una distancia  $l$  y sea  $I_0$  la intensidad inicial (intensidad de luz incidente), se tiene:

$$\int_{I_0}^I \frac{dI}{I} = -b \int_0^l dx \quad (1.6)$$

Resolviendo:

$$\ln I - \ln I_0 = -bl \quad (1.7)$$

$$\ln\left(\frac{I_0}{I}\right) = bl \quad (1.8)$$

o también  $I = I_0 e^{-bl} \quad (1.9)$

Es más frecuente usar logaritmos comunes, y en vez de la ecuación 1.8 se utiliza:

$$\log \frac{I_0}{I} = \frac{bl}{2,303} = A \quad (1.10)$$

La cantidad A se conoce como absorbancia

La relación de la intensidad de la luz transmitida con respecto a la intensidad de la luz incidente, se denomina transmitancia T

$$T = \frac{I}{I_0} \quad (1.11)$$

Por lo que podemos observar la ecuación 1.10, en términos de la transmitancia es:

$$\log \frac{1}{T} = A \quad (1.12)$$

El porcentaje de transmitancia T% es la transmitancia multiplicada por 100 :

$$T\% = 100T = \frac{100I}{I_0} \quad (1.13)$$

Al tomar logaritmos se obtiene :

$$\log T\% = \log 100 + \log T = \log 100 - \log \frac{1}{T} \quad (1.14)$$

$$\log T\% = 2 - A \quad (1.15)$$

Beer estudio la influencia de la concentración de una sustancia en solución sobre la absorbancia y encontró la misma relación lineal entre la absorbancia y la concentración que Lambert había hallado entre la absorbancia y el espesor. Así para una sustancia en solución a la concentración  $c$ , la ley de Beer dice que:

$$\log \frac{I_0}{I} = A = \text{Constante } \times c \quad (1.16)$$

La ley de Lambert – Beer combina las ecuaciones (1.10) y (1.16) en una sola:

$$A = \log \frac{I_0}{I} = \epsilon c \ell \quad (1.17)$$

$\epsilon$  = Coeficiente de absorción o coeficiente de absorptividad constante que es característica de las especies que absorben

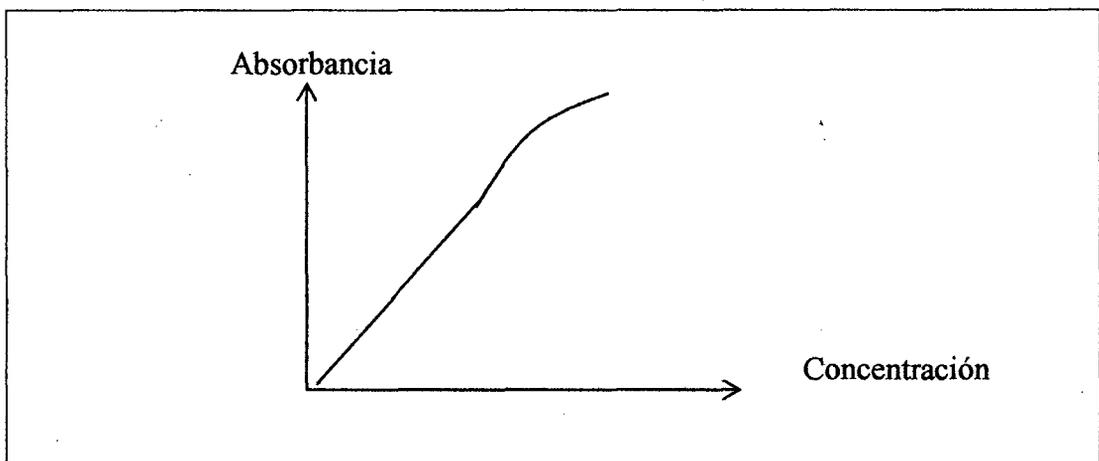
$\ell$  = Trayectoria de la luz

La ecuación (1.17), expresa una proporcionalidad directa entre absorbancia y concentración, esto es observado en absorción atómica cuando la absorbancia de soluciones patrón conteniendo concentraciones conocidas del analito, se miden y se grafican los resultados de la absorbancia con respecto a la concentración se establece una relación de calibración similar de la figura N° 5. En la región en la cual se observa la relación de la ley de Beer. La calibración produce una línea

recta. Conforme se incrementa la concentración y la absorbancia, comportamientos no ideales de los procesos de absorción producen una desviación en el desarrollo de la línea recta, como se muestra en la misma figura N° 2.5.

**Fig. N° 2.5**

**Concentración contra absorbancia**



Después que se ha graficado la curva de calibración, se puede medir la absorbancia de concentración desconocida y su concentración directamente de la curva de calibración.

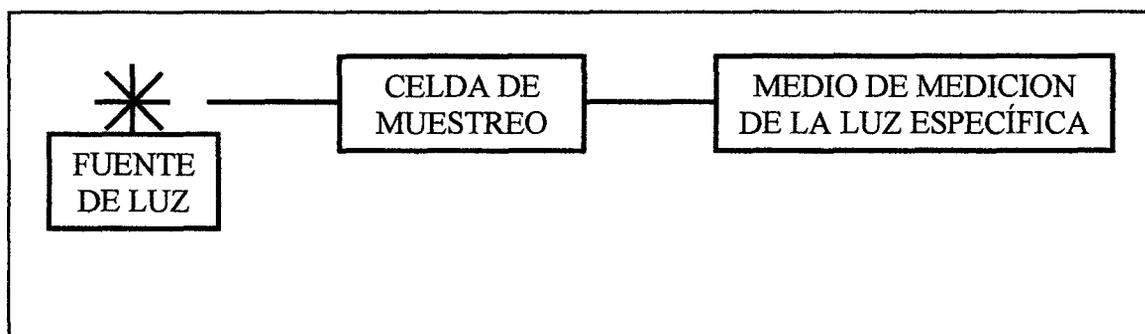
Componentes básicos en la instrumentación de Absorción Atómica.

Un Espectrofotómetro de absorción atómica debe tener componentes que cumplan los tres requerimientos básicos mostrados en la figura N° 2.6 :

1. Una fuente de luz
2. Una celda de muestra
3. Un medio de medir la luz específica

Fig. N° 2.6

**Requerimientos básicos de un espectrofotómetro de absorción atómica**

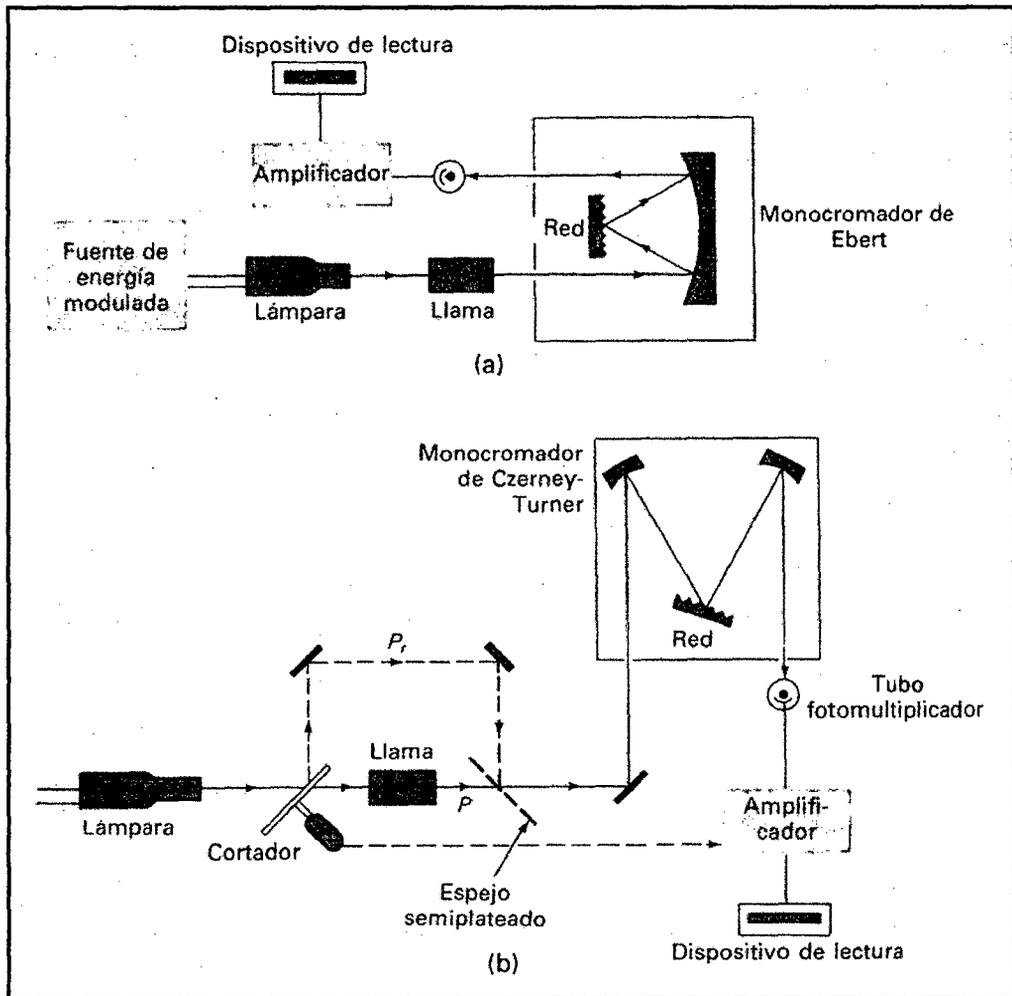


**Fuente de luz**

En Absorción Atómica, estas áreas funcionales son implementadas por los componentes ilustrados en la figura N° 2.7. Se requiere de una fuente de luz la cual emita las líneas atómicas características del elemento a ser analizado. Una de las fuentes más ampliamente empleada, es la lámpara de cátodo hueco. Estas lámparas son diseñadas para emitir el espectro atómico de un elemento, de esa forma se utilizan lámparas específicas que dependen del elemento que se va a determinar.

Fig. N° 2.7

Espectro fotómetro de un sólido haz



FUENTE: SKOOG, D.A. Análisis instrumental.

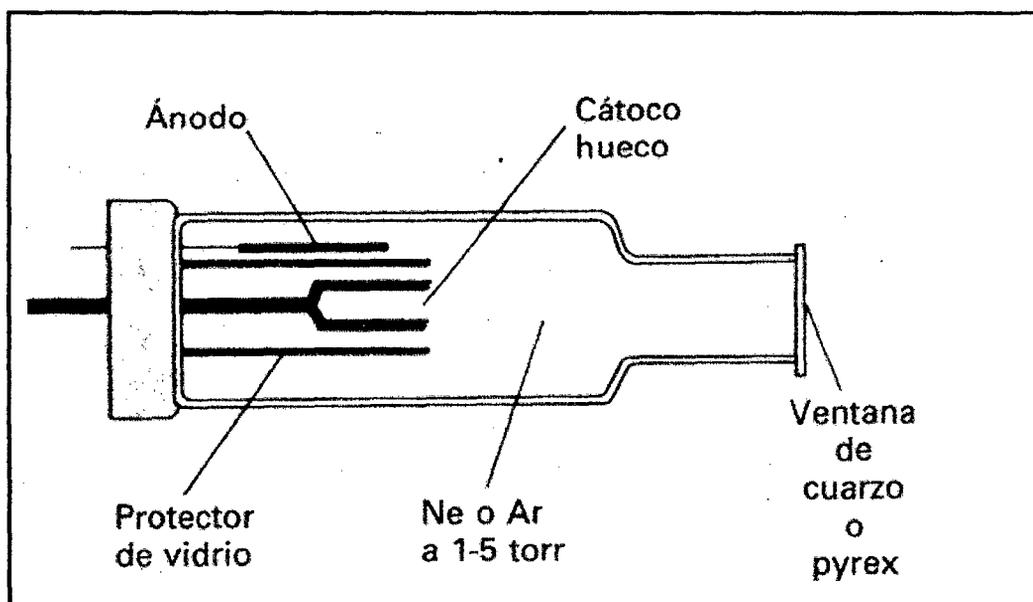
También se requiere que la radiación de la fuente, sea modulada (encendido y apagado rápido de la misma) para suministrar una forma de amplificar selectivamente la luz de la lámpara de la fuente e ignorar la emisión de la llama de la celda. Se puede lograr esto con un modulador rotatorio localizado entre la fuente y la llama o pulsando el voltaje de la fuente.

Un átomo absorbe luz de longitudes de onda muy discreta. Para poder medir esta absorción de bandas tan angostas con la máxima sensibilidad, es necesario usar una fuente que emita longitudes de onda muy específicas que puedan ser absorbidas por el átomo. Fuentes de líneas muy estrechas no sólo producen alta sensibilidad, sino que también hacen que la absorción atómica sea una técnica analítica muy específica con pocas interferencias espectrales.

La lámpara de cátodo hueco (LCH) es una excelente y brillante fuente de energía discreta para la mayoría de los elementos determinables por absorción atómica. La figura Nº 2.8 muestra como está construida una lámpara de cátodo hueco.

**Fig. Nº 2.8**

**Sección transversal de una lámpara de cátodo hueco.**



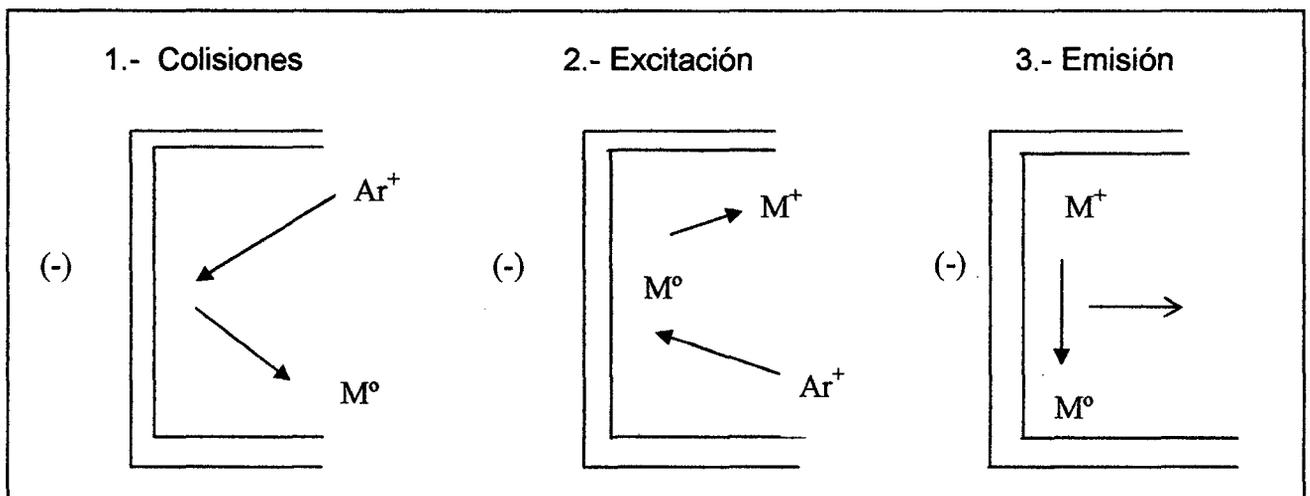
**FUENTE : SKOOG. D.A. Análisis Instrumental.**

El cátodo de la lámpara es un cilindro hueco, cuyo espectro debe producirse. El ánodo y el cátodo se encuentran en un cilindro de vidrio sellado y lleno ya sea de neón o argón. Al extremo del cilindro se ha fundido una ventana transparente a la radiación emitida.

El proceso de emisión está ilustrado en la figura N° 2.9. Cuando se aplica un potencial eléctrico entre el ánodo y el cátodo, alguno de los átomos del gas de relleno se ioniza. Los iones cargados positivamente se aceleran a través del campo eléctrico y colisionan con el cátodo cargado negativamente, dejando átomos metálicos individuales del mismo en un proceso llamado "DESALOJO" . Los átomos de metal desalojados son entonces excitados para la emisión, por los impactos subsecuentes que tienen con más iones del gas de relleno.

**Fig. N° 2.9**

**Proceso de la lámpara de cátodo hueco.**



### **Celda de muestreo**

Consideraciones especiales se requieren, también en lo que se refiere a la celda de muestreo de absorción atómica. Se hace necesario generar un vapor atómico en el paso del rayo de luz de la fuente. Esto se obtiene generalmente al introducir la muestra en un quemador o alternativamente en un horno eléctricamente calentado que se encuentra alineado en el paso óptico del espectrofotómetro.

### **Forma de medir la luz específica**

Se necesitan algunos componentes para la medición de la luz específica. Un monocromador que dispersa las distintas longitudes de onda de la luz que es emitida de la fuente y separa la línea particular que se emplea para este fin. La selección de una fuente específica y de una longitud de onda particular de aquella fuente, es lo que permite que se pueda efectuar la determinación del elemento seleccionado en presencia de otros. La longitud de onda aislada por el monocromador incide directamente sobre el detector, que sirve como el "ojo" del instrumento. Este es un tubo fotomultiplicador, que produce una corriente eléctrica que depende de la intensidad de la luz incidente. La corriente eléctrica de la foto multiplicadora es luego amplificada y procesada por la electrónica del instrumento, que produce una señal la cual es medida de la atenuación de la luz que ocurre en la celda de muestreo. Esta señal puede ser posteriormente procesada para producir una lectura en el instrumento dada directamente en unidades de concentración.

## **Sistema del quemador**

El atomizador del espectrofotómetro de absorción atómica debe generar átomos en estado basal en el paso óptico del fotómetro. Se han utilizado algunos recursos para este propósito cada uno con su propia ventaja especial. La técnica más ampliamente usada relacionada con el desarrollo rutinario de la absorción atómica, es la aspiración directa en la llama de la solución de la muestra. Aún más, donde es aplicable, es la aproximación más fácil y más rápida. En esta sección, discutiremos el sistema del quemador para un atomizador de llama convencional. La figura N° 2.10 muestra una vista interna de un sistema de quemador para absorción atómica.

En este sistema de pre- mezcla la solución es aspirada a través de un nebulizador que genera un aerosol fino, dentro de una cámara de mezcla. Aquí el aerosol de la muestra se mezcla con los gases combustibles y oxidantes y luego es llevado al cabezal del quemador en donde ocurren la combustión y la atomización de la muestra.

El gas combustible es introducido a la cámara de mezcla a través de la entrada correspondiente y el oxidante entra a través del brazo lateral del nebulizador. Es ventajoso además, tener una entrada de oxidante auxiliar, directamente en la cámara de pre- mezcla. Esto permite que los ajustes del flujo del oxidante sean efectuados por medio de la línea auxiliar, mientras que el flujo a través del nebulizador permanece constante. Por consiguiente, en un sistema de quemador con una línea auxiliar de oxidante, la velocidad de muestra es independiente de la condición de la llama y se elimina la necesidad de reajustar el nebulizador después de algún ajuste de la llama. El aerosol de la muestra tiene gotitas de variado

tamaño cuando es introducido en la cámara pre- mezcla. Al entrar en la llama se vaporiza el agua de estas gotitas. El material sólido remanente debe, de igual forma, ser vaporizado y se deben romper los enlaces químicos, para obtener átomos libres en su estado fundamental.

Cuando el tamaño inicial de las gotitas es grande, la vaporización de la muestra y el proceso de atomización se completan con más dificultad en el corto tiempo la muestra esta expuesta al ambiente de la llama antes de pasar a través del rayo de luz. Una incompleta atomización de la muestra incrementara la susceptibilidad a las interferencias químicas. Por esto, se coloca un espiral de deflexión de flujo en el interior de la cámara de pre-mezcla, directamente en el frente del nebulizador.

Las gotitas de solución más grande y que no sean llevadas por el flujo del gas alrededor del espiral, chocan contra este y caen al fondo de la cámara, de donde son removidas del sistema a través del drenaje. El drenaje utiliza una trampa liquida para prevenir que los gases de combustión escapen a través de la línea de drenaje. El interior de la cámara de combustión es construida o forrada con material plástico inerte que permite un drenaje libre del exceso de muestra y previene el efecto de "memoria" en la cámara del quemador. Cuando se construye apropiadamente el quemador, la respuesta en absorbancia a cambio de solución de muestra no debería tomar más de uno o dos segundos para alcanzar el equilibrio.

Algunos factores importantes se debe considerar en la porción del nebulizador del sistema de quemador para suministrar la más eficiente nebulización a diferentes soluciones de muestra, el nebulizador debe ser regulable. El acero inoxidable ha sido el material más empleado para la construcción del nebulizador, pero tiene la

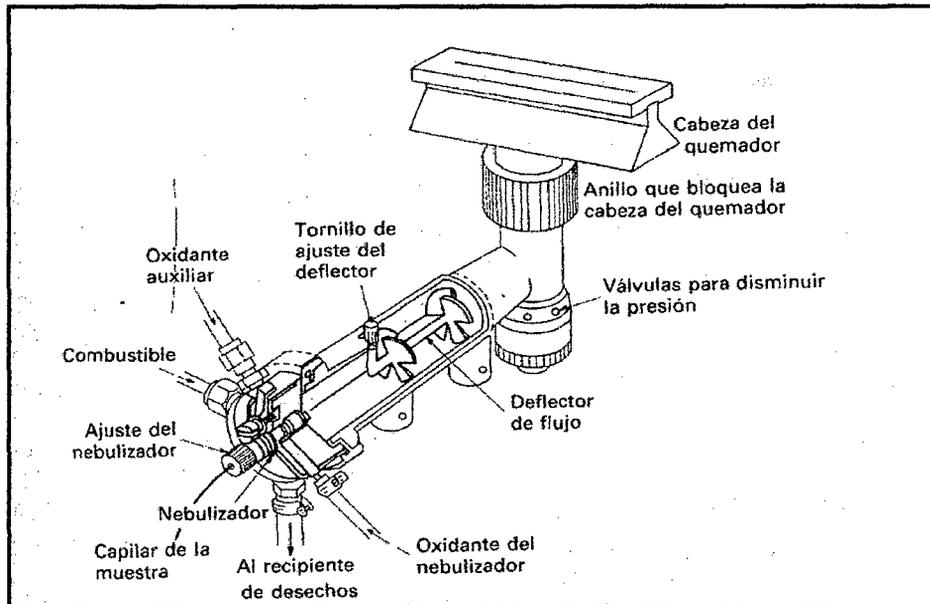
desventaja de ser susceptible a la corrosión con muestras con alto contenido de ácidos u otros agentes corrosivos para tales casos se debe usar los nebulizadores que se construye con un material resistente a la corrosión tal como plástico inerte o aleación platino – radio.

Los cabezales del quemador se construyen de titanio para darles una resistencia extrema del calor y corrosión.

Se construyen de diferentes formas geométricas de acuerdo a las diferentes condiciones de la llama o muestra. Se recomienda un cabezal de una sola ranura de 10 cm para llamas de aire – acetileno, siendo este cabezal útil para cualquier trabajo, con este tipo de llama. Para muestras que contengan un alto nivel de sólidos disueltos se recomienda un cabezal de tres ranuras. Se requiere un cabezal especial de 5 cm cuando se emplea una llama de óxido nitroso – acetileno. Cuando se desea especialmente ampliar el campo analítico de trabajo, el cabezal de 5 cm ofrece ventajas sobre el cabezal de aire – acetileno. Con el flujo de gas optimizado para este cabezal casi no se observa pérdida en el límite de detección, mientras que el límite superior de la concentración determinable se amplía, comparando con el cabezal de 10 cm

**Fig. N° 2.10**

**Vista interna del quemador**



**FUENTE: SKOOG, D.A. Análisis Instrumental.**

**Control de interferencias analíticas**

**El Proceso de la llama**

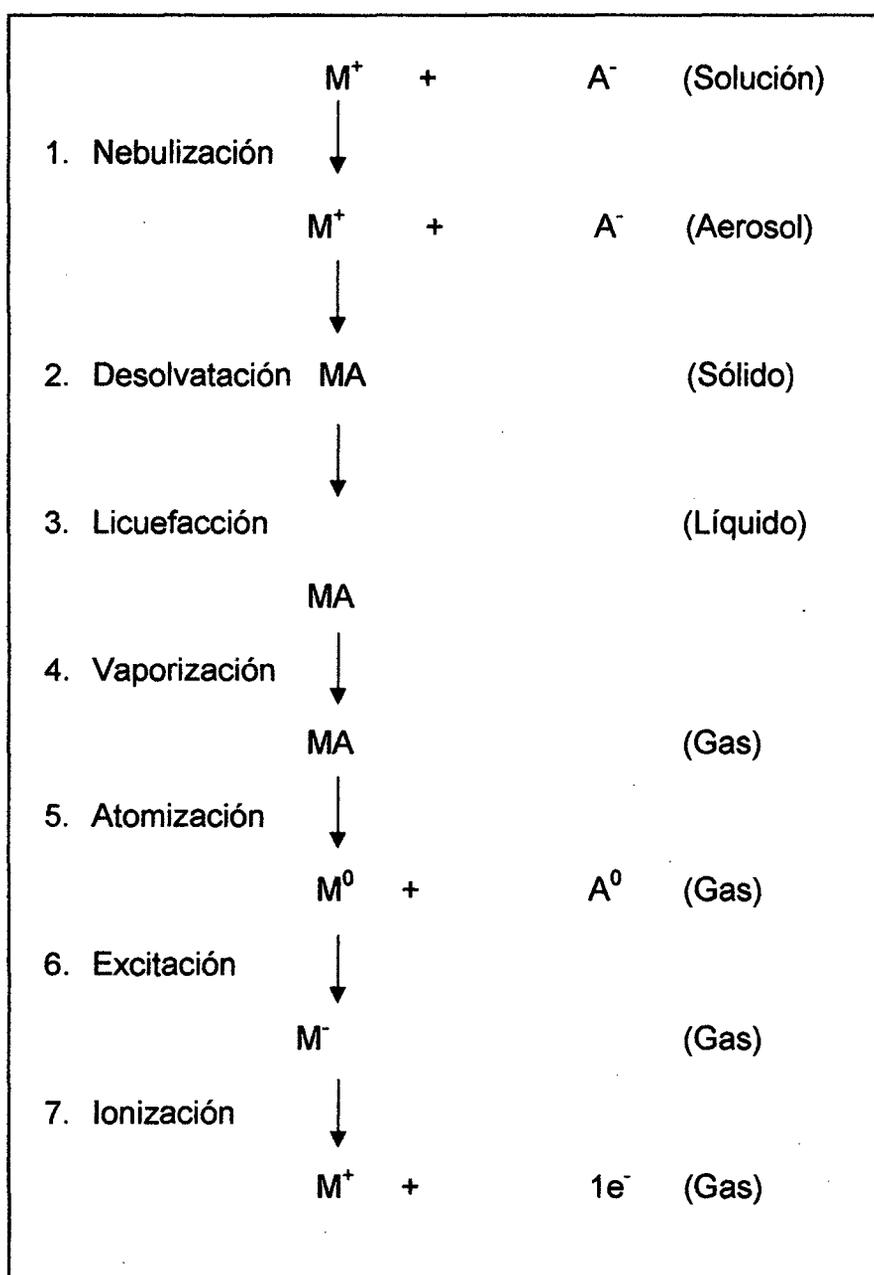
Se conoce la absorción atómica como una técnica muy específica con pocas interferencias. Probablemente no existirá nunca un método analítico que este totalmente libre de alguna interferencia por parte de la naturaleza de la muestra. Lo siguiente a no tener interferencia sería el conocer que interferencias existen y como eliminarlas o compensarlas. Las interferencias en absorción atómica están bien definidas, como también los medios de tratarlas.

Para comprender éstas interferencias, examinaremos lo que sucede en el proceso de la llama de absorción atómica.

Para que ocurra el proceso de absorción atómica debemos producir átomos libres de nuestra muestra, la cual inicialmente es una solución de iones. Este proceso está diagramado en la figura N° 2.11.

**Fig. 2.11**

**Diagrama de la producción de átomos libres en el proceso de la llama**



Primero por el proceso de nebulización, aspiramos la muestra hacia la cámara del quemador donde se mezcla con los gases combustibles y oxidantes en la forma de un aerosol fino. En este punto, los metales están todavía en solución en las pequeñas gotitas del aerosol. Cuando estas gotitas menudas pasan al calor de la llama, el proceso de evaporación o desolvatación remueve el solvente y deja partículas sólidas pequeñas de material de la muestra. Al aplicarse más calor, tiene lugar la liquefacción y de hecho, el calor adicional vaporizará la muestra.

En este punto el metal de interés llamado analito, está todavía enlazado con algún anión, formando una molécula, la cual no sufrirá el fenómeno de absorción atómica que deseamos medir. Por la aplicación de todavía más energía calórica, esta molécula se disociará en los átomos individuales. Puesto que la energía de la llama es responsable por la producción de las especies que absorben la temperatura de la llama es un parámetro importante que gobierna el proceso de la llama.

En el cuadro N° 2.1 se presenta una lista de las temperaturas de alguna de las llamas más utilizadas en absorción atómica. Las llamas más frías están sujetas a más problemas de interferencias provenientes de la insuficiente energía para una completa atomización. Mientras que la llama de aire – acetileno es satisfactorio para la mayoría de los elementos determinados por absorción atómica, la llama más caliente de óxido nitroso – acetileno es requerida para muchos elementos que forman compuestos refractarios. Además el óxido nitroso – acetileno es efectivo en el control de interferencias en otras situaciones.

CUADRO N° 2.1

TEMPERATURAS DE LLAMAS DE PRE - MEZCLADO		
OXIDANTE	COMBUSTIBLE	RANGO DE TEMPERATURA (°C)
AIRE	METANO	1875
AIRE	GAS NATURAL	1700 1900
AIRE	HIDROGENO	2000 2500
AIRE	ACETILENO	2125 2400
N <sub>2</sub> O	ACETILENO	2600 2800

Fuente : DEAN J.A. Y RAINS T.C. Flame Emission and Atomic Absorption Spectrophotometry, Vol 1 Edit. Marcel Dekker, New York, 1969

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Relación entre las variables de investigación**

El nivel de la investigación, es el experimental y se ocupa de la observación dirigida de los cambios y desarrollos. Implicó el adecuado control de la variable independiente, supuso, por tanto, la manipulación de una variable (Proceso de elaboración de vinos en el distrito de Santa Cruz de Flores) bajo riguroso control con objeto de desentrañar de qué modo y debido a qué causa se produce o deja de producir el acontecimiento fenoménico (Trazas metálicas por el método de absorción atómica).

En resumen, este nivel se caracteriza, básicamente, por poner en práctica la explicación y hechos, porque permite descubrir las relaciones causales que existen entre las variables de estudio y supone, finalmente, la modificación deliberada del hecho, cuidando el control de la variable que lo genera (Proceso de elaboración de vinos en el distrito de Santa Cruz de Flores), con el objeto de observar e interpretar los cambios que se producen (Trazas metálicas por el método de absorción atómica).

#### **3.2 Tipo de investigación**

La investigación que presentamos, consiste en averiguar si la calidad de los vinos procesados en el Distrito de San Cruz de Flores (medido mediante la determinación de trazas metálicas), se encuentra entre los valores aceptables, es decir, es una indagación tendiente a producir nuevos conocimientos, mediante el

esfuerzo individual y colectivo; utilizando el método científico y las técnicas usualmente admitidas en el marco de la ciencia. El producto de la investigación, incrementa de manera auténtica el conocimiento en el área estudiada.

Por ello, la investigación que presentamos es de tipo: aplicada, porque el propósito fue resolver un problema de naturaleza práctico, aplicando los resultados; asincrónica, porque la duración del estudio fue en un periodo relativamente largo (dos años); explicativa, porque además de medir las variables, pretende estudiar las relaciones de influencia entre ellas; primaria, porque los datos fueron recogidos para la investigación; cuantitativa, porque se centra de manera predominante en la cuantificación del hecho; y; finalmente, experimental, porque trata de observaciones dirigidas de hechos provocados, manipulados y controlados.

### **3.3 Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es el unifactorial con cinco niveles del factor. Este, se caracteriza por relacionar un solo factor, donde el factor es el proceso de elaboración de vinos en el distrito de Santa Cruz de Flores y los cinco niveles son: proceso de elaboración de vinos en Santa Cruz de Flores, California, Francia, Alemania e Italia.

El esquema del diseño unifactorial que ordena, típicamente, los datos es el siguiente:

TRATAMIENTOS (Nivel)	OBSERVACIONES					TOTAL ES	PROMEDIOS
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	...	X <sub>k</sub>		
1	y <sub>11</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	...	y <sub>1n</sub>	y <sub>1.</sub>	$\bar{y}_1$
2	y <sub>21</sub>	y <sub>22</sub>	y <sub>23</sub>	...	y <sub>2n</sub>	y <sub>2.</sub>	$\bar{y}_2$
.	.	.	.	...	.	.	.
.	.	.	.	...	.	.	.
.	.	.	.	...	.	.	.
a	y <sub>a1</sub>	y <sub>a2</sub>	y <sub>a3</sub>	...	y <sub>an</sub>	y <sub>a.</sub>	$\bar{y}_a$
						y <sub>..</sub>	$\bar{y}_{..}$

El tratamiento nos permite probar la igualdad entre varias medias con la ayuda del análisis de varianza. Por tanto, los datos aparecerán como en la Tabla que se muestra. Una entrada de la tabla, por ejemplo,  $y_{ij}$  representa la  $j$ -ésima observación del tratamiento  $i$ . En general habrá  $n$  observaciones del tratamiento  $i$ .

Las observaciones se pueden describir mediante el siguiente modelo lineal

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{cases} i=1,2,\dots,a \\ j=1,2,\dots,n \end{cases}$$

En donde  $y_{ij}$  es la  $ij$ -ésima observación,  $\mu$  es un parámetro común a todos los tratamientos denominado media global,  $\tau_i$  es un parámetro único para el  $i$ -ésimo tratamiento llamado efecto del tratamiento  $i$ -ésimo, y  $\varepsilon_{ij}$  es la componente aleatoria del error. Lo nuestro es probar la hipótesis con respecto a los efectos del

tratamiento y hacer una estimación de ellos. Para probar la hipótesis, se supone que los errores del modelo son variables aleatorias independientes con distribución normal, con media cero y varianza  $\sigma^2$ . Se supone que esta última es constante para todos los niveles del factor.

### **3.4. Metodica de cada momento de la investigación**

Los materiales y métodos considerados en la Tesis, son los que usan los países europeos que producen grandes cantidades de vino y que exportan al mundo entero, por lo que son técnicas cuidadosamente aceptadas para determinar la calidad del vino y por lo tanto poder competir con otros países.

#### **3.4.1. Determinación de Na**

El sodio se determina directamente en el vino diluido por espectrofotometría de absorción atómica, previa adición de un tampón espectral de cloruro de cesio para evitar la ionización del sodio.

#### **Material**

- Fiola de 50 mL
- Fiola de 100 mL
- Fiola de 500 mL
- Fiola de 1000 mL
- Pipeta volumétrica de 1,0 mL

- Pipeta volumétrica de 2,0 mL
- Pipeta volumétrica de 2,5 mL
- Pipeta volumétrica de 5,0 mL
- Pipeta volumétrica de 7,5 mL
- Pipeta volumétrica de 10,0 mL

## Equipo

- Balanza analítica
- Cátodo hueco de sodio
- Espectrofotómetro de absorción atómica

## a. Reactivos

### a.1 Solución de sodio de 1 g/L

Se toma 2,542 g de cloruro de sodio (NaCl) desecado en el cual se encuentra 1 g de sodio (Na) y se diluye con agua destilada ajustando el volumen en una fiola de 1000 mL.

### a.2 Solución de referencia

Se toman los siguientes reactivos :

Acido cítrico ( $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ )	3,5 g
Sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )	1,5 g

Glicerol ( $C_3H_8O_3$ )	5,0 g
Cloruro de calcio anhidro ( $CaCl_2$ )	50 mg
Cloruro de magnesio anhidro ( $MgCl_2$ )	50 mg
Alcohol absoluto ( $C_2H_5OH$ )	50 mg

Llevar éstos reactivos a una fiola de 500 mL y completar con agua destilada hasta la línea de aforo

### a.3 Solución de cloruro de cesio al 5% en cesio

Se toman 6,33 g de cloruro de cesio ( $CsCl$ ) en el cual existen 5 g de cesio ( $Cs$ ) y se disuelve con agua destilada hasta completar un volumen de 100 mL en una fiola.

## b. Aparatos

Se empleará un espectrofotómetro de absorción atómica provisto de un mechero alimentado por aire (gas oxidante) y acetileno (gas combustible) La fuente de luz es una lámpara de cátodo hueco de sodio.

## c. Procedimiento :

### c.1 Preparación de la muestra

Tomar 2,5 mL de vino, echar en una fiola de 50 mL, añadir 1 mL de la solución de cloruro de cesio (a.3) y enrasar con agua destilada, obteniendo vino diluido al 5%, lo que representa un factor de 20 ( $F = 20$ )

## **c.2 Calibrado**

En una serie de fioas de 100 mL introducir 5,0 mL de solución de referencia (a.2) echar 0; 5,0; 10,0; 20,0 y 50,0 mL de la solución de sodio de 1 g por litro (a.1) previamente diluida a 1/10, añadir en todas las fioas 2 mL de la solución de cloruro de cesio (a.3) y enrasar hasta 100 mL con agua destilada. Las soluciones patrón preparadas tienen un contenido de 0; 5,0; 10,0; 20,0 y 50,0 mg de sodio por litro respectivamente y 1 g de cesio por litro.

## **c.3 Determinación**

Seleccionar la longitud de onda 589,0 nm. Regular al cero de la escala de absorbancia con la solución de calibrado que contiene 1 g de cesio por litro (c.2) Aspirar directamente el vino diluido (c.1) en el mechero del espectrofotómetro y seguidamente hacer lo mismo con las soluciones patrón (c.2) Leer las absorbancias. Efectuar las determinaciones por duplicado.

### **3.4.2. Determinación de K**

El potasio se determina directamente en el vino diluido por espectrofotometría de absorción atómica, previa adición de un tampón espectral de cloruro de cesio para evitar la ionización del potasio, especialmente cuando se utiliza la llama acetileno - aire.

## **Material**

- Fiola de 50 mL
- Fiola de 100 mL
- Fiola de 500 mL
- Fiola de 1000 mL
- Pipeta volumétrica de 2,0 mL
- Pipeta volumétrica de 5,0 mL
- Pipeta volumétrica de 10,0 mL
- Pipeta volumétrica de 20,0 mL
- Pipeta volumétrica de 50,0 mL

## **Equipo**

- Balanza analítica
- Cátodo hueco de potasio
- Espectrofotómetro de absorción atómica

### **a. Reactivos**

- a.1 Solución de potasio de 1 g/L

Se toma 2,813 g de tartrato ácido de potasio ( $C_4H_5KO_6$ ) en el cual se encuentra 1 g de potasio (K) y se diluye en agua destilada hasta alcanzar 1000 mL en una fiola de este volumen.

#### a.2 Solución de referencia

Se toma los siguientes reactivos :

Acido cítrico ( $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ )	3,5 g
Sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )	1,5 g
Glicerol ( $C_3H_8O_3$ )	5,0 g
Cloruro de calcio anhidro ( $CaCl_2$ )	50 mg
Cloruro de magnesio anhidro ( $MgCl_2$ )	50 mg

Llevar todos éstos reactivos a una fiola de 500 mL y completar con agua destilada hasta a línea de aforo.

#### a.3 Solución de Cloruro de cesio al 5% en cesio

Se toma 6,33 g de cloruro de cesio ( $CsCl$ ) en el cual existen 5 g de cesio (Cs) y se disuelve en agua destilada hasta completar un volumen de 100 mL en una fiola.

#### b. Aparatos

Se empleará un espectrofotómetro de absorción atómica provisto de un mechero alimentado por aire (gas oxidante) y acetileno (gas combustible) La fuente de luz es una lámpara de cátodo hueco de potasio

## **c. Procedimiento :**

### **c.1 Preparación de la muestra**

Tomar 2,0 mL de vino, echarlo en una fiola de 50 mL, añadir 1 mL de la solución de cloruro de cesio (a.3) y enrasar con agua destilada hasta la línea de aforo, obteniéndose vino diluido al 4%, lo que representa un factor de dilución de 25 ( $F = 25$ )

### **c.2 Calibrado**

En una serie de fiolas de 100 mL introducir 5 mL de solución de referencia (a.2), echar 0; 10,; 20,0 y 50,0 mL de la solución de potasio de 1 g por litro (a.1) previamente diluida al 1/10, añadir en todas las fiolas 2 mL de la solución de cloruro de cesio (a.3) y ajustar el volumen a 100 mL con agua destilada. Las soluciones patrón preparadas tienen un contenido de potasio de 0; 10,0; 20,0 y 50,0 mg de potasio por litro respectivamente y 1 g de cesio por litro

### **c.3 Determinación**

Seleccionar la longitud de onda 769,9 nm. Regular al cero de la escala de absorbancia con la solución de referencia que contiene 1 g de cesio por litro (c.2) Aspirar directamente el vino diluido (c.1) en el mechero del espectrofotómetro y seguidamente hacer lo mismo con la solución patrón (c.2) Tomar las absorbancias. Efectuar las determinaciones por duplicado.

### **3.4.3. Determinación del Cu**

El cobre se determina mediante el empleo de espectrofotometría de absorción atómica.

#### **Material**

- Fiola de 50 mL
- Fiola de 100 mL
- Fiola de 1000 mL
- Pipeta volumétrica de 1,0 mL
- Pipeta volumétrica de 5,0 mL
- Pipeta volumétrica de 10,0 mL
- Pipeta volumétrica de 30,0 mL

#### **Equipo**

- Balanza analítica
- Cátodo hueco de cobre
- Espectrofotómetro de absorción atómica

## a. Reactivos

### a.1 Solución de cobre de 1 g/L

Cobre metálico	1 g
Acido nítrico concentrado al 65% ( $\text{HNO}_3$ ; $\rho_{20} = 1,38 \text{ g/mL}$ )	10 mL
Acido nítrico diluido a v/v	3,5 mL

Se pesa 1 g de cobre metálico y se transfiere a una fiola de 1000 mL.

Añadir 3,5 mL de ácido nítrico diluido  $\frac{1}{2}$ , añadir 10 mL de ácido nítrico concentrado y enrasar con agua bidestilada.

### a.2 Solución de cobre de 10 mg/L

Tomar 10 mL de la solución (a.1) y llevarla a una fiola de 100 mL, completando el volumen con agua bidestilada.

## b. Aparatos

Se empleará un espectrofotómetro de absorción atómica provisto de un mechero alimentado por aire (gas oxidante) y acetileno (gas combustible) La fuente de luz es una lámpara de cátodo hueco de cobre.

## c. Procedimientos

c.1 Tomar 5 mL de vino, echarlo a una fiola de 50 mL y enrasar con agua bidestilada hasta la línea de aforo, obteniéndose vino diluido al 10%, lo que representa un factor de dilución de 10 ( $F = 10$ )

## **c.2 Calibrado**

Tomar 0; 1,0; 5,0; 10,0; y 30,0 mL de la solución (a.2) (10 mg de cobre por litro) y llevarlos a fioles de 100 mL completando el volumen con agua bidestilada; las soluciones obtenidas contendrán respectivamente 0; 0,1; 0,5; 1,0 y 3,0 mg/L de cobre. Con los valores de absorbancia de éstas soluciones medidas como se especifica en (c.1), trazar la curva de calibrado.

## **c.3 Determinación**

Seleccionar la longitud de onda 324,8 nm. Ajustar a cero la escala de absorbancia con el agua bidestilada. Aspirar directamente la muestra diluida en el mechero del espectrofotómetro, después sucesivamente las soluciones patrón preparadas en (c.2) Hallar las absorbancias. Efectuar las determinaciones por duplicado.

### **3.4.4 Determinación de Fe**

El hierro se determina directamente por espectrofotometría de absorción atómica, previa dilución del vino y eliminación del alcohol.

### **Material**

- Fiola de 100 mL
- Fiola de 500 mL
- Fiola de 1000 mL

- Pipeta volumétrica de 0,8 mL
- Pipeta volumétrica de 2,0 mL
- Pipeta volumétrica de 4,0 mL
- Pipeta volumétrica de 6,0 mL
- Pipeta volumétrica de 50,0 mL

## **Equipo**

- Balanza analítica
- Cátodo hueco de hierro
- Espectrofotómetro de absorción atómica

### **a. Reactivos**

#### **a.1 Solución patrón concentrado de hierro III, de 1 g/L**

Se toman 8,6341 g de sulfato de hierro III y de amonio ( $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) se diluye en agua destilada ligeramente acidificada con 5 gotas de ácido clorhídrico 1M y enrasando el volumen en una fiola de 1000 mL.

**a.2** Se toman 100 mL de la solución patrón concentrado de hierro III de 1 g/L y se diluye con agua destilada, enrasando el volumen en una fiola de 1000 mL, en la que se tiene una solución patrón diluida de hierro de 100 mg por litro.

## **b. Aparatos**

Rota vapor con baño de agua termostataado

Espectrofotómetro de absorción atómica equipado con un mechero alimentado con aire (gas oxidante) y acetileno (gas combustible)

La fuente de luz es una lámpara de cátodo hueco de hierro.

## **c. Procedimiento**

### **c.1 Preparación de la muestra**

Se toman 50 mL de vino, al cual se elimina el alcohol mediante concentración del volumen de la muestra a su mitad en un rotavapor a una temperatura entre 50°C y 60°C, luego se completa con agua destilada en una fiola de 500 mL, dando un vino del 10%, lo que representa un factor de 10 ( $F = 10$ ).

### **c.2 Calibrado**

En una serie de fiolas de 100 mL, echar 0; 0,8; 2,0; 4,0 y 6,0 mL de la solución de hierro de 100 mg por litro (a.2) y completar hasta 100 mL con agua destilada. Las soluciones preparadas tendrán un contenido de hierro de 0; 0,8; 2,0; 4,0 y 6,0 mg de hierro por litro.

### **c.3 Determinación**

Seleccionar la longitud de onda 248,3 nm. Regular el cero de la escala de absorbancia con agua destilada. Aspirar directamente la muestra diluida en el mechero del espectrofotómetro, seguidamente hacer lo mismo con

las soluciones patrón preparado en c.2. Leer las absorbancias. Efectuar las determinaciones por duplicado.

### **3.4.5. Determinación de Mg**

El magnesio se determina directamente en el vino, convenientemente diluido, por espectrofotometría de absorción atómica.

#### **Material**

- Fiola de 100 mL
- Fiola de 1000 mL
- Pipeta volumétrica de 4,0 mL
- Pipeta volumétrica de 5,0 mL
- Pipeta volumétrica de 10,0 mL
- Pipeta volumétrica de 20,0 mL
- Pipeta volumétrica de 30,0 mL
- Pipeta volumétrica de 40,0 mL

#### **Equipo**

- Balanza analítica
- Cátodo hueco de magnesio

- Espectrofotómetro de absorción atómica.

#### **a. Reactivos**

- a.1** Solución patrón concentrado de magnesio con un contenido de 1 g por litro

Pesar 8,3646 g de cloruro de magnesio ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) en el cual se encuentra 1 g de magnesio (Mg), diluir con agua destilada y enrasando el volumen en una fiola de 1000 mL

- a.2** Solución patrón diluida de magnesio, con un contenido de 5 mg por litro

Tomar con una pipeta 5 mL de la solución concentrada (a.1) y llevarla a una fiola de 1000 mL, luego enrasar con agua destilada.

#### **b. Aparatos**

Espectrofotómetro de absorción atómica equipado con un mechero alimentado por aire (gas oxidante) y acetileno (gas combustible) La fuente de luz es una lámpara de cátodo hueco de magnesio.

#### **c. Procedimiento**

- c.1 Preparación de la muestra**

Tomar 2 mL de vino, llevarlo a una fiola de 100 mL y enrasar con agua destilada, por lo que se tiene vino a 1/50, lo que representa un factor de 50 ( $F = 50$ ).

## **c.2 Calibrado**

En una serie de fioles de 100 mL, echar 0; 4,0; 10,0; 20,0; 30,0 y 40,0 mL de solución a.2 y enrasar con agua destilada. Las soluciones preparadas tienen un contenido de magnesio de 0; 0,20; 0,50; 1,0; 1,5 y 2,0 mg por litro respectivamente.

## **c.3 Determinación**

Seleccionar la longitud de onda 285 nm

Regular el cero de la escala de absorbancia con agua destilada

Aspirar directamente el vino diluido en el mechero del espectrofotómetro, hacerlo a continuación con las soluciones patrón preparadas en (c.2)

### **3.4.6. Determinación de Ca**

El calcio se determina directamente en el vino, convenientemente diluido, por espectrofotometría de absorción atómica, previa adición de un tampón espectral.

#### **Material**

- Fiola de 25 mL
- Fiola de 100 mL
- Fiola de 1000 mL
- Pipeta volumétrica de 2,0 mL
- Pipeta volumétrica de 2,5 mL

- Pipeta volumétrica de 10,0 mL
- Pipeta volumétrica de 20,0 mL
- Pipeta volumétrica de 30,0 mL

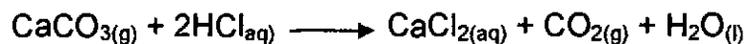
## Equipo

- Balanza analítica
- Cátodo hueco de calcio
- Espectrofotómetro de absorción atómica.

### a. Reactivos

#### a.1 Solución patrón de calcio con un contenido de 1 g por litro

Pesar 2,5 g de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), agregar 50 mL de ácido clorhídrico (HCl) diluido a 1/10, la solución se lleva a una fiola de 1000 mL, enrasándose con agua destilada



En 2,59 de carbonato de calcio se encuentra 1 g de calcio

#### a.2 Solución patrón diluida de calcio con un contenido de 50 mg por litro

Llevar 50 mL de solución patrón de calcio que contiene 1 g de calcio por litro (a.1) a una fiola de 1000 mL y enrasar con agua destilada, lo que nos da una solución patrón diluida de calcio con un contenido de 50 mg de calcio por litro.

### **a.3 Solución tampón de cloruro de lantano de 50 g/L en lantano**

Tomar 13,369 g de cloruro de lantano ( $\text{LaCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) en el que se encuentran 5 g de lantano (La), disolver en agua destilada; añadir 1 mL de HCl diluido  $1/10 \left( \frac{V}{V} \right)$  y enrasar á 100 mL en una fiola. Esto nos da una proporción de 50 g/L en lantano.

## **b. Aparatos**

Espectrofotómetro de absorción atómica equipado con un mechero alimentado por aire (gas oxidante) y acetileno (gas combustible) La fuente de luz es una lámpara de cátodo hueco de calcio.

## **c. Procedimiento**

### **c.1 Preparación de la muestra**

En una fiola de 25 mL, echar 2 mL de vino, 2,5 mL de la solución a.3 y enrasar con agua destilada. El vino diluido a  $1/12,5$  contiene 5 g de lantano por litro. Dando un factor de 12,5 ( $F = 12,5$ ).

### **c.2 Calibrado**

En una serie de fiolas de 100 mL, echar 0; 2,0; 10,0; 20,0 y 30,0 mL de solución (a.2), añadir en todas las fiolas 10 mL de solución (a.3) y enrasar á 100 mL con agua destilada. Las soluciones patrón preparadas tienen un

contenido de calcio de 0; 1,0; 5,0; 10,0 y 15,0 mg por litro respectivamente y 5 g de lantano por litro.

### **c.3 Determinación**

Seleccionar la longitud de onda 422,7 nm. Regular el cero de la escala de absorbancia con la solución que contiene 5 g de lantano por litro (c.2) Aspirar directamente el vino diluido en el mechero del espectrofotómetro, seguidamente hacer lo mismo con las soluciones patrón preparadas en (c.2). Leer las absorbancias. Efectuar las determinaciones por duplicado.

### **3.4.7. Curva de trabajo del Na**

Las soluciones sin contenido de vino preparadas en 3.4.1, se llevan al espectrofotómetro de absorción atómica con cátodo hueco de sodio, obteniéndose las absorbancias mostradas en el Cuadro Nº 3.1

**CUADRO Nº 3.1**

**Datos experimentales para obtener la ecuación general para el Na**

<b>CONCENTRACIÓN DE SODIO (mg/L)</b>	<b>ABSORBANCIA</b>
0,000	0,000
5,000	0,017
10,000	0,036
20,000	0,072
50,000	0,174

Con los datos del cuadro N° 3.1, obtenemos la siguiente ecuación lineal para el sodio:

$$y = 0,0035x + 0,00097$$

Esta ecuación se utilizó para elaborar el **cuadro N° 3.1**, cuyos resultados se utilizaron para graficar la curva de trabajo del sodio (Absorbancia vs Concentración), dado en la **Figura N° 3.1** de anexos..

### CUADRO N° 3.2

**Tabla de valores para graficar la curva de trabajo del sodio (Fig. N° 3.1)**

CONCENTRACIÓN DE Na (mg/L)	ABSORBANCIA
0,00	0,00097
2,50	0,00972
5,00	0,01847
7,50	0,02722
10,00	0,03597

#### 3.4.8. Curvas de trabajo del potasio

Las soluciones sin contenido de vino preparadas en 3.4.2., se llevaron al espectrofotómetro de absorción atómica con cátodo hueco de potasio, obteniéndose las absorbancias mostradas en el **Cuadro N° 3.2**.

### CUADRO N° 3.3

Datos experimentales para obtener la ecuación general para el K

CONCENTRACIÓN DE POTASIO (mg/L)	ABSORBANCIA
0,0	0,000
10,0	0,011
20,00	0,024
50,00	0,063

Con los datos del cuadro N° 3.3., obtenemos la siguiente ecuación lineal para el potasio:

$$y = 0,00127x - 0,00093$$

Esta ecuación se utilizó para elaborar el **Cuadro N° 3.4**, cuyos resultados se utilizaron para graficar la curva de trabajo del potasio (Absorbancia vs Concentración), dado en la **Figura N° 3.2** de anexos.

### CUADRO N° 3.4.

CONCENTRACIÓN DE K (mg/L)	ABSORBANCIA
0,0	- 0,00093
10,0	0,01177
20,0	0,02447
30,0	0,03717
40,0	0,04987
50,0	0,06257
60,0	0,07527

### 3.4.9. Curvas de trabajo del Cu

Las soluciones sin contenido de vino preparadas en 3.4.3, se llevaron al espectrofotómetro de absorción atómica con cátodo hueco de cobre, obteniéndose las absorbancias mostradas en el Cuadro N° 3.5.

**CUADRO N° 3.5**

**Datos experimentales para obtener la ecuación general para el Cu**

<b>CONCENTRACIÓN DE COBRE (mg/L)</b>	<b>ABSORBANCIA</b>
0,000	0,000
0,100	0,019
0,500	0,092
1,000	0,182
3,000	0,520

Con los datos del cuadro N° 3.5, obtenemos la siguiente ecuación lineal para el cobre:

$$y = 0,173x + 0,0036$$

Esta ecuación se utilizó para elaborar el Cuadro N° 3.6, cuyos resultados se utilizaron para graficar la curva de trabajo del cobre (Absorbancia vs Concentración), dado en la Figura N° 3.1. de anexos.

### CUADRO N° 3.6

Tabla de valores para graficar la curva de trabajo del cobre (Fig. N° 3.3)

CONCENTRACIÓN DE Cu (mg/L)	ABSORBANCIA
0,000	0,00360
0,010	0,00533
0,015	0,00619
0,020	0,00706
0,030	0,00879

#### 3.4.10 Curvas de trabajo del Fe

Las soluciones sin contenido de vino preparadas en 3.4.4, se llevaron al espectrofotómetro de absorción atómica con cátodo hueco de hierro, obteniéndose las absorbancias mostradas en el Cuadro N° 3.7.

### CUADRO N° 3.7

Datos experimentales para obtener la ecuación general para el Fe

CONCENTRACIÓN DE HIERRO (mg/L)	ABSORBANCIA
0,00	0,000
0,80	0,062
2,00	0,151
4,00	0,298
6,00	0,432

Con los datos de la tabla N° 8 obtenemos la siguiente ecuación lineal para el hierro:

$$y = 0,0721x + 0,00425$$

Esta ecuación se utilizó para elaborar el **Cuadro N° 3.8**, cuyos resultados se utilizaron para graficar la curva de trabajo del hierro (Absorbancia vs Concentración), dado en la **Figura N° 3.4** de anexos

### CUADRO N° 3.8

Tabla de valores para graficar la curva de trabajo del hierro (Fig. N° 3.4)

CONCENTRACIÓN DE Fe (mg/L)	ABSORBANCIA
0,00	0,00425
0,10	0,01146
0,20	0,01867
0,30	0,02588
0,40	0,03309
0,50	0,04030
0,60	0,04751
0,80	0,06193

### 3.4.11 Curvas de trabajo del Mg

Las soluciones sin contenido de vino preparadas en 3.4.5, se llevaron al espectrofotómetro de absorción atómica con cátodo hueco de magnesio, obteniéndose las absorbancias mostradas en el Cuadro N° 3.5.

**CUADRO N° 3.9**

**Datos experimentales para obtener la ecuación general para el Mg**

<b>CONCENTRACIÓN DE MAGNESIO (mg/L)</b>	<b>ABSORBANCIA</b>
0,00	0,000
0,20	0,011
0,50	0,025
1,00	0,051
1,50	0,075
2,00	0,094

Con los datos del cuadro N° 3.9, obtenemos la siguiente ecuación lineal para el magnesio:

$$y = 0,04756x + 0,0014$$

Esta ecuación se utilizó para elaborar el Cuadro N° 3.10, cuyos resultados se utilizaron para graficar la curva de trabajo del magnesio (Absorbancia vs Concentración), dado en la Figura N° 3.5, de anexos.

### CUADRO N° 3.10

Tabla de valores para graficar la curva de trabajo del magnesio (Fig. N° 3.5)

CONCENTRACIÓN DE Mg (mg/L)	ABSORBANCIA
0,00	0,00140
0,20	0,01091
0,50	0,02518
1,00	0,04896
1,50	0,07274
2,00	0,09652

#### 3.4.12 Curvas de trabajo del Ca

Las soluciones sin contenido de vino preparadas en 3.4.6, se llevaron al espectrofotómetro de absorción atómica con cátodo hueco de calcio, obteniéndose las absorbancias mostradas en el Cuadro N° 3.11

### CUADRO N° 3.11

Datos experimentales para obtener la ecuación general para el Ca

CONCENTRACIÓN DE CALCIO (mg/L)	ABSORBANCIA
0,0	0,002
1,0	0,041
5,0	0,178
10,0	0,369
15,0	0,523

Con los datos del cuadro N° 3.11, obtenemos la siguiente ecuación lineal para el magnesio:

$$y = 0,035x + 0,0053$$

Esta ecuación se utilizó para elaborar el **cuadro N° 3.12**, cuyos resultados se utilizaron para graficar la curva de trabajo del calcio (Absorbancia vs Concentración), dado en el **Cuadro N° 3.11 de anexos**.

### CUADRO N° 3.11

**Tabla de valores para graficar la curva de trabajo del calcio (Fig. N° 3.5)**

CONCENTRACIÓN DE Ca (mg/L)	ABSORBANCIA
0,00	0,0053
2,00	0,0753
4,00	0,1453
6,00	0,2153
8,00	0,2853
10,00	0,3553

### 3.5 Operalización de las variables

Como se puede observar en la matriz de consistencia (en anexos) la variable independiente esta dado por el proceso de elaboración de vinos en el distrito de Santa Cruz de Flores, siendo las variables dependientes son las trazas metálicas determinadas por el método de absorción atómica.

La operacionalización se expresa por la siguiente función:

$$\textit{Proceso de elaboración de vinos en el Distrito de Santa Cruz de Flores} = f \left\{ \textit{Trazas metálicas por el método de absorción atómica} \right\}$$

### 3.6 Población y muestra

La población está dada por los vinos elaborados en el Distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en otras regiones (California (U.S.A.), Francia, Alemania e Italia) y la muestra está dada por las trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca) del vino elaborado en el Distrito de Santa Cruz de Flores.

La muestra de vino pertenece al año 2005 y fueron tomados del Distrito de Santa Cruz de Flores para efectuar el análisis espectrofotométrico por el método de absorción atómica de Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca que fue comparada por las muestras reportadas en las regiones de California (U.S.A), Francia, Alemania e Italia, referidas al mismo año.

### 3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El método de recolección de datos que se tomó para las regiones de California (U.S.A.), Francia, Alemania e Italia que se reportan según la tabla N° 16 de Amerine M.A. y OUGH. C. S. Análisis de Vinos y Mostos y el reporte de los vinos del Distrito de Santa Cruz de Flores, se compararon y se usó el análisis de varianza para el modelo de efecto fijo unifactorial.

### 3.8 Procedimiento de recolección de datos

Sólo se utilizaron los vinos del Distrito de Santa Cruz de Flores para el análisis de trazas metálicas y de las otras regiones (california (U.S.A.), Francia, Alemania e Italia) se utilizó los reportados por esos países.

### 3.9 Procesamiento estadístico y análisis de datos

El modelo estadístico de efectos fijos  $y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ , describe la situación con respecto al efecto de los tratamientos seleccionados específicamente por el experimentador y prueba la hipótesis sobre la media de los tratamientos y las conclusiones se aplican solo a los niveles del factor considerados en el análisis. Las conclusiones no pueden hacerse extensivas a tratamientos similares que no hayan sido considerados específicamente.

La denominación de análisis de varianza resulta de descomponer la variabilidad total en sus partes componentes, así se tiene:

$$\text{Suma de cuadrados total, } SS_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N}$$

$$\text{Suma de Cuadrados de los tratamientos, } S_{TRAT} = \sum_{i=1}^2 \frac{y_{i.}^2}{n} - \frac{y_{..}^2}{N}$$

$$\text{Suma de cuadrados del error, } SS_E = SS_T - S_{TRAT}$$

## IV. RESULTADOS

Las curvas de trabajo elaborados en el capítulo III, se utilizarán ahora para determinar la concentración de los elementos metálicos en el vino, para lo cual las absorbancias leídas en el espectrofotómetro que son producto de las muestras de vino preparadas en el capítulo III, éstos valores de absorbancias se llevan a los respectivos gráficos y por extrapolación se obtiene la concentración respectiva, la cual será multiplicada por el factor correspondiente, obteniéndose así la concentración real del metal que es parte del vino.

### 4.1. Resultados parciales

#### 4.1.1 Determinación del Na en la curva de trabajo

La respuesta del espectrofotómetro de absorción atómica a la muestra de vino preparada para la determinación de sodio (3.4.1), da una absorbancia de 0,035.

La absorbancia de 0,035 (valor ya corregido) se llevó a la curva de trabajo (**Figura N° 3.1**) y se muestra en la **Figura N° 4.1** de anexos.

Luego se extrapola, dando una concentración de  $C = 9,4 \text{ mg de Na/L}$ , el cual se multiplica por el factor  $F = 20$ , establecido en el capítulo III (3.4.1). Por consiguiente la concentración de sodio en el vino puro es:

$$C_x F = 9,4 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 20 = 188 \frac{\text{mg de Na}}{\text{L}}$$

#### 4.1.2 Determinación del K en la curva de trabajo

La respuesta del espectrofotómetro de absorción atómica a la muestra de vino preparada para la determinación de potasio (3.4.2), da una absorbancia de 0,057.

La absorbancia de 0,057 se llevo a la curva de trabajo (**Figura N° 3.2**) y se muestra en la **Figura N° 4.2**, de anexos.

Luego se extrapola, dando una concentración de  $C = 46,6$  mg de K/L, el cual se multiplica por el factor  $F = 25$ , establecido en el capítulo III (3.4.2). Por consiguiente la concentración de potasio en el vino puro es:

$$Cx_F = 46,6 \times 25 = 1165 \frac{\text{mg de K}}{L}$$

#### 4.1.3 Determinación del Cu en la curva de trabajo

La respuesta del espectrofotómetro de absorción atómica a la muestra de vino preparada para la determinación de cobre (3.4.3), da una absorbancia de 0,008.

La concentración de cobre es por lo tanto 0,0252 mg/L de cobre.

La absorbancia de 0,008 se llevó a la curva de trabajo (**Figura N° 3.3**) y se muestra en la **Figura N° 4.3** de anexos..

Consideremos entonces como producto de la extrapolación una concentración de  $C = 0,025$  mg/L, el cual se multiplica por el factor  $F = 10$ , establecido en el capítulo III (3.4.3). Por consiguiente la concentración de cobre en el vino puro es:

$$Cx_F = 0,0252 \times 10 = 0,252 \frac{\text{mg de Cu}}{L}$$

#### 4.1.4 Determinación del Fe en la curva de trabajo

La respuesta del espectrofotómetro de absorción atómica a la muestra de vino preparada para la determinación de hierro (3.4.4), da una absorbancia de 0,042.

La absorbancia 0,042 se llevó a la curva de trabajo (**Figura N° 3.4**) y se muestra en la **Figura N° 4.3** de anexos.

Luego se extrapola, dando una concentración de  $C = 0,524 \text{ mg/L}$ , de Fe el cual se multiplica por el factor  $F = 10$ , establecido en el capítulo III (3.44). Por consiguiente la concentración de hierro en el vino puro es:

$$Cx F = 0,524 \times 10 = 5,24 \frac{\text{mg de hierro}}{L}$$

#### 4.1.5. Determinación del Mg en la curva de trabajo

La respuesta del espectrofotómetro de absorción atómica a la muestra de vino preparada para la determinación de magnesio (3.4.5), da una absorbancia repetida de 0,081.

La absorbancia 0,081 se llevó a la curva de trabajo (**Figura N° 3.5**) y se muestra en la **Figura N° 4.5** de anexos.

Luego se extrapola, dando una concentración de  $C = 1,69 \text{ mg/L}$ , de Mg el cual se multiplica por el factor  $F = 50$ .

Por consiguiente la concentración de magnesio en el vino puro es :

$$Cx F = 1,69 \times 50 = 84,5 \frac{\text{mg de magnesio}}{L}$$

#### 4.1.6 Determinación del Ca en la curva de trabajo

La respuesta del espectrofotómetro de absorción atómica a la muestra de vino preparada para la determinación de calcio (3.4.6), da dos valores para la determinación de absorbancia de 0,328.

La absorbancia de 0,328 se llevó a la curva de trabajo (**Figura N° 3.6**) y se muestra en la **Figura N° 4.6** de anexos.

Luego se extrapola, dando una concentración de  $C = 9,25 \text{ mg/L}$ , de Ca.

El valor de la concentración ( $C'$ ) debe multiplicarse por el factor  $F = 12,5$ , establecido en el capítulo III (3.4.6)

Por consiguiente la concentración de calcio en el vino puro es :

$$C' \times F = 9,25 \times 12,5 = 115,63 \frac{\text{mg de calcio}}{L}$$

**NOTA:** Las figuras: 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 y 23 se encuentran en anexos.

#### 4.2 Resultados finales

Con los resultados obtenidos en el capítulo IV, se elaboró una tabla (Tabla No. 14), además el autor se preocupó de hacer analizar otra muestra de vino del mismo lote por Certificaciones del Perú S.A. (CERPER) entidad de responsabilidad reconocida, cuyos resultados se muestran en la Tabla No. 15. Los valores difieren a lo más en un 3% como es el caso del Na, este hecho se atribuye a error de percepción de quien realiza el análisis. Los valores obtenidos se comparan (contrastan) con los valores dados por países vitivinícolas de gran historial y

calidad de vinos reconocidos Cuadro No. 4.3. En anexos se muestra el protocolo de análisis No. 3-09697/05 realizado por CERPER.

#### 4.2.1 Tabla de Resultados

En el Cuadro N° 4.1 se presentan las concentraciones de cada elemento (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca) en el vino estudiado, realizado por el autor:

**CUADRO N° 4.1.**

<b>Elemento</b>	<b>Concentración (mg/L)</b>
Sodio (Na)	180,000
Potasio (K)	1165,000
Cobre (Cu)	0,252
Hierro (Fe)	5,240
Magnesio (Mg)	84,500
Calcio (Ca)	115,630

**CUADRO N° 4.2.**

<b>Elemento</b>	<b>Concentración (mg/L)</b>
Sodio (Na)	182,12
Potasio (K)	1153,00

Cobre (Cu)	0,25
Hierro (Fe)	5,28
Magnesio (Mg)	85,4700
Calcio (Ca)	115,63

Fuente: CERPER

#### 4.22 Comparación con resultados establecidos

En el Cuadro N° 4.3, se dan los rangos de concentración de los elementos estudiados, en los vinos de California, Francia, Alemania e Italia, regiones que producen vinos de alta calidad.

CUADRO N° 4.3.

	Na	K	Cu	Fe	Mg	Ca
	Intervalo	Intervalo	Intervalo	Intervalo	Intervalo	Intervalo
Regiones	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
California	10 – 172	281 – 1580	0,04 – 0,43	0,00 – 35,0	---	6 – 117
Francia	30 – 125	94 – 1760	0,54 – 1,78	3,50 – 26,0	74 – 165	36 – 112
Alemania	5 – 43	627 – 1293	0,00 – 3,68	2,24 – 9,89	73 – 91	54 – 115
Italia	19 – 85	430 – 1330	0,12 – 1,12	1,50 – 90,0	60 – 173	30 – 165

Fuente: AMERINE, M.A y OUGH, C.S Análisis de Vinos y Mostos

Comparando el Cuadro N° 4.1 y N° 4.3, se observa que el vino materia de la tesis cae en los rangos de los vinos de las regiones vinícolas de calidad reconocida, excepto del sodio, que en las conclusiones se explicará y en recomendaciones se aconsejará al productor que se debe disminuir el proporción de sodio.

## **V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1 Contrastación de las hipótesis con los resultados**

#### **5.1.1 Primera prueba de hipótesis**

##### **1. Hipótesis Específica 1**

No hay diferencia significativa entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en California.

##### **2. Hipótesis Estadística 1**

En cualquier experimento si los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), no dependen del proceso de elaboración de vinos; entonces no hay varianza entre los vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los de California a un nivel de significancia de 0.05

##### **3. Hipótesis Nula 1**

En el experimento si los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), no dependen del proceso de elaboración de vinos; entonces la aplicación del factor proceso de elaboración de vinos origina una varianza manifiesta entre los vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los de California a un nivel de significancia de 0.05

#### 4. Hipótesis Alterna 1

En el experimento si los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), no dependen del proceso de elaboración de vinos; entonces la aplicación del factor proceso de elaboración de vinos no origina una varianza manifiesta entre los vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los de California a un nivel de significancia de 0.05

#### 5. Distribución Muestral y Prueba Estadística 1

$$H_o = \sigma_o^2 \neq \sigma_1^2$$

$$H_a = \sigma_o^2 = \sigma_1^2$$

$$F = \frac{M S_T}{M S_E}$$

#### 6. Nivel de Significancia y Región de Rechazo 1

$$\alpha = 0.05$$

$$F_1 \geq F_{\alpha(v_1, v_2)}$$

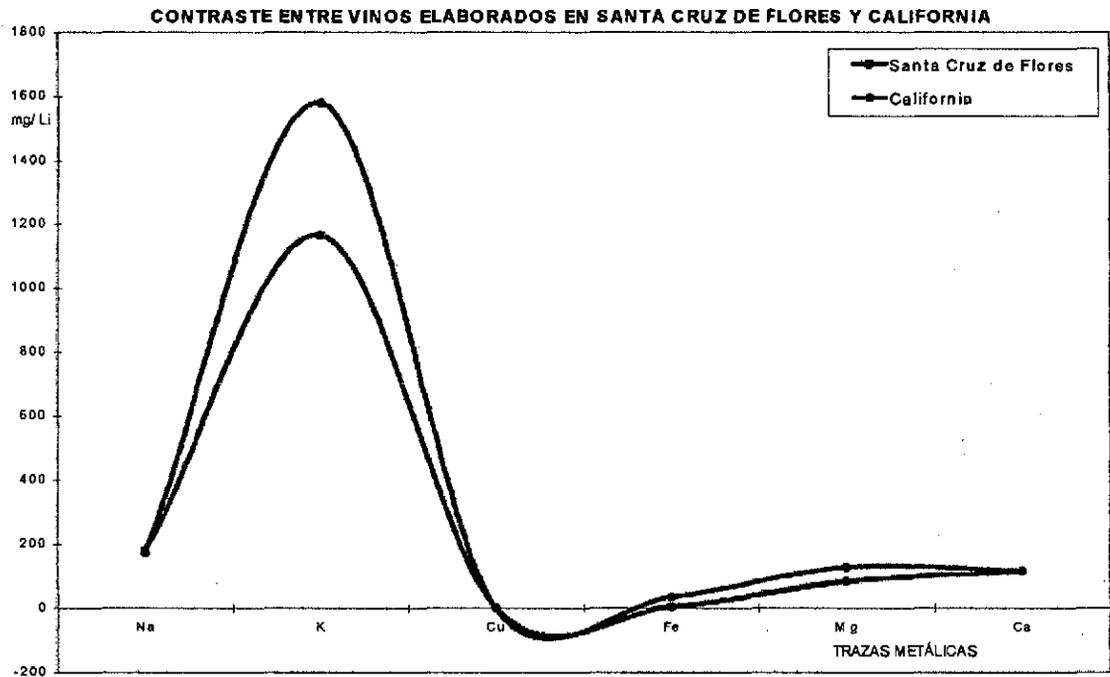
7. Cuadro N° 5.1, de Análisis de Varianza para el modelo de Efectos fijos Unifactorial 1

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA DE CUADRADOS	FO
ENTRE TRATAMIENTOS	$SS_{TRAT} = \sum_{i=1}^2 \frac{y_i^2}{n} - \frac{y_{..}^2}{N}$	$a - 1$	$MS_{TRAT}$	$F_o = \frac{MS_{TRAT}}{MS_{ERROR}}$
ERROR (DENTRO DE TRATAMIENTOS)	$SS_E = SS_T - SS_{TRAT}$	$N - a$	$MS_E$	
Total	$SS_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N}$	$N - 1$		

8. Cuadro N° 5.2, de Datos Registrados 1

REGIÓN DE ELABORACIÓN DE VINOS	TRAZAS METÁLICAS EN mg/L						TOTALES	PROMEDIOS
	Na	K	Cu	Fe	Mg	Ca		
SANTA CRUZ DE FLORES	180	1165	0,25	5,24	84,5	116	1550,62	258,44
CALIFORNIA	172	1580	0,43	35	128	117	2032,43	338,74
							3583,05	298,59

Fig. 5.1



### 8. Cálculo de la Prueba 1

a) Suma de Cuadrados Total:

$$SS_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N}$$

$$SS_T = (180^2 + 1165^2 + \dots + 117^2) - \frac{3583.05^2}{12} = 2'897,591.31$$

b) Suma de Cuadrados de los Tratamientos:

$$S_{TRAT} = \sum_{i=1}^2 \frac{y_i^2}{n} - \frac{y_{..}^2}{N}$$

$$S_{TRAT} = \frac{(1550.62^2 + 2032.43^2)}{6} - \frac{3583.05^2}{12} = 19,345.07$$

c) Suma de Cuadrados del Error:

$$SS_E = SS_T - SS_{TRAT}$$

$$SS_E = 2'897,591.31 - 19,345.07 = 2'878,246.24$$

### 9. Análisis de Varianza para los datos de regiones de elaboración de vinos 1

**CUADRO N° 5.3**

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA DE CUADRADOS	Fo
ENTRE REGIONES	19,345.07	5	3.869,01	0.01
ERROR (DENTRO DE REGIONES)	2'878,246.24	6	479.707,71	
TOTAL	2'897,591.31	11		

### 10. Comprobación 1

Como  $F_o = 0.01$  y  $F_{0.05(5,6)} = 4.28$ , las trazas metálicas de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores, no difieren significativamente con los elaborados en California. Por tanto, no disponemos de evidencia suficiente para aceptar la hipótesis alterna, es decir, no hay diferencia significativa en el nivel de trazas metálicas con los vinos elaborados en California.

## **5.1.2 Segunda prueba de hipótesis**

### **1. Hipótesis Específica 2**

La diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Francia; no es significativa.

### **2. Hipótesis Estadística 2**

En cualquier experimento si los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), no dependen del proceso de elaboración de vinos; entonces no hay varianza entre los vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los de Francia a un nivel de significancia de 0.05

### **3. Hipótesis Nula 2**

En el experimento si los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), no dependen del proceso de elaboración de vinos; entonces la aplicación del factor proceso de elaboración de vinos produce una varianza manifiesta entre los vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los de Francia a un nivel de significancia de 0.05

### **4. Hipótesis Alterna 2**

En el experimento si los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), no dependen del proceso de elaboración de vinos; entonces la aplicación del factor

proceso de elaboración de vinos no produce una varianza manifiesta entre los vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los de Francia a un nivel de significancia de 0.05

### 5. Distribución Muestral y Prueba Estadística 2

$$H_0 = \sigma_0^2 \neq \sigma_2^2$$

$$H_a = \sigma_0^2 = \sigma_2^2$$

$$F = \frac{M S_T}{M S_E}$$

### 6. Nivel de Significancia y Región de Rechazo 2

$$\alpha = 0.05$$

$$F_2 \geq F_{\alpha(v_1, v_2)}$$

### 7. Cuadro N° 5.4, de Análisis de Varianza para el modelo de Efectos fijos Unifactorial 2

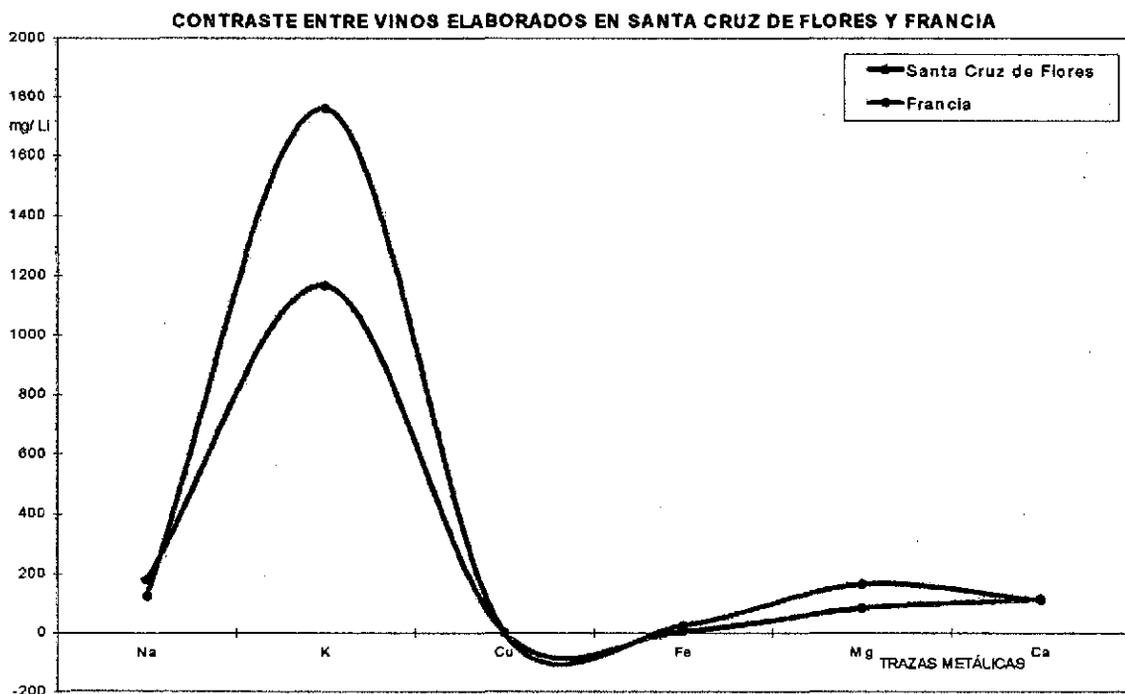
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA DE CUADRADOS	FO
ENTRE TRATAMIENTOS	$S_{TRAT} = \sum_{i=1}^2 \frac{y_i^2}{n} - \frac{y_{..}^2}{N}$	$a - 1$	$M S_{TRAT}$	$F_o = \frac{M S_{TRAT}}{M S_{ERROR}}$

ERROR (DENTRO DE TRATAMIENTOS)	$SS_E = SS_T - SS_{TRAT}$	$N - a$	$MS_E$
Total	$SS_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 y_{ij}^2 - \frac{y^2}{N}$	$N - 1$	

8. Cuadro N° 5.5, de Datos Registrados 2

REGIÓN DE ELABORACIÓN DE VINOS	TRAZAS METÁLICAS EN mg/L						TOTALES	PROMEDIOS
	Na	K	Cu	Fe	Mg	Ca		
SANTA CRUZ DE FLORES	180	1165	0,25	5,24	84,5	115,63	1550,62	258,44
FRANCIA	125	1760	1,78	26	165	112	2189,78	364,96
							3740,40	311,70

Fig. N° 5.2



8. Cálculo de la Prueba 2

a) Suma de Cuadrados Total:

$$SS_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N}$$

$$SS_T = (180^2 + 1165^2 + \dots + 112^2) - \frac{3740.40^2}{12} = 3'397,953.57$$

b) Suma de Cuadrados de los Tratamientos:

$$S_{TRAT} = \sum_{i=1}^2 \frac{y_{i.}^2}{n} - \frac{y_{..}^2}{N}$$

$$S_{TRAT} = \frac{(1550.62^2 + 2189.78^2)}{6} - \frac{3740.40^2}{12} = 34,043.78$$

c) Suma de Cuadrados del Error:

$$SS_E = SS_T - SS_{TRAT}$$

$$SS_E = 3'397,953.56 - 34,043.79 = 3'363,909.76$$

9. Cuadro N° 5.6, de Varianza para los datos de regiones de elaboración de vinos 2

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA DE CUADRADOS	FO
ENTRE REGIONES	34.043,79	5	6.808,76	0.01
ERROR (DENTRO DE	3.363.909,76	6	560.651,63	

REGIONES)			
TOTAL	3.397.953,56	11	

## 10. Comprobación 2

Como  $F_{\alpha} = 0.01$  y  $F_{0.05(5,6)} = 4.28$ , las trazas metálicas de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores, no difieren significativamente con los elaborados en Francia. Por tanto, no disponemos de evidencia suficiente para aceptar la hipótesis alterna, es decir, no hay diferencia significativa en el nivel de trazas metálicas con los vinos elaborados en Francia.

### 5.1.3 Tercera prueba de hipótesis

#### 1. Hipótesis Específica 3

No existe diferencia significativa entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Alemania.

#### 2. Hipótesis Estadística 3

En cualquier experimento si los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), no dependen del proceso de elaboración de vinos; entonces no hay varianza entre los vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los de Alemania a un nivel de significancia de 0.05

### 3. Hipótesis Nula 3

En el experimento si los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), no dependen del proceso de elaboración de vinos; entonces la aplicación del factor proceso de elaboración de vinos causa una varianza manifiesta entre los vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los de Alemania a un nivel de significancia de 0.05

### 4. Hipótesis Alterna 3

En el experimento si los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), no dependen del proceso de elaboración de vinos; entonces la aplicación del factor proceso de elaboración de vinos no causa una varianza manifiesta entre los vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los de Alemania a un nivel de significancia de 0.05

### 5. Distribución Muestral y Prueba Estadística 3

$$H_o = \sigma_o^2 \neq \sigma_3^2$$

$$H_a = \sigma_o^2 = \sigma_3^2$$

$$F = \frac{M S_T}{M S_E}$$

### 6. Nivel de Significancia y Región de Rechazo 3

$$\alpha = 0.05$$

$$F_3 \geq F_{\alpha(v_1, v_2)}$$

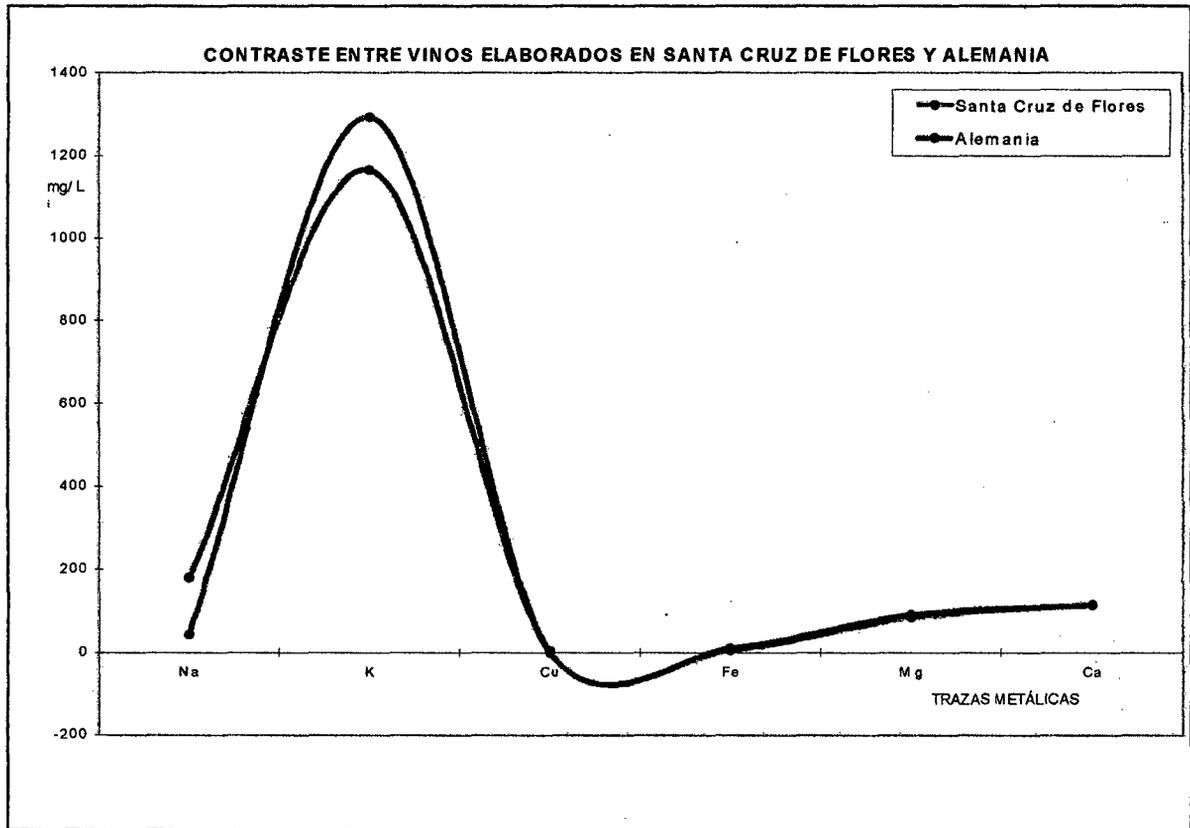
7. Cuadro N° 5.7, de Análisis de Varianza para el modelo de Efectos fijos Unifactorial 3

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA DE CUADRADOS	FO
ENTRE TRATAMIENTOS	$S_{TRAT} = \sum_{i=1}^2 \frac{y_{i.}^2}{n} - \frac{y_{..}^2}{N}$	$a - 1$	$MS_{TRAT}$	$F_o = \frac{MS_{TRAT}}{MS_{ERROR}}$
ERROR (DENTRO DE TRATAMIENTOS)	$SS_E = SS_T - SS_{TRAT}$	$N - a$	$MS_E$	
Total	$SS_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N}$	$N - 1$		

8. Cuadro N° 5.8, de Datos Registrados 3

REGIÓN DE ELABORACIÓN DE VINOS	TRAZAS METÁLICAS EN mg/L						TOTALES	PROMEDIOS
	Na	K	Cu	Fe	Mg	Ca		
SANTA CRUZ DE FLORES	180	1165	0,25	5,24	84,5	115,63	1550,62	258,44
ALEMANIA	43	1293	3,68	9,89	91	115	1555,57	259,26
							3106,19	258,85

Fig. 5.3



### 8. Cálculo de la Prueba 3

a) Suma de Cuadrados Total:

$$SS_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 y_{ij}^2 - \frac{y_{...}^2}{N}$$

$$SS_T = (180^2 + 1165^2 + \dots + 115^2) - \frac{3106.19^2}{12} = 2'301,443.73$$

b) Suma de Cuadrados de los Tratamientos:

$$S_{TRAT} = \sum_{i=1}^2 \frac{y_{i.}^2}{n} - \frac{y_{...}^2}{N}$$

$$S_{TRAT} = \frac{(1550.62^2 + 1555.57^2)}{6} - \frac{3106.19^2}{12} = 2.04$$

c) Suma de Cuadrados del Error:

$$SS_E = SS_T - SS_{TRAT}$$

$$SS_E = 2'301,443.73 - 2.04 = 2'301,441.69$$

9. Cuadro N° 5.9, de Varianza para los datos de regiones de elaboración de vinos 3

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA DE CUADRADOS	Fo
ENTRE REGIONES	2.04	5	0,41	0.00
ERROR (DENTRO DE REGIONES)	2'301,441.69	6	383.573,61	
TOTAL	2'301,443.73	11		

10. Comprobación 3

Como  $F_o = 0.00$  y  $F_{0.05(5,6)} = 4.28$ , las trazas metálicas de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores, no difieren significativamente con los elaborados en Alemania. Por tanto, disponemos de evidencia suficiente para aceptar la hipótesis alterna, es decir, no hay diferencia significativa en el nivel de trazas metálicas con los vinos elaborados en Alemania.

#### **5.1.4 Cuarta prueba de hipótesis**

La diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Italia; no es significativa.

#### **2. Hipótesis Estadística 4**

En cualquier experimento si los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), no dependen del proceso de elaboración de vinos; entonces no hay varianza entre los vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los de Italia a un nivel de significancia de 0.05

#### **3. Hipótesis Nula 4**

En el experimento si los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), no dependen del proceso de elaboración de vinos; entonces la aplicación del factor proceso de elaboración de vinos origina una varianza manifiesta entre los vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los de Italia a un nivel de significancia de 0.05

#### **4. Hipótesis Alterna 4**

En el experimento si los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), no dependen del proceso de elaboración de vinos; entonces la aplicación del factor

proceso de elaboración de vinos no origina una varianza manifiesta entre los vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los de Italia a un nivel de significancia de 0.05

#### 5. Distribución Muestral y Prueba Estadística 4

$$H_0 = \sigma_0^2 \neq \sigma_4^2$$

$$H_a = \sigma_0^2 = \sigma_4^2$$

$$F = \frac{M S_T}{M S_E}$$

#### 6. Nivel de Significancia y Región de Rechazo 4

$$\alpha = 0.05$$

$$F_4 \geq F_{\alpha(v_1, v_2)}$$

#### 7. Cuadro N° 5.10, de Análisis de Varianza para el modelo de Efectos fijos

##### Unifactorial 4

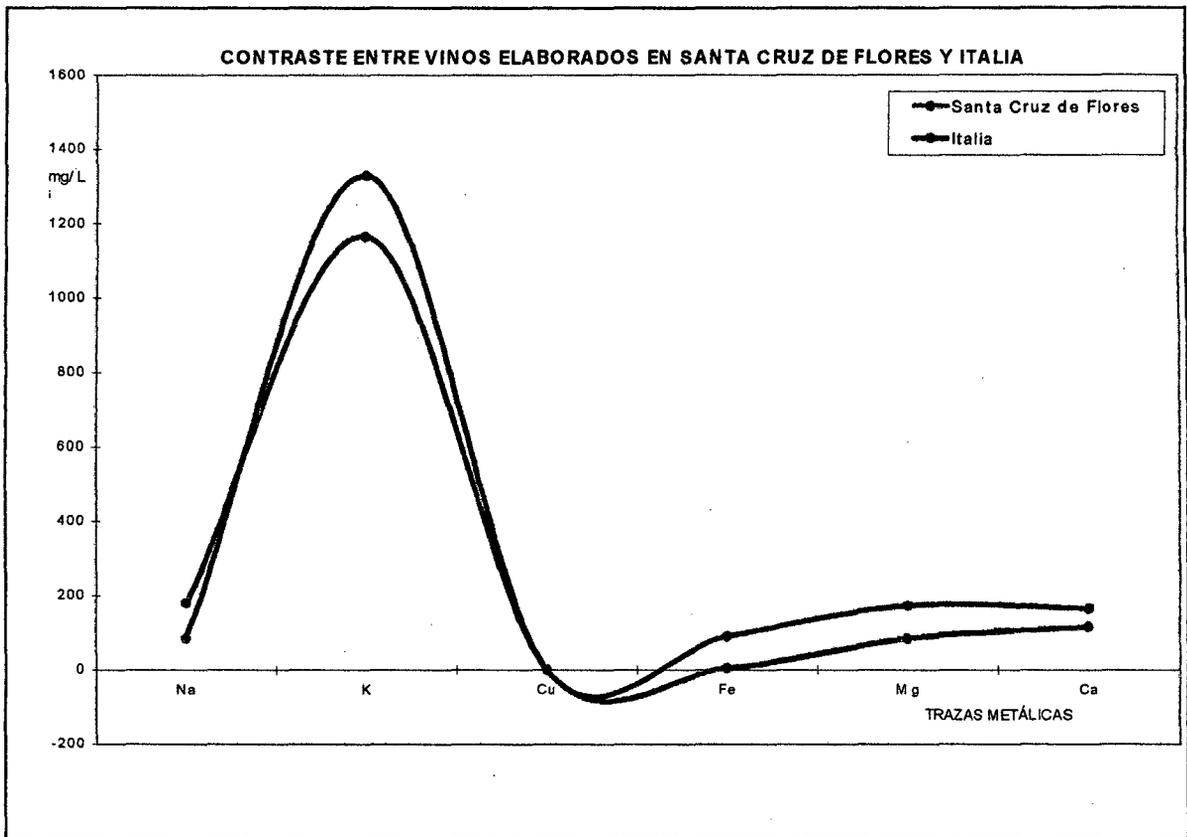
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA DE CUADRADOS	FO
ENTRE TRATAMIENTOS	$S_{TRAT} = \sum_{i=1}^2 \frac{y_i^2}{n} - \frac{y_{..}^2}{N}$	$a - 1$	$M S_{TRAT}$	$F_o = \frac{M S_{TRAT}}{M S_{ERROR}}$

ERROR (DENTRO DE TRATAMIENTOS)	$SS_E = SS_T - SS_{TRAT}$	$N - a$	$MS_E$
Total	$SS_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 y_{ij}^2 - \frac{y_{...}^2}{N}$	$N - 1$	

8. Cuadro N° 5.11, de Datos Registrados 4

REGIÓN DE ELABORACIÓN DE VINOS	TRAZAS METÁLICAS EN mg/L						TOTALES	PROMEDIOS
	Na	K	Cu	Fe	Mg	Ca		
SANTA CRUZ DE FLORES	180	1165	0,25	5,24	84,5	115,63	1550,62	258,44
ITALIA	85	1330	1,12	90	173	165	1844,12	307,35
							3394,74	282,90

Fig. 5.4



8. Cálculo de la Prueba 4

a) Suma de Cuadrados Total:

$$SS_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N}$$

$$SS_T = (180^2 + 1165^2 + \dots + 165^2) - \frac{3394.74^2}{12} = 2'291,188.35$$

b) Suma de Cuadrados de los Tratamientos:

$$S_{TRAT} = \sum_{i=1}^2 \frac{y_{i.}^2}{n} - \frac{y_{..}^2}{N}$$

$$S_{TRAT} = \frac{(1550.62^2 + 1844.12^2)}{6} - \frac{3394.74^2}{12} = 7,178.52$$

c) Suma de Cuadrados del Error:

$$SS_E = SS_T - SS_{TRAT}$$

$$SS_E = 2'291,188.35 - 7,178.52 = 2'284,009.83$$

9. Cuadro N° 5.12, de Varianza para los datos de regiones de elaboración de vinos 4

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA DE CUADRADOS	Fo
ENTRE REGIONES	7.178,52	5	1.435,70	0.00
ERROR (DENTRO DE REGIONES)	2.284.009,83	6	380.668,30	
TOTAL	2.291.188,35	11		

10. Comprobación 4

Como  $F_o = 0.00$  y  $F_{0.05(5,6)} = 4.28$ , las trazas metálicas de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores, no difieren significativamente con los elaborados en Italia. Por tanto, disponemos de evidencia suficiente para aceptar la hipótesis alterna, es decir, no hay diferencia significativa en el nivel de trazas metálicas con los vinos elaborados en Italia.

## **5.2 Constratación de resultados con otros estudios similares**

En anexos se presenta el cuadro N° 5.13 de grado de calidad del vino en lo referente a trazas de los elementos metálicos medidos en mg/L, de los elementos estudiados de acuerdo al cuadro N° 4.3..

Considerando de muy buena calidad si todos caen dentro de los rangos reconocidos en los estándares internacionales, buenos si uno de ellos está fuera del rango, regular si dos de ellos están fuera del rango y de mala si tres o más está fuera del rango.

### **5.2.1 Discusión de los resultados**

Los resultados obtenidos mostrados en el cuadro N° 4.1 de autoría propia y la tabla No. 15 que el autor encargó a CERPER muestra que en el caso del sodio en ambos análisis caen fuera del rango de Calidad Internacional (tabla No. 16), el resto de los elementos en ambos casos caen dentro del rango de Calidad Internacional, las diferencias en algunas medidas que se observa en los cuadros N° 4.1 y N° 4.2, son del rango del 1% que se puede atribuir a error de percepción del analista y que CERPER usa sólo dos (2) cifras decimales. Lo que nos asegura que se puede catalogar alvino del distrito de Santa Cruz de Flores como de Buena Calidad.

## CONCLUSIONES

- El vino producido en el distrito de Flores, tiene un contenido de K, Cu, Fe, Mg, Ca que están dentro del rango de los vinos considerados de calidad en el ámbito internacional, como el de California, Francia, Alemania, Italia.
- El contenido de sodio, excede en 9 mg/L al máximo de los vinos de California (172 mg/L) pero esto no desmerece su calidad.
- Se estudia el vino por ser útil a la salud, parece ser que actúa en forma excelente contra las enfermedades cardiovasculares por ejemplo, pero esto no quiere decir que se libe en exceso
- Por la acción benéfica que ejerce en la salud humana, se debe cuidar que su preparación sea excelente y velar por su mejor calidad, por ser el vino producto de una fermentación natural de la uva.
- El contenido de cobre es adecuado (se encuentra dentro de los parámetros establecidos), por lo que no hay peligro de que se genere una quiebra cúprica que atente contra la limpidez del vino.
- Lo mismo se puede decir en cuanto al contenido de hierro (se encuentra contenido entre los rangos internacionales de calidad), por lo que no se teme que ocurra la quiebra férrica.
- Se ha tenido sumo cuidado en la elaboración de los blancos (muestra preparada sin contenido de vino), para hallar una ecuación lineal veraz que represente al elemento que se necesita determinar en el vino.

- Se ha tenido mucho cuidado en obtener la real concentración de los elementos estudiados, por lo que en forma escrupulosa hay que considerar los ajustes necesarios que establece el espectrofotómetro de absorción atómica usado, porque se manipulan concentraciones muy diluidas.
- Para la determinación de sodio, potasio y calcio es necesario usar un tampón espectral que inhiba su ionización, para obtener un verdadero espectro de absorción atómica, como tampón espectral se usa el cloruro de cesio y cloruro de lantano.
- El uso del tampón espectral es necesario porque el sodio y el potasio (elementos alcalinos) y el calcio (elemento alcalino térreo) son fácilmente ionizables por tener baja energía de ionización. Capítulo I
- La concentración de los elementos estudiados en el vino pueden ser naturales provenientes de la fruta (uva) o adquiridos en el proceso de elaboración, como recipientes o aparatos que contengan por ejemplo hierro o cobre, que luego formaran algunos compuestos organometálico.

## RECOMENDACIONES

- En la marcha de elaboración del vino, es necesario observar si de alguna forma se adquiere en forma artificial el sodio o es natural debido al contenido del suelo donde son cultivadas las vides y ver la aplicación de técnicas permitidas para disminuir el contenido de sodio. La forma artificial se adquiere generalmente por el uso de bentonita sódica, usado para clarificar evitando la quiebra proteica, la quiebra cúprica, por lo que se recomienda dosificar adecuadamente el uso de la bentonita, lo mismo los intercambiadores iónicos debe regularse porque son otra fuente de aumentar sodio.
- El vino estudiado debe pertenecer a la misma cosecha y a la misma bodega.
- Para la determinación de elementos metálicos es preferible usar la espectrofotometría de absorción atómica por ser una forma de lectura directa, otros métodos generalmente llevan a cenizas de muestras, para luego aplicar algún procedimiento analítico, que por su forma de tratamiento de la muestra puede llevar a errores.
- Si se prepara la muestra y pasa algún tiempo en llevarla al espectrofotómetro, puede dar lugar a errores, en todo caso se debe tapar herméticamente la muestra para evitar posibles contaminaciones.

## REFERENCIALES

1. AMERINE, M.A., OUGH, C.S. Análisis de Vinos y Mostos. Zaragoza : Editorial Acribia S.A., Primera Edición, 1976
2. *BUNGE, M.; LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA; Ed. Ariel, Barcelona, 1973*
3. CARLES, JULES. La Química del Vino. Barcelona : O : Kos – tau, S.A. Ediciones, Primera Edición, 1972
4. CASTELLAN, G.W. Fisicoquímica. México : Addison Wesley Longman, Segunda Edición, 1998
5. CHANG, R., COLLEGE, W., Química, México : Mc Graw Hill, Séptima Edición, 2003
6. CEGARRA SANCHEZ, JOSÉ, Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica. Madrid – España. Cuarta Edición. Editorial Díaz de Santos. 2007
7. COTTON, F.A., WILKINSON, G. Química Inorgánica Avanzada, México D.F. : Editorial LIMUSA, Primera Edición, 1990
8. DANA – HURLBUT, Manual de Mineralogía. Barcelona : Editorial Reverté S.A., Segunda Edición, 1960
9. DEAGON, ISAAC, Elaboración de vino espumoso. España. Fans del Vino. 2007
10. DEL POSO, JOSE, Historia del Vino Chileno, Santiago de Chile : Editorial Universitaria, Segunda Edición, 1999

11. DELANOE, D., MAILLARD, C., MAISONDIEU, D., El Vino del Análisis a la Elaboración, Montevideo : Editorial Hemisferio Sur S.A., Primera Edición, 1988
12. FESSENDEN, R.J. y FESSENDEN, J.S., Química Orgánica, México : Grupo Editorial Iberoamericana, S.A., Segunda Edición, 1983
13. HERNÁNDEZ S. R. Y col. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN; Ed. Mc Graw Hill, Colombia, 1997
14. HILDEBRAND, D. y Lyman, R.; ESTADÍSTICA APLICADA A LA ADMINISTRACIÓN Y A LA ECONOMÍA; Ed. Addison-Wesley Iberoamericana; Wilmington; 1997
15. HILL, J.W., KOLB, D.K., Química para el Nuevo Mundo, México : Prentice Hall, Octava Edición, 1999
16. KERLINGER, F.; INVESTIGACIÓN DEL COMPORTAMIENTO; Ed. Interamericana, México. 1975
17. KUEHL, R.; Diseño de Experimentos, Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones; Ed. Internacional Thomson editores S. A. De C. V.; México, 2001.
18. LAIDLER, K.J., MEISER, J.H., Fisicoquímica, México : CECSA, Segunda Edición, 1999
19. LEVINE, I.N., Fisicoquímica, Madrid : Mc Graw Hill, Cuarta Edición, 1996
20. LOPEZ CORTEZO, P. (Director), Diccionario Enciclopédico, Quillet, México D.F.: Editorial Cumbre, S.A., Doceava Edición, 1983

21. MADRID VICENTE, A., métodos de Análisis Comunitarios Aplicables en el Sector del Vino, Madrid : A. Madrid Vicente, Ediciones, Primera Edición, 1991
22. MAHAN, B.M., MYERS, R.J., Química Curso Universitario, Argentina : Addison – Wesley Iberoamericana, Cuarta Edición, 1990
23. MARCELO M. GOMEZ, Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. Cordova – Argentina. Quinta Edición. Editorial Brujas. 2006
24. MENDENHALL W. Y col.; PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA PARA INGENIERÍA Y CIENCIAS; Ed. Prentice\_Hall, México, 1997
25. MONTGOMERY D.; DISEÑO Y ANÁLISIS DE EXPERIMENTOS; Ed. Iberoamericana; México, 2000.
26. MONTGOMERY, D. Y G. RUNGER; PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA APLICADAS A LA INGENIERÍA; Edit. Limusa Wiley; México, 2004.
27. OUGH, C.S., Tratado Básico de Enología, Zaragoza : Editorial Acribia S.A., Primera Edición, 1996
28. PARDON, FELIPE, Metodología y Técnicas de Investigación en ciencias sociales. Argentina. Edición N° 38. Editorial Siglo XXI. Editores S.A. de Argentina. 2005
29. PETRUCCI, R.H., HARWOOD, W.S., HERRING, F.G., Química General, Madrid : Prentice may, Octava Edición, 2003
30. PEYNAUD, EMILE, Enología Práctica – Conocimientos y Elaboración del Vino. Madrid : Ediciones Mundi – Prensa, 2ª Edición, 1984

31. PIERCE, J.B., Química de la Materia, México D.F. : Editorial Houghton Mifflin Company, Primera Edición, Segunda Reimpresión, 1975
32. RIBEREAU – GAYON, J, PEYNAUD, E., SUDRAUD, P., RIBEREAU – GAYON, P. Ciencias y Técnicas del Vino – Tomo I : Análisis y Control de los Vinos, Buenos Aires : Editorial Hemisferio Sur S.A., Primera Edición en Español, 1980
33. SCOOG, D.A., LEARY, J.J., Análisis Instrumental, Madrid : Mc Graw Hill, Cuarta Edición, 1994
34. SILGERO, SERGIO, Defecto del vino. Fans del vino. 2009
35. USSEGLIO – TOMASTE, LUCIANO, Química, Enología, Madrid : Ediciones Mundi – Prensa, Primera Edición, 1998
36. VOGT, E., Fabricación de Vinos, Zaragoza : Editorial Acribia 1<sup>ra</sup> Edición, 1972
37. VOGT, E., JACOB, L., LEMPERLE, E., WEISS, E., El Vino, Obtención, Elaboración y Análisis, Zaragoza : Editorial Acribia S.A., Segunda Edición, 1986

- [www.vinosalmundo.com](http://www.vinosalmundo.com)
- [www.vinodolasemana.com.ar](http://www.vinodolasemana.com.ar)(Ing.Raul Cesar Castellani)
- [www.iespana.es](http://www.iespana.es)
- [www.ciberjob.org](http://www.ciberjob.org)

# **Anexos**

## MATRIZ DE CONSISTENCIAS

Independiente: Proceso de elaboración de vinos en distrito de Santa Cruz de Flores

Dependientes: Trazas metálicas por el método de absorción atómica.

TIPO	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
GENERAL	¿Cuáles son las diferencias entre los niveles de trazas metálicas, determinados por el método de absorción atómica, de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en otras regiones?	Determinar las diferencias entre los niveles de trazas metálicas, por el método de absorción atómica, de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los registros de vinos procesados en otras regiones.	Las diferencias entre los niveles de trazas metálicas, determinados por el método de absorción atómica, en vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los registrados de vinos procesados en otras regiones; no es significativa.
ESPECÍFICO 1	¿Cuál es la diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en California?	Cuantificar la diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en California.	No hay diferencia significativa entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en California.

ESPECÍFICO 2	¿Qué diferencia existe entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Francia?	Establecer la diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Francia.	La diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Francia; no es significativa.
--------------	--	--	--

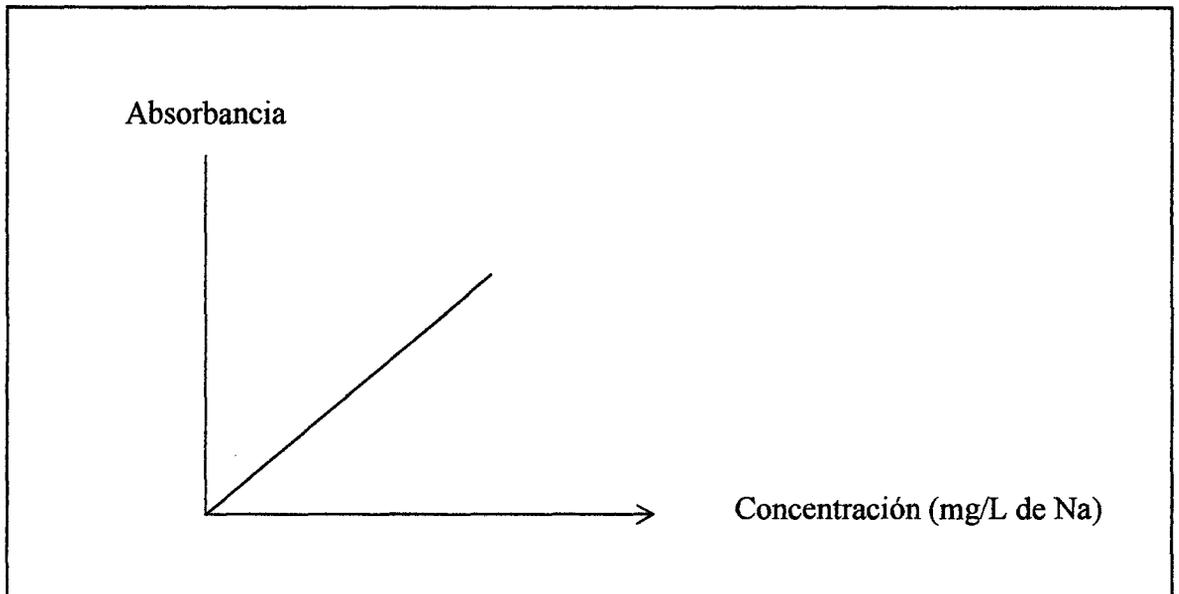
TIPO	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
ESPECÍFICO 3	¿Cuál es la diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Alemania?	Medir la diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Alemania.	No existe diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Alemania.

<p style="text-align: center;">ESPECÍFICO 4</p>	<p>¿Qué diferencia existe entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Italia?</p>	<p>Cuantificar la diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Italia.</p>	<p>La diferencia entre los niveles de trazas metálicas (Na, K, Cu, Fe, Mg y Ca), determinados por el método de absorción atómica de vinos elaborados en el distrito de Santa Cruz de Flores y los elaborados en Italia; no es significativa.</p>
---	--	---	--

## **Figuras correspondientes al capítulo III**

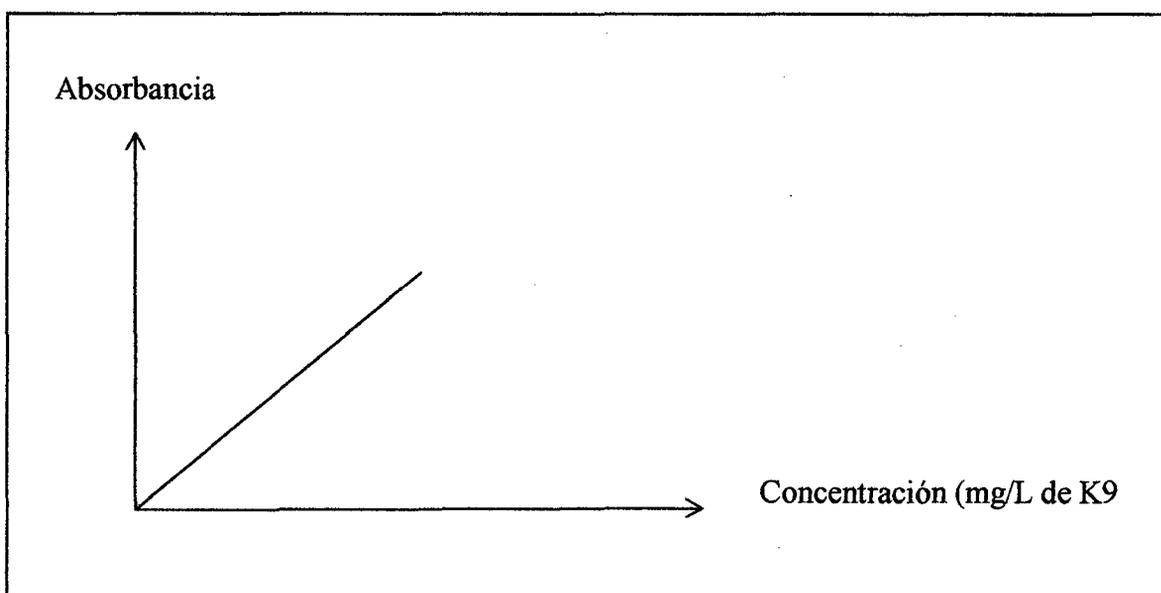
**Fig.Nº 3.1**

**Curva de trabajo del sodio**



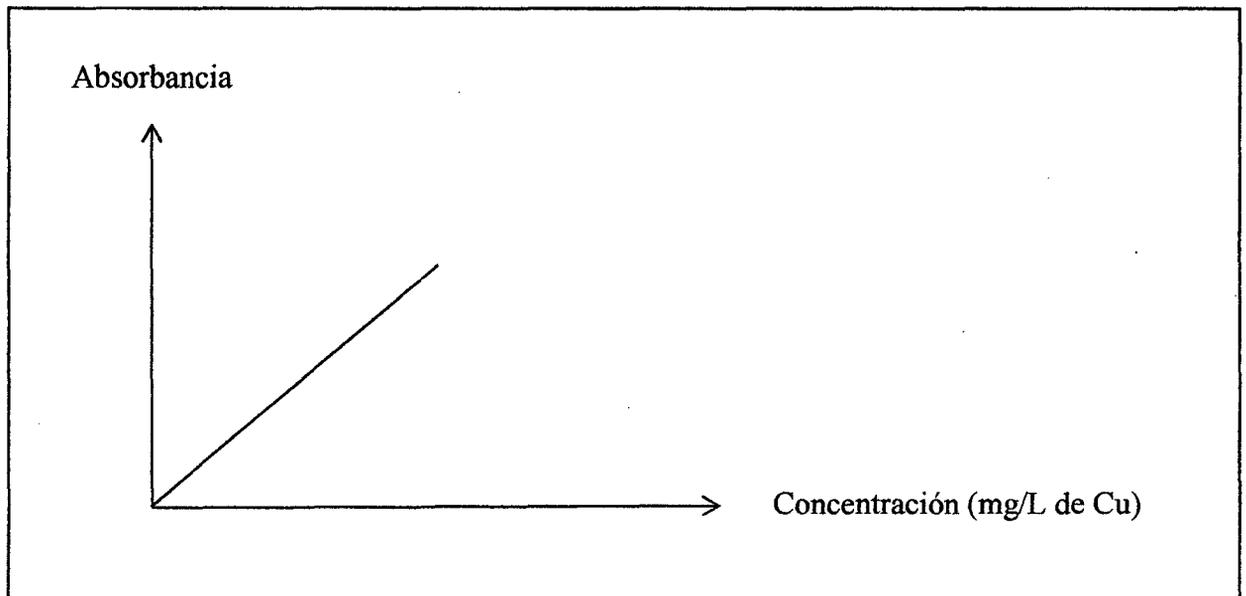
**Fig. N° 3.2.**

**Curva de trabajo del potasio**



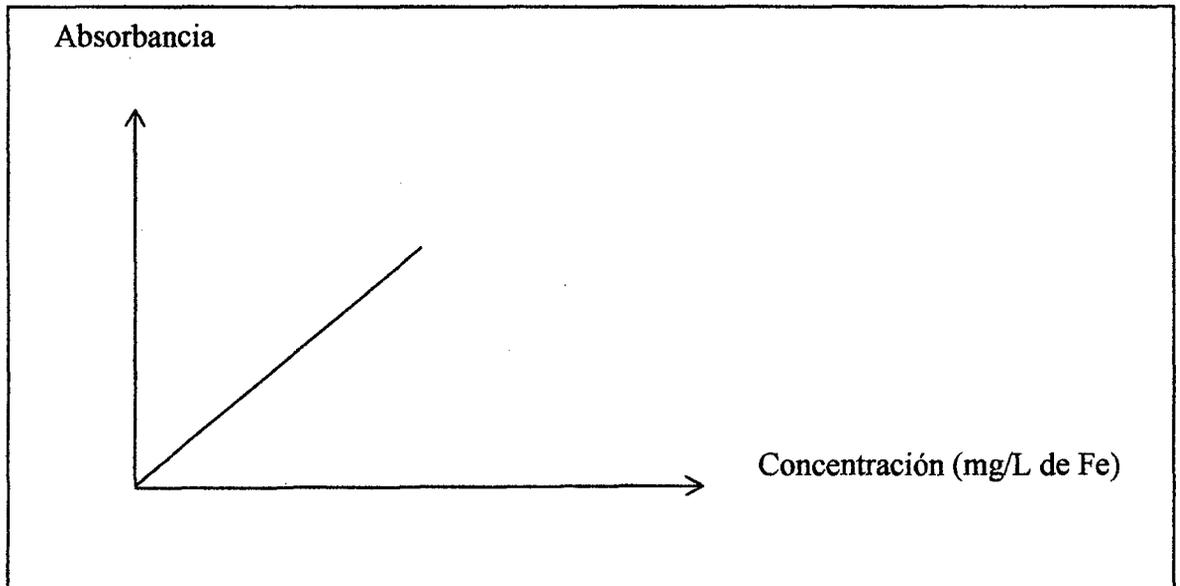
**Fig. N° 3.3.**

**Curva de trabajo del cobre**



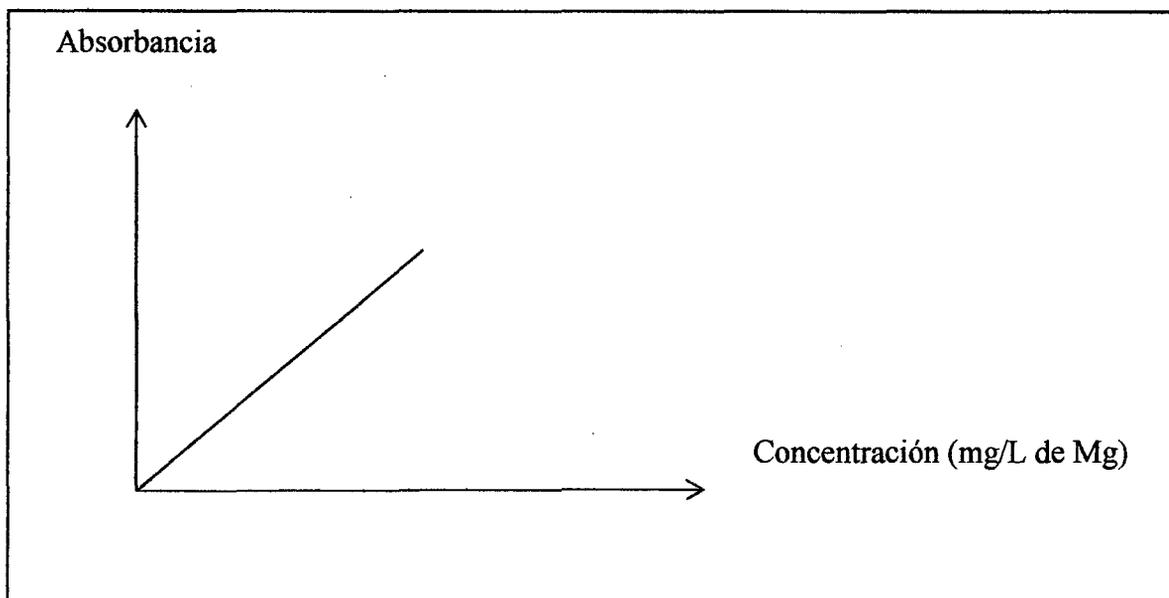
**Fig. N° 3.4**

**Curva de trabajo del hierro**



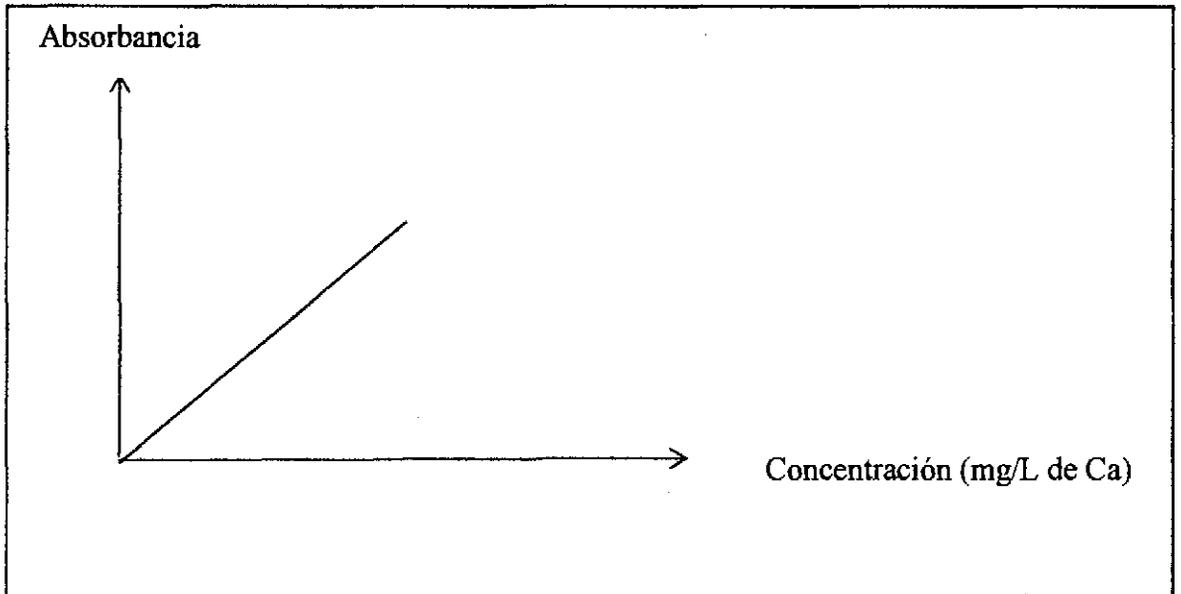
**Fig. N° 3.5**

**Curva de trabajo del magnesio**



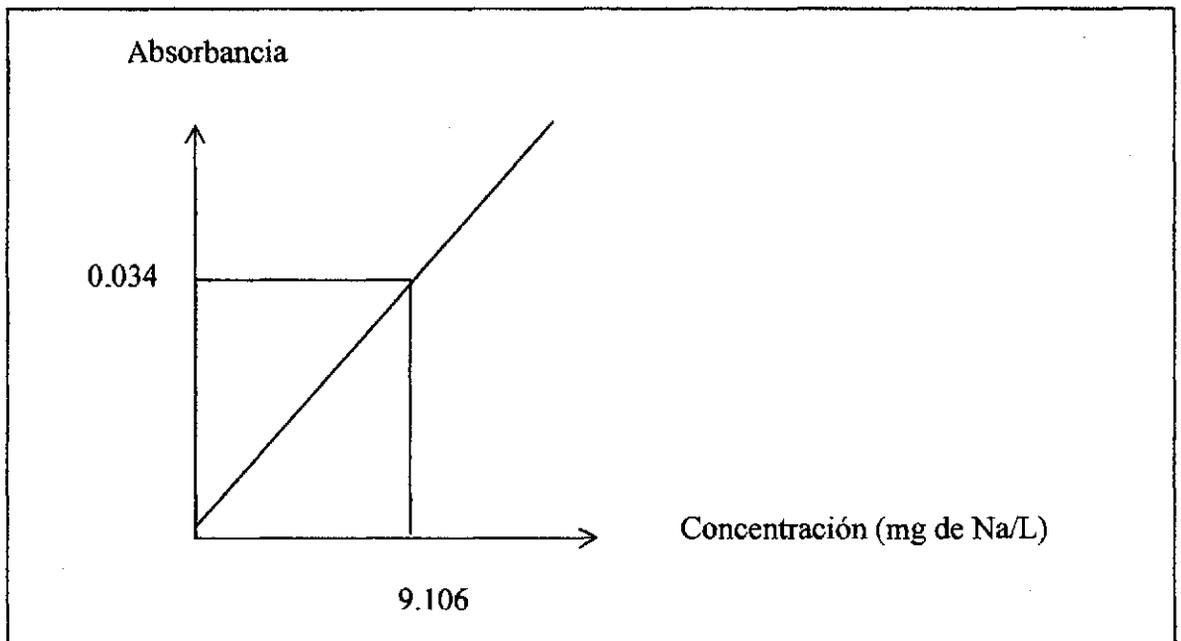
**Fig. N° 3.6**

**Curva de trabajo del calcio**



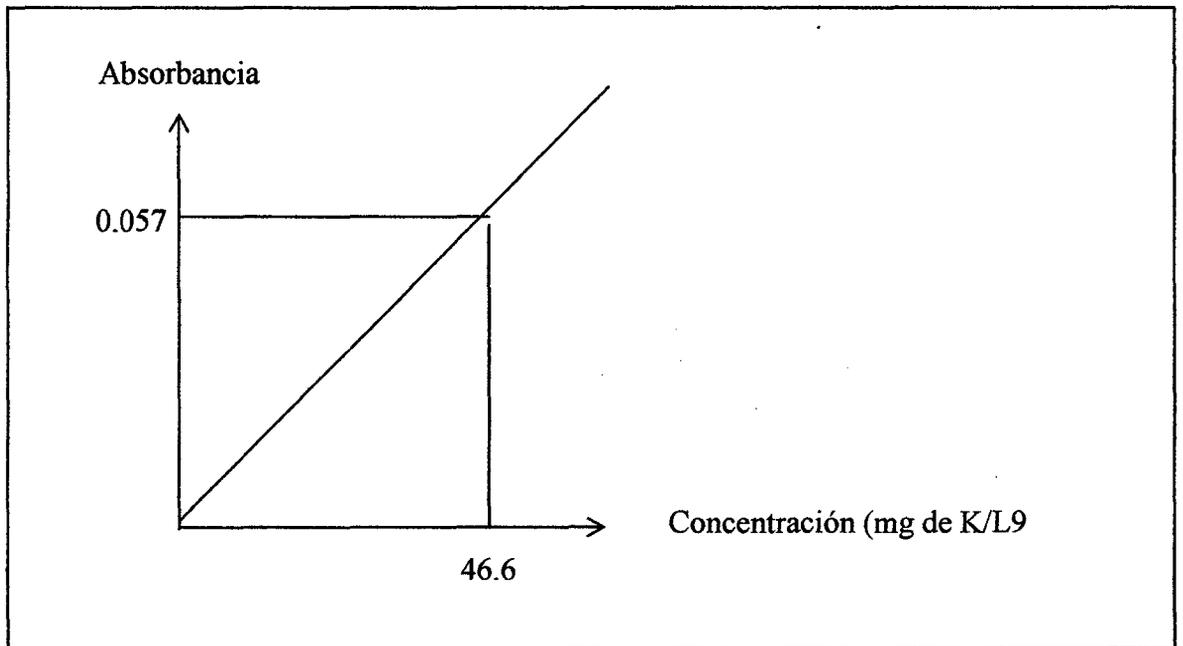
**Fig. N° 4.1**

**Determinación de sodio en el vino**



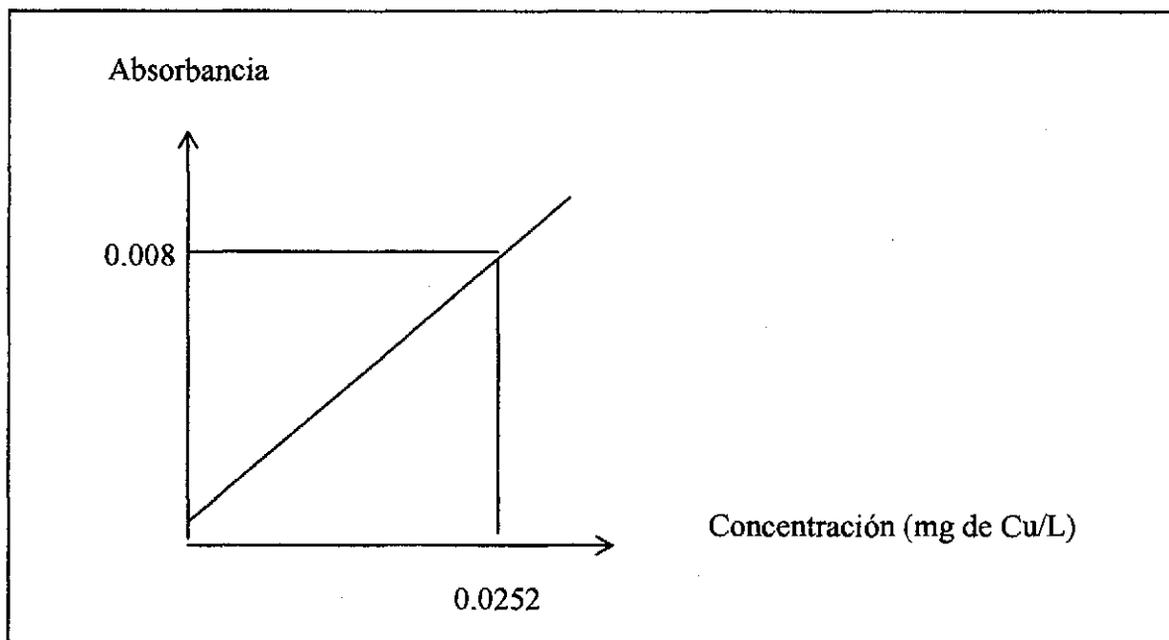
**Fig. Nº 4.2**

**Determinación de potasio en el vino**



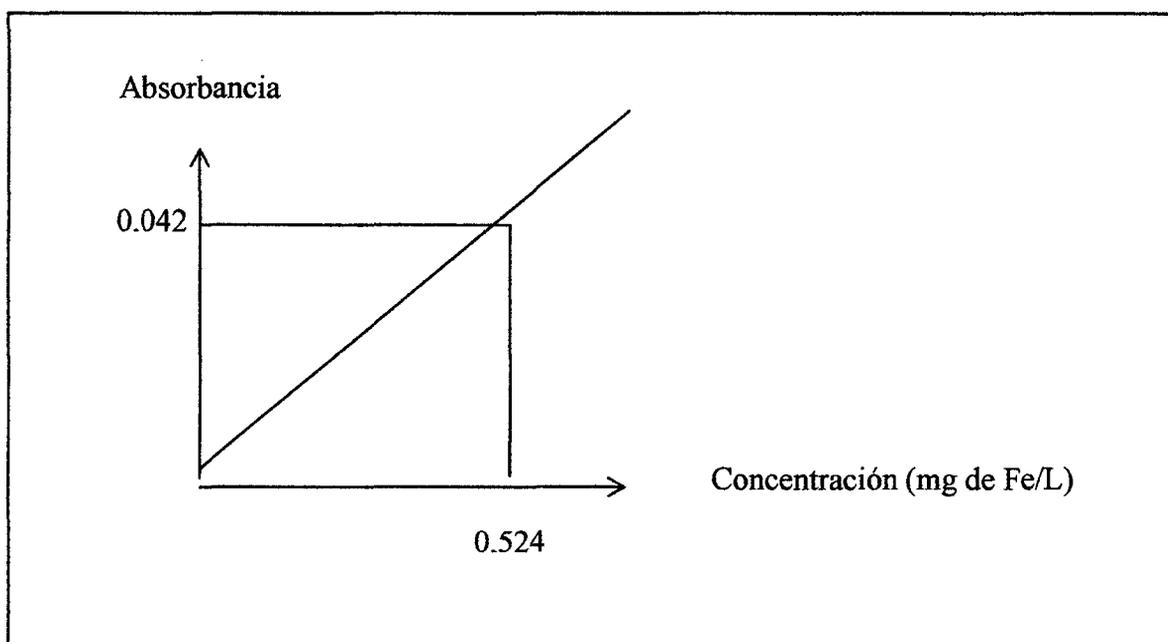
**Fig. N° 4.3**

**Determinación de cobre en el vino**



**FIGURA Fig. N° 4.4**

**Determinación de hierro en el vino**



**FIGURA Fig. N° 4.5**

**Determinación de magnesio en el vino**

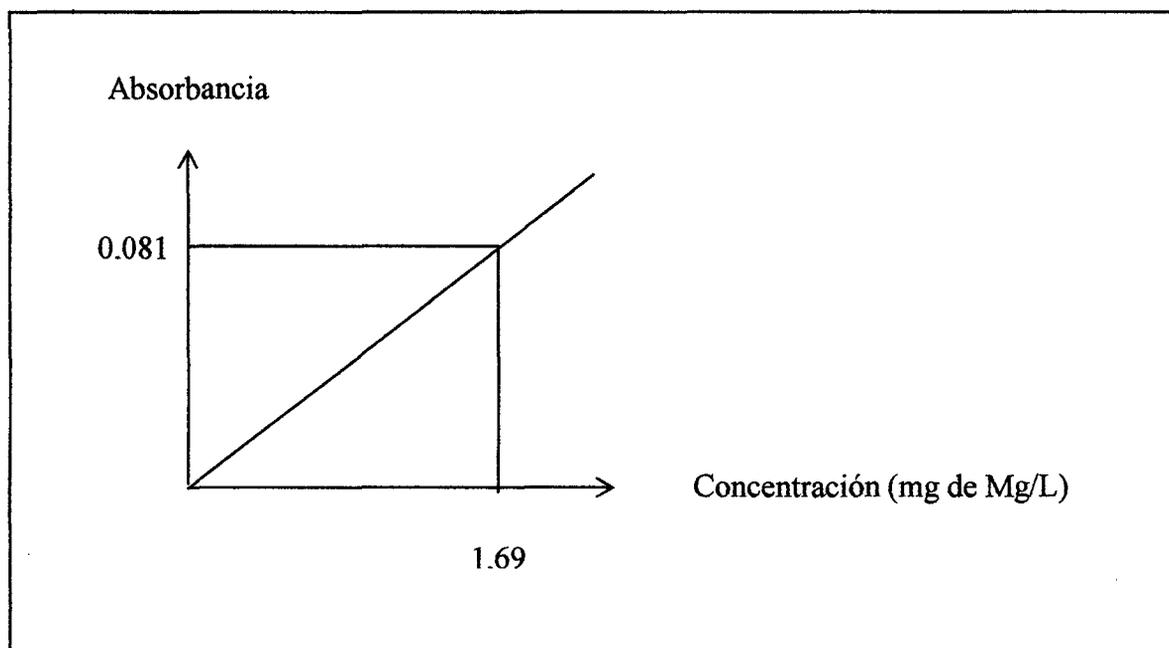
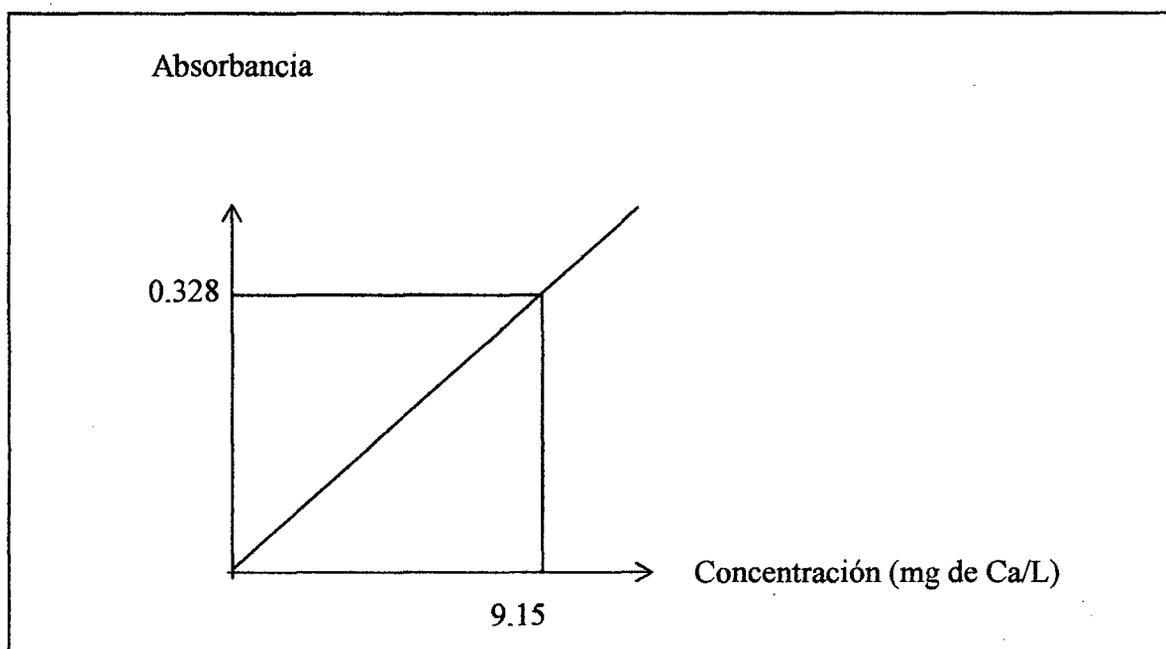


Fig. N° 4.6

Determinación de calcio en el vino



## **Calidad del vino**

**CUADRO N° 5.13**

<b>Grado de Calidad</b>	<b>Rango según la Tabla No. 16, establecido en mg/L</b>
<b>Muy Buena</b>	Todos los elementos analizados están dentro del rango "Estándar Internacional"
<b>Buena</b>	Un elemento no está dentro del rango
<b>Regular</b>	Dos elementos no están dentro del rango
<b>Mala</b>	Tres o más elementos no están dentro del rango

Figuras de los detalles de la elaboración del vino por los egipcios

Fuente: [www.vinodelasemana.com.ar](http://www.vinodelasemana.com.ar)



Los detalles que se muestran, corresponden a pinturas encontradas en la tumba del sacerdote egipcio Menotheph, representan en un mismo fresco la vendimia, la pisa de la uva, el prensado y el “embodegamiento” del vino.

Breve historia del vino a través del tiempo.

Fuente: JHONSON, HUG. El Vino, Atlas Mundial de vinos y Licores. Barcelona:

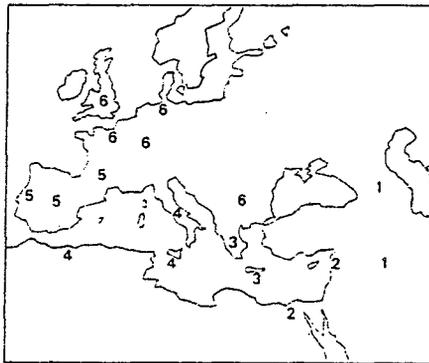
Editorial Blume, 2º Edición, 1979

# mundo antiguo

La historia del vino se remonta más allá de nuestros conocimientos. Aparece con la propia civilización en el este, y las pruebas procedentes de los papiros funerarios pueden llenar los vasos. El hombre, tal como lo conocemos, el hombre que trabaja y se preocupa, sale a trabajar con la ayuda de una jarra de vino. Las pruebas históricas se aproximan más a nuestra experiencia con la expansión de la dominación iniciada miles de años antes de Cristo. Fue cuando el vino llegó por primera vez a los países que se asentaría su verdadero hogar: Francia. Los griegos llamaban a Italia "los Vinos", tal como los vikingos denominaban a América por la profusión de sus bosques nativos, 2.000 años más tarde. Parece que África del Norte, Andalucía, Provenza y la península itálica tuviesen sus primeros viñedos en tiempos de la expansión

del vino de la propia Grecia, hoy sin gran evidencia, eran abundantemente ensalzados y genéricamente documentados por sus poetas. Había un popular juego de sobremesa en Atenas que consistía en lanzar al aire los últimos dos centímetros de la copa, para alcanzar con él un precario equilibrio sobre un palo. Los griegos elegantes se adiestraban en este juego, "kottabos", pero semejante tratamiento y el hecho de que en cada mesa hubiese una jarra de agua caliente para disolverlo hacen que el vino no debía ser muy bueno. Lo que era el néctar para Homero, o incluso el agua para nosotros nos parecería, probablemente rosado excesivamente dulce; posiblemente un aroma a moscatel, tal vez con un

aroma a esta pintura egipcia con la que se pintaba bajo un empujador procede de la dinastía XVIII, un funcionario tebano que falleció en 1850 a.C. Abajo: las escenas de festivales de los motivos predilectos en el decorado de los griegos. En una jarra de vino que data del siglo V a.C. (British Museum), el invitado de la práctica del elegante juego de sobremesa "kottabos", que consistía en arrojar los últimos centímetros de la copa hacia un blanco especial, colgado de un palo.



leve sabor a resina, y acaso concentrado mediante cocción y con necesidad de dilución antes de beberlo.

Tanto se escribió sobre el vino y su elaboración en la antigua Roma, que es posible trazar un somero mapa (derecha) de los vinos de los comienzos del Imperio romano. Los mejores autores, incluido Virgilio, escribieron instrucciones para los viñadores. Una sentencia de éste —"A los vinos les agrada un monte un monte abierto"— puede ser considerada como un buen consejo para el viticultor.

Ha habido gran especulación acerca de la calidad del vino romano. Al parecer, tenía extraordinarias propiedades para la conservación, lo que en sí sugiere que era bueno. Las grandes cosechas eran comentadas e incluso bebidas durante más tiempo del que parece posible: el famoso Opimiano —del año del consulado de Opimius, 121 a. C.— era consumido incluso 125 años después.

Desde luego, los romanos poseían todo lo necesario para envejecer el vino. No se veían limitados, como los griegos, a las ánforas de barro, aunque también ellos las utilizaban, sino que tenían barriles muy parecidos a los actuales y botellas que en poco se diferenciaban de las modernas. Es razonable suponer que, en su mayoría, los italianos de hace 2.000 años bebían un vino como el de hoy: novel, elaborado más bien con torpeza; seco o fuerte, según el tiempo estival. El método romano de cultivo de vides en los árboles, en los festones que se convertirían en los frisos de los edificios clásicos, todavía se practica en el sur de Italia y en el norte de Portugal. Pero el hecho agrícola de mayor consecuencia para la historia del vino fue la implantación de la vid en

Izquierda: los primeros desplazamientos de la vid. Tras comenzar en Caucasia o Mesopotamia 1 tal vez en 6000 a.C., fue cultivado en Egipto y Fenicia 2 alrededor de 3000 a.C. en 2000 a.C. existía en Grecia 3 y para el año 1000 a.C. abundaba en Italia, Sicilia y África del Norte 4. En los 500 años siguientes llegó por fin a España, Portugal y el sur de Francia 5, y probablemente también al sur de Rusia. Finalmente (véase mapa en la página opuesta), los romanos la difundieron en el norte de Europa 6, desde donde llegó incluso a Gran Bretaña.





# a Edad Media

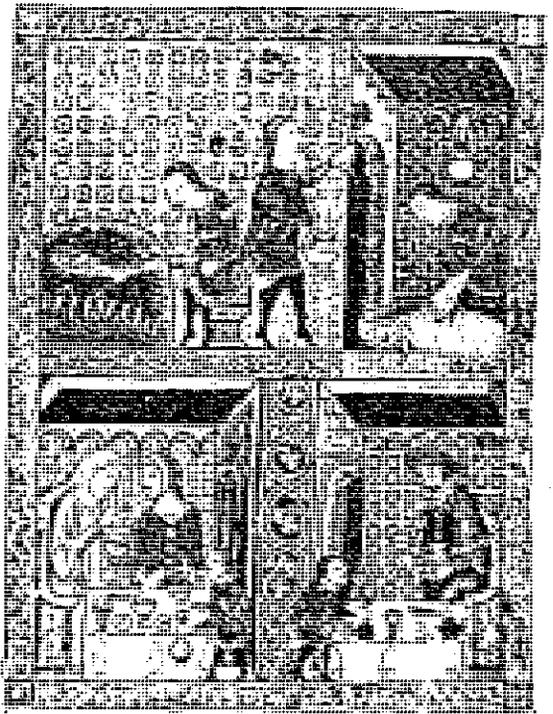


Después de la negra época que siguió a la caída del Imperio romano, llegamos al período medieval para ver unas páginas maravillosamente ilustradas con una escena perfectamente familiar que ya no

varía en lo esencial hasta nuestros días. Durante esta época de retroceso, la Iglesia fue la depositaria de los conocimientos de la civilización: alar los monasterios en expansión, los flaque las colinas y cercar terrenos de cultivo, y les sus tierras los viticultores en trance de te, la Iglesia llegó a identificarse con el vino. El vino como Sangre de Cristo, sino también un lujo reconfortante en este mundo. Durante fue, pues, propietaria de muchos de los es viñedos de Europa. Dentro de la estructura estable, en la que instrumentos, términos y as parecían inmovilizados, empezaron a lentamente los estilos de vinos que hoy nos mliares.



Arriba: amparado de las vides; véase página opuesta. Abajo: en el tapiz de Bayeux, el obispo Odón bendice el vino.



Arriba: el vino tenía un lugar importante en la vida medieval como parte, a la vez, de la observancia judía y cristiana. Escena de la Pascua judía de principios del siglo XIV (parte de Limburg o Prüm). X

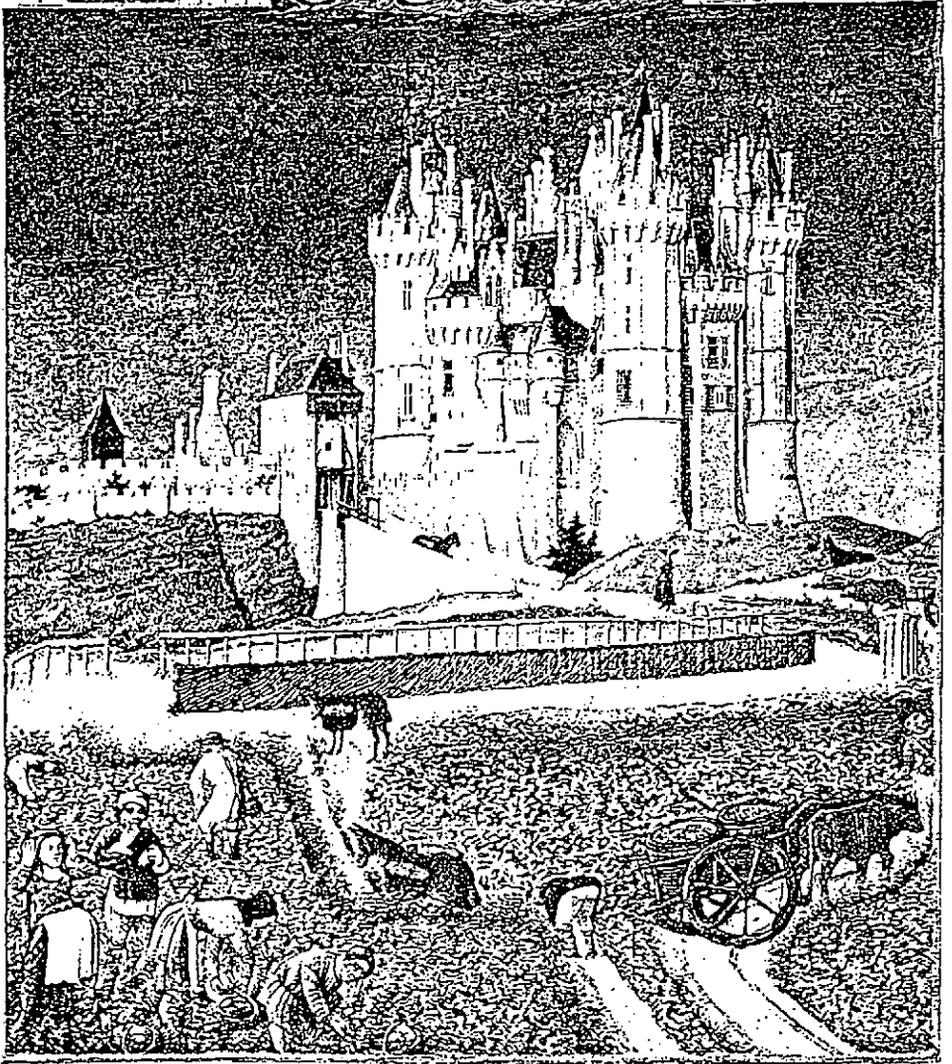
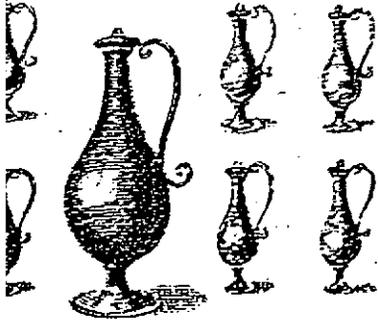
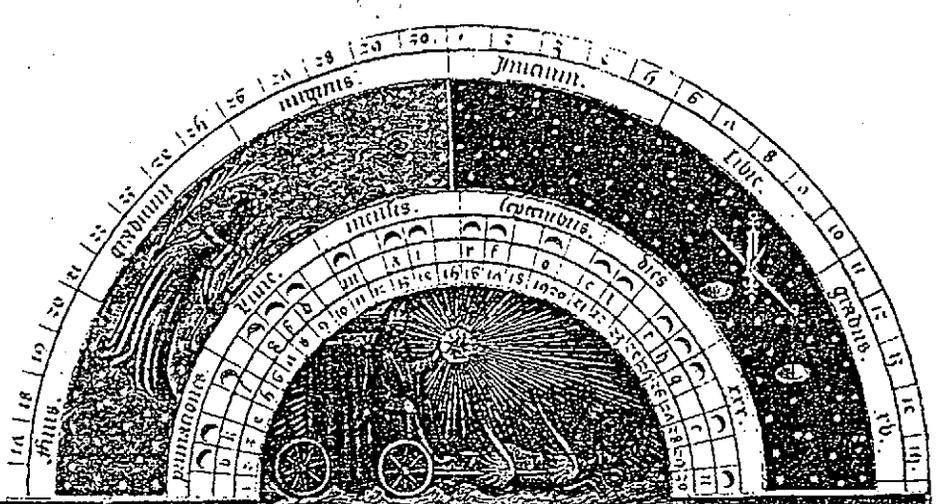


Esta ilustración de la parte superior de esta página procede de un manuscrito del norte de Francia y data aproximadamente del año 1320.



Izquierda: recolección de las uvas. Los nítidos y expresivos grabados que ilustraban la edición de Speyer (1493) del Opus Ruralium Commodorum de Piero Crescencio han sido objeto de constante reimpresión desde entonces.

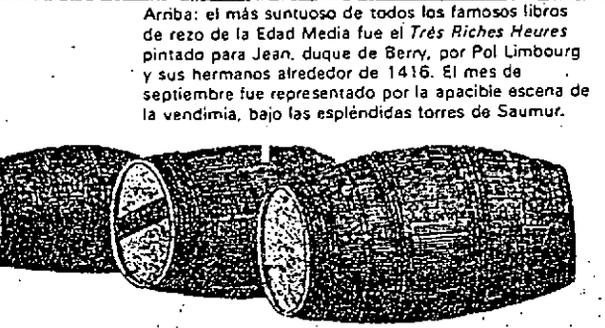
Abajo: en 1497, el Royal Exchequer de Inglaterra estableció que ocho galones equivalían a un bushel de Winchester y que "too porteyls makath one gallon". El bushel de Winchester todavía es una medida legal en EE.UU.



Izquierda: un tapiz de finales del siglo xv en el Museo de Cluny, en París, muestra a los cortesanos interrumpiendo el trabajo de los viticultores a orillas del Loira.



Dcha.: las medidas inglesas para el vino incluían, en 1497, un hogshead (63 galones), un pipe (dos hogsheads) y una tonne (dos pipes). El tamaño de los buques se medía por la cantidad de tonnes que transportaba.



Arriba: el más suntuoso de todos los famosos libros de rezo de la Edad Media fue el *Très Riches Heures* pintada para Jean, duque de Berry, por Pol Limbourg y sus hermanos alrededor de 1416. El mes de septiembre fue representado por la apacible escena de la vendimia, bajo las espléndidas torres de Saumur.

# La evolución del vino moderno

posible recomponer, a partir de las primeras menciones entusiastas de ciertas cosechas del **siglo XVII**, el ascenso de reputaciones y la evolución de nuestros vinos modernos. Y es que ninguno de los vinos famosos brotaba plenamente crecido de la cabeza de Baco, ni tampoco su evolución es completa, pues los cambios continúan. En los últimos 15 años, Borgoña ha experimentado un cambio hacia vinos mucho más ligeros, más pálidos, con menos profundidad de aroma y menos dispositivos para la madurez, así como iniciado un proceso hacia el antiguo estilo de vino oscuro y untado.

Es difícil fiarse de las descripciones de vinos anteriores a 1700. Con la excepción de las gráficas y sabrosas notas de Shakespeare —“Un vino aviloso e inquisidor, y perfuma la sangre de uno que cabe preguntarse: ¿Qué es esto?”—, suele referirse a los gustos regionales o a curas milanesas más que a sabores y características.

Borgoña empieza a destacar en el **siglo XVIII** con los vinos blancos “espirituosos, levemente burbucos, finos y claros como agua de un manantial”, y en el “delicado vino rosado” de Savigny. El primero era “vino para guardar para el año siguiente”, en contraste con todos los demás, que eran vinos para beber apenas el clima invernal los hubiese dado. No había demanda para guardar un vino tan fuerte y generoso, pues nadie sabía que un vino tan maravillosa podía llegar a ser. Entre los *vins de primeur*, la primera opción era el *ay*.

Desde principios del **XIX** se había producido una auténtica revolución. De pronto, los vinos rosados cayeron de moda, y la demanda se dirigió a los vinos de color oscuro y larga fermentación. En la región de Beaune, cuyos vinos son de por sí claros, precios bajaron. La demanda se desplazó hacia la Côte de Nuits, cuyos vinos son de natural *vins rudes*, es decir, vinos para guardar y madurar. La explicación del cambio radica en el descubrimiento de los efectos de conservar el vino en las bodegas desde los tiempos de los romanos, se pasaba toda su vida en un barril. Si se embotellaban, eran simplemente frascos para ponerlos en la mesa. Pero, a finales del **siglo XVII**, se descubrió el tapón de corcho. Poco a poco, evidente que el vino conservado en una botella tapada duraba mucho más que el guardado en un barril, ya que este último tendía a perder apenas



Un famoso pero anónimo grabado inglés del 1778 es la primera ilustración conocida del sacacorchos, el instrumento que, junto con la botella y el tapón de corcho, inició en el **siglo XVIII** la época de los grandes vinos de larga maduración.

el barril volvía a ser abierto. También envejecía de un modo diferente, para adquirir lo que es conocido como “bouquet”.

El vino que más se benefició de este tratamiento fue el excelente Oporto, que los ingleses habían empezado a beber a finales del **siglo XVII**. Al principio, hubo dudas al respecto, pero al envejecer el siglo, y las botellas, la opinión sobre dicho tratamiento mejoró rápidamente.

La tendencia queda ilustrada gráficamente por el cambio que sufrió la botella de Oporto, a partir de la garrafa, en el curso de cien años. El antiguo modelo no podía estar echado, por lo que su corcho se resacaba. La botella actual, más esbelta, puede ser dispuesta fácilmente en hileras horizontales.

Al poco tiempo, las ventajas del envejecimiento en botella empezaron a cambiar el estilo de los mejores vinos de Europa.

En 1866, A. Jullien publicó las cifras del contenido en alcohol de las cosechas recientes. Según las normas actuales, los Borgoña son formidables: Corton 1858, 15,6%; Montrachet 1858, 14,3%; Clos de Beze 1858, 14,3%; Volnay 1859, 14,9%; Richebourg 1859, 14,3%. En cambio, los vinos de Burdeos oscilaron en los mismos dos años entre 11,3% (St.-Emilion Supérieur) a 8,9% (Château Lafite).

El bajo vigor natural de los vinos de Burdeos explica lo que hoy parece un hábito curioso del antiguo comercio vinícola. Hasta mediados del **siglo XIX**, los Burdeos destinados a Inglaterra —la mayoría entre los mejores— eran sometidos al llamado *travail à l'anglaise*. La receta exigía 30 litros de vino español (de Alicante o Benicarló), 2 litros de mosto blanco sin fermentar y una botella de aguardiente para cada barril de clarete. El verano después de la vendimia, el vino era puesto de nuevo a fermentar con estos aditivos, tratado como otros vinos y conservado durante varios años en barriles de madera antes de proceder a su embarque. El resultado era un vino fuerte y con buen aroma, pero “cabezudo y no apto para todos los estómagos”. Era algo más que el vino natural.

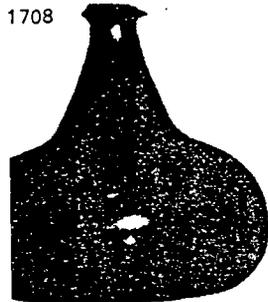
La preocupación actual por la autenticidad, incluso a expensas de la calidad, hace que tales prácticas parezcan abusivas. Es, más bien, como si alguien revelase como escandaloso ejemplo de fraude el hecho de añadirle aguardiente al Oporto. Nos gusta el vino del Duero con aguardiente en él, y a nuestros antepasados les agradaba el Lafite con Alicante.

Los vinos alemanes del **siglo pasado** nos resultarían muy poco familiares. Es dudoso que se hiciera alguno como los de hoy, pálido, más bien dulce e intensamente perfumado. Las uvas vendimiadas antaño daban un vino más ácido que necesitaba más tiempo para madurar en tonel. A la gente le gustaba el sabor del roble e incluso el de la oxidación debida a un contacto excesivo con el aire. “Un viejo y pardo Caldo del Rin” era una recomendación, en tanto que hoy sería la observación más insultante que cubría escribir en una tarjeta de catador.

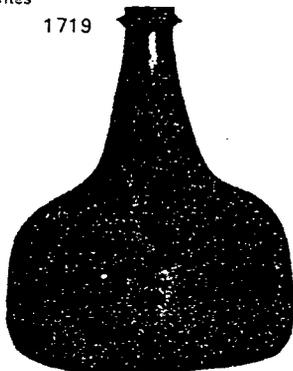
También el Champaña era más pleno en color y

La evolución de la botella de Oporto entre 1708, cuando era garrafa, hasta 1812, cuando había adoptado sus proporciones modernas, es el vivo ejemplo de la aparición del vino de edad. Cuando se descubrió que el vino embotellado y tapado mejoraba inmensurablemente al ser guardado, las botellas empezaron a diseñarse de forma que pudieran usarse tumbadas. Esta colección de botellas se encuentra en Berry Bros & Rudd, Comerciantes de vinos.

1708



1719



1739

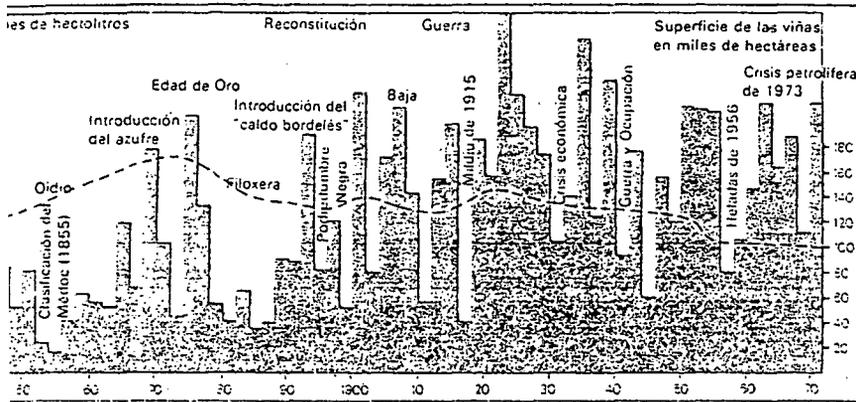


1741



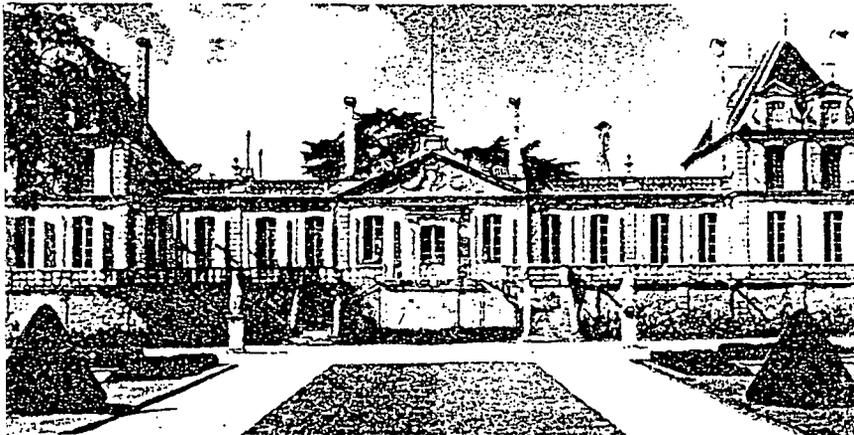
1753





Evolución de la producción de Burdeos desde 1840. Ha sido aquí esquematizada por Philippe Lacombe de la Universidad de Burdeos, en relación con plagas, enfermedades, epidemias, bajas en el

mercado y catástrofes climáticas. La introducción de dos grandes ayudas químicas, el azufre, contra el oidio, y el "caldo bordelés" (sulfato de cobre y cal viva), contra el mildiu, produjo resultados inmediatos.



Derecha: es interesante comparar la clasificación de A. Jullien de los *Grandes Vinos del Mundo* hace más de cien años, en 1866, con los vinos de hoy. Su lista en *Topographie de Tous les Vignobles Connus* es, con su ortografía original, la siguiente:

Tinto  
 A Châteaux Margaux, Lafitte, Latour, Haut-Brion, Rauzan, Lascombes, Léoville, Larose-Balguerrie.  
 Gorce (Cantenac), Branne-Mouton, Pichon-Longueville B Romanée-Conti, Chambertin, Richebourg, Clos Vougeot, Romanée-St-Vivant, La Tâche, Clos St-Georges, Le Corton, Clos de Prêmeaux, Musigny, Clos de Tart, Bonnes-Mares, Clos de la Roche, Les Véroilles, Clos Morlot, Clos

sabor, aunque por otra parte muy similar al de hoy. El Oporto y el Jerez han sido perfeccionados los dos. Era mucho más abundante la presencia de vino fuerte y dulce del Mediterráneo, pues Málaga y Marsala estaban en su apogeo. El Madeira, el Constantia y el Tokay eran tan altamente considerados como los Trockenbeerenauslese de la moderna Alemania.

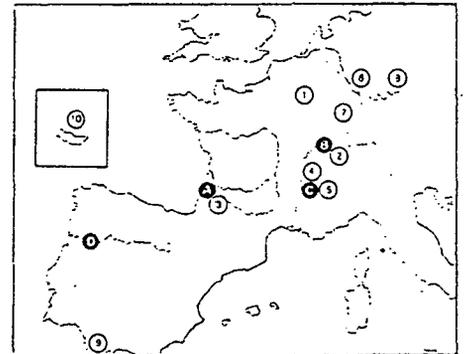
El comercio del vino estaba en auge. En los países productores, una parte desproporcionada de la economía se apoyaba en el vino, calculándose en 1880 y en Italia que no menos del 80% de la población dependía en mayor o menor grado del vino para su subsistencia. Este era el mundo sobre el que cayó el azote de la filoxera.

Los métodos de este pequeño hemisferio se describen en las páginas 18-19. En aquella época, cuando consiguió destruir o dañar casi todas las vides de Europa, pareció el fin del mundo del vino.

Los últimos 80 años han presenciado la revolución industrial del vino, y, sobre todo, en los últimos 20 años, el fondo científico en la elaboración del vino ha aclarado la situación de tal modo que muchas cosas que antes parecían imposibles hoy son fáciles. Un vino realmente malo es hoy una rareza en cualquier parte, y el Nuevo Mundo tiene vinos tan buenos como los mejores del viejo.

Al propio tiempo, han surgido las tentaciones de reducir las virtudes de los mejores para fabricar más vino a expensas de la calidad.

Pero peor es, con mucho, la insidiosa tendencia hacia la elaboración de un vino neutro y seguro, sin carácter, para agradar a todos los gustos. Los viticultores se afanan en buscar nuevos mercados y la tecnología les ha enseñado a controlar lo que hacen. En este punto de la historia, les es esencial a los bebedores de vino exigir vinos individuales, sin mezcla, con todo su carácter local intacto. A nosotros nos incumbe procurar que sobreviva la virtud predominante en el vino: su interminable variedad.



St-Vivant, La Tâche, Clos St-Georges, Le Corton, Gréfiex, Beaume, Raucoule, Muret, Guoigniere, Les Bessas, Les Burges, Les Lauds, D Alto Duero Blanco  
 1 Sillery, Ay, Mareuil, Dizy, Hautvillers, Pierry, 2 Mont Racher  
 3 Primeras cepas de Barsac, Preignac, Sauternes, Bommès: vino seco de Villenave-d'Ornon  
 4 Château Grillet  
 5 Hermitage Blanc  
 6 Schloss Johannisberg, Rudesheim, Steinberg, Graffenberg, Hochheim, 7 Liebfrauenmilch  
 8 Leist, Stein  
 9 Jerez "del suelo blanco", Paxarete  
 10 Sercial

Breve historia del distrito de Santa Cruz de Flores, el mapa de su ubicación geográfica y su mapa político.

## I. NUESTRA HISTORIA

El distrito de Santa Cruz de Flores fue creada el 27 de Diciembre del año 1922, a través del Decreto Supremo N° 4611 dentro del periodo de Gobierno de Don Augusto B. Leguía. Antes de ser distrito Santa Cruz de Flores era anexo de del distrito de Mala conjuntamente San Antonio.

El nombre del distrito según testimonio del profesor José García Conde se origina del apellido de un sacerdote español "Flores" por que construyó el primer templo durante la segunda mitad del siglo XIX, otra teoría también argumentada por el profesor García es que al paso de un Arzobispo de la ciudad de Lima puso el nombre de Flores por la devoción de la Santa Cruz.

Antes de adoptar este nombre tuvo otras denominaciones como "Miraflores" nombre que le puso el Sabio Antonio Raimondi; así también en el año 1880 era anexo del distrito de Chilca con el nombre de San Bartolomé.

El poblador Florino también según la versión del profesor José García Conde procede de Palapa, quienes antes de lá era Cristiana vivió en las lomas de la Palapa y Azpitia, siendo su actividad de recolector y pescador.

Su folklóre distingue a danzas tales como:

- Danza de las Pallas (Guañas y pastores) el 06 de enero; Pascua de Reyes, se inicia esta celebración el 05 de enero por la tarde con la finalidad de recibir la fiesta de Pascua de Reyes, y adorar al niño Dios. La sociedad del Niño Dios del distrito presenta la danza de las Pallas, representado a la Pascua de Reyes, con sus pallitas y pastores.
- Danza de los chunchos, el 03 de Mayo; fiesta de la Santísima Cruz, la comisión de danzas del pueblo se encarga de presentarlas.
- Danza de los Moros
- Danza de los Negritos
- Baile de Cahaspary

## II DIAGNOSTICO SITUACIONAL

### 2.1. Aspectos Generales.

- **Limites**

El distrito de Santa Cruz de Flores está delimitado de la siguiente manera:

Por el norte	:	Distrito de Chilca
Por el sur	:	Río Mala
Por el este	:	Cerro Molla
Por el Oeste	:	Distrito de San Antonio

- **Extensión**

La extensión del distrito de Santa Cruz de Flores es de 100.06 Km<sup>2</sup> de superficie, lo cual significa el 2.2% de la extensión del ámbito provincial,

- **Altitud**

Santa Cruz de Flores distrito de la provincia Cañete se encuentra a una altura de 85 m.s.n.m.

- **Clima**

El Clima es húmedo principalmente entre los meses de Junio a Agosto llegando a un 100% de humedad, y en los meses de verano a un 60%; la temperatura en invierno oscila entre 16 N 20°C. y en verano entre 24 N 30°C.

- **Demografía**

En los estudios de los problemas de desarrollo económico las condiciones demográficas de los territorios afectos por procesos de crecimiento se

consideran como un factor crítico para el éxito de los programas o medidas que se puedan concebir, tanto si se habla de estrategias de desarrollo insertas en un plan como de iniciativas de carácter más espontáneo, más endógenas.

En el marco de un planeamiento, que por su propia naturaleza tiene incidencia directa en el territorio, se hace necesario considerar los siguientes epígrafes significativos: Evolución y tasas de crecimiento o regresión anual de la población y distribución territorial de la población, la evolución de la población agraria y sus relaciones con el conjunto de las actividades.

La población del distrito de Santa Cruz de Flores, a la fecha supera los dos mil habitantes, representando el 1.2% de la población de la provincia, tiene una densidad poblacional de 22.3hab. / km<sup>2</sup>, lo que demuestra un alto grado de concentración poblacional.

**GRAFICO N° 1**  
**MAPA DEL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE FLORES**

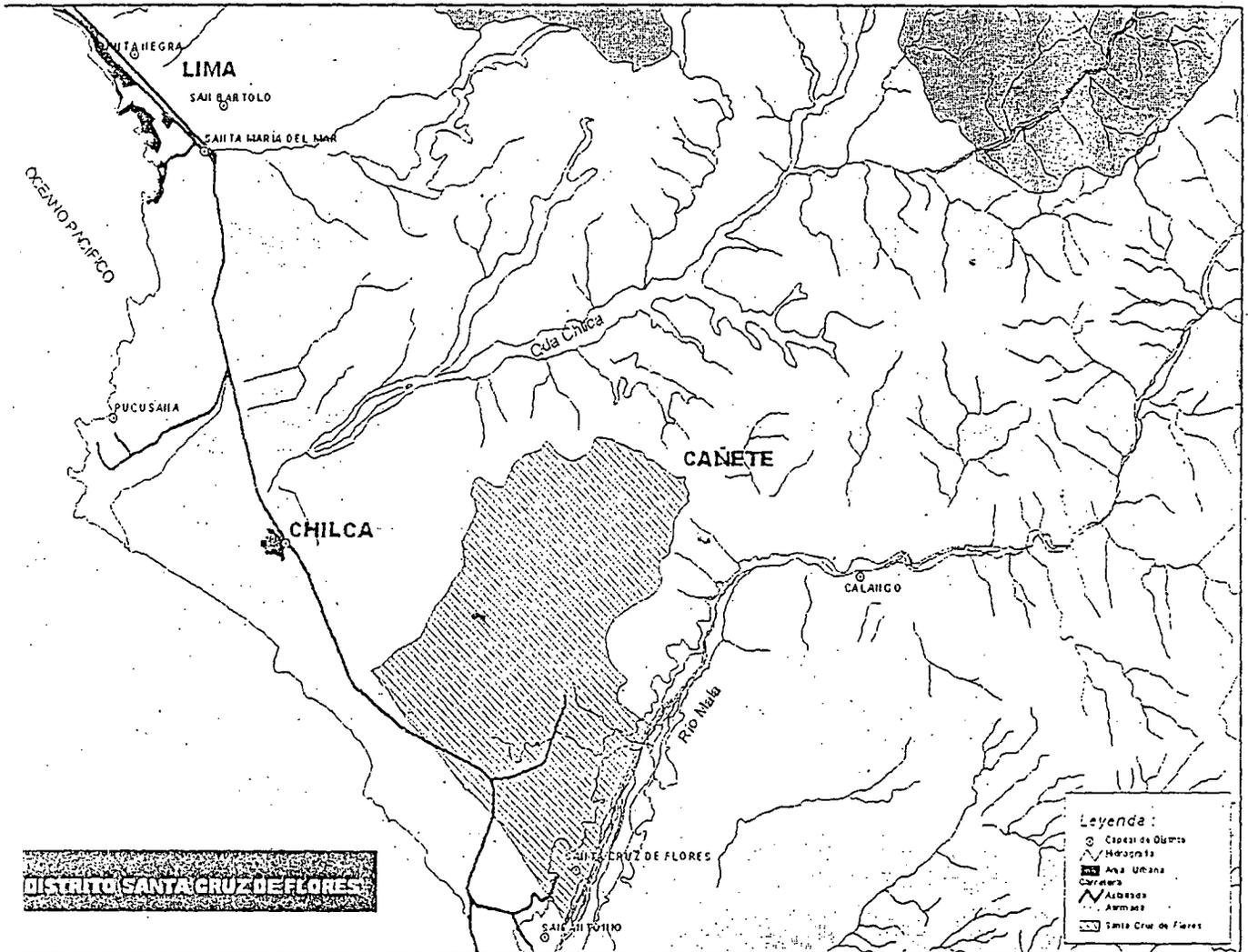
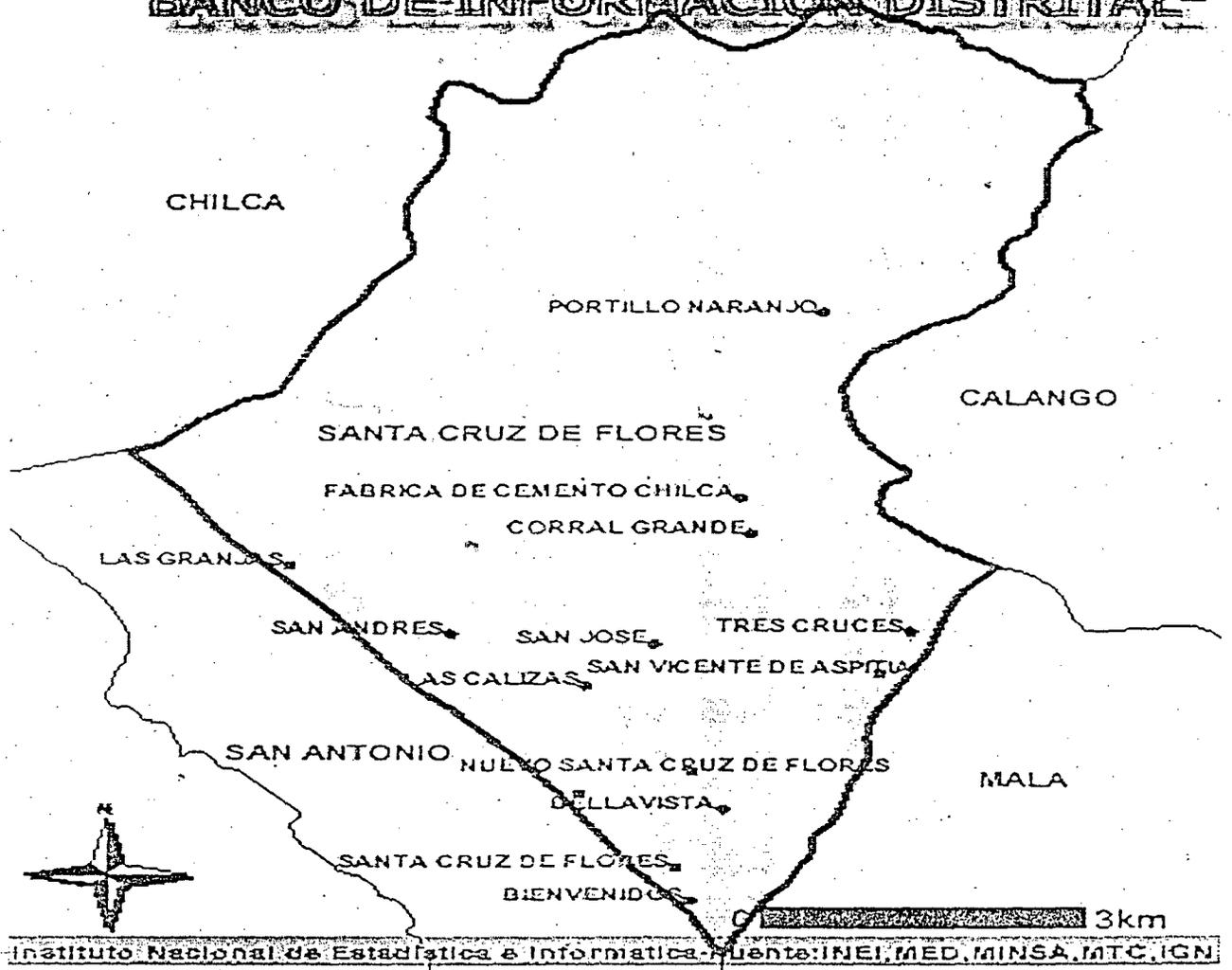


GRAFICO N° 2

MAPA POLITICO DEL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE FLORES

**BANCO DE INFORMACION DISTRITAL**



**CERPER**

**Protocolo de Análisis N° 3-09697/05**

