



Universidad
Zaragoza

Proyecto Fin de Carrera

Caracterización y evaluación agronómica y de calidad de diferentes cultivares tradicionales de tomate para consumo en fresco

Autor

Diego Aso Sesé

Directores

Celia Montaner Otín
Juan Viruel Sánchez

Escuela Politécnica Superior de Huesca
2015

RESUMEN

El tomate (*Solanum lycopersicum L.*) es actualmente la hortaliza más cultivada en el mundo dada su gran diversidad de cultivares adaptados a diferentes condiciones ambientales, prácticas culturales, destino del fruto y gustos. El uso de variedades tradicionales constituye una alternativa para obtener frutos de una calidad organoléptica superior a la de los cultivares comerciales, además de presentar una buena adaptación a las condiciones agroecológicas de las zonas donde son cultivadas.

En el presente trabajo se cultivaron diez entradas tradicionales de tomate recogidas de diferentes donantes de la comunidad de Aragón y una variedad híbrida comercial utilizada como testigo y con ello evaluar la aptitud de esas entradas para su consumo en fresco. El estudio fue realizado en una finca situada en la localidad de Huesca dedicada en la actualidad al cultivo de hortaliza, el ensayo se realizó en una parcela de dicha finca, al aire libre y siguiendo criterios de agricultura ecológica.

La caracterización se realizó evaluando la producción (precocidad y producción total) y utilizando descriptores morfológicos (peso, forma, cicatriz pendular, acostillado, forma de las secciones transversal y longitudinal, forma de la cicatriz del pistilo y número de lóculos) y físico-químicos o de calidad (color, firmeza con y sin piel, contenido en sólidos solubles, pH y contenido en licopeno). A partir de estos datos de caracterización se han elaborado fichas descriptivas siguiendo los estándares del BGHZ para la incorporación de estos materiales a dicho banco.

El análisis estadístico de los datos permitió evaluar las fortalezas de cada una de las entradas estudiadas y establecer sus potencialidades para un posible cultivo y comercialización en este ámbito de la agricultura. Entre las entradas evaluadas “Suelo de Salas” se presentó como una entrada con muy buenas aptitudes para su comercialización en fresco. Del resto, con menor aptitudes de comercialización en canales convencionales, aparecieron entradas con buenas cualidades organolépticas (Rosa de Huesca, Rosa temprano) y otras con unas cualidades en cuanto a fisiología de fruto (Bombilla amarillo, Amarillo ácido, Blanco, Rodolfo) o conservación tras la cosecha (Mala cara) interesantes y las cuales podrían seguir estudiándose.

Índice

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABLAS	10

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El tomate	12
1.1.1. Origen	12
1.1.2. Taxonomía	13
1.1.3. Características botánicas	14
1.1.4. Importancia económica	16
1.1.5. Variedades de tomate	18
1.2. Las variedades tradicionales o locales	21
1.2.1. Concepto y origen de las variedades tradicionales	21
1.2.2. El cultivo de las variedades tradicionales	22
1.2.3. Conservación de las variedades: Bancos de germoplasma	23
1.2.4. Producción y comercialización de variedades tradicionales	27
1.2.5. Perspectivas en el uso de variedades tradicionales	28

2. OBJETIVOS	31
---------------------------	-----------

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Material vegetal	33
3.2. Diseño del experimento	33
3.3. Condiciones de cultivo	35
3.4. Caracterización morfológica de las entradas	39
3.5. Evaluación agronómica	43
3.6. Evaluación de calidad	43
3.6.1. Determinación de color	44
3.6.2. Determinación de firmeza	44
3.6.3. Determinación del contenido en sólidos solubles	45

3.6.4. Determinación del pH.....	46
3.6.5. Determinación de parámetros bioquímicos: Licopeno	46
3.7. Análisis de resultados	47
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. Caracterización morfológica de las entradas	50
4.2. Evaluación agronómica	61
4.2.1. Precocidad	61
4.2.2. Producción	62
4.3. Evaluación de calidad.....	66
4.3.1. Peso medio del fruto	66
4.3.2. Contenido en sólidos solubles	68
4.3.3. Firmeza	69
4.3.4. Color	73
4.3.5. pH de los frutos.....	75
4.3.6. Licopeno	77
4.4. Caracterización multivariante de las variedades de tomate y su potencial comercialización.....	79
6. CONCLUSIONES	92
7. BIBLIOGRAFÍA	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de la hipotética expansión del tomate. (Fuente: Blandcard, 2012)

Figura 2: Principales países productores de tomate a nivel mundial en el año 2012. (Fuente: FAOSTAT, 2014)

Figura 3: Principales países exportadores de tomate a nivel mundial en el año 2011. (Fuente: FAOSTAT, 2014)

Figura 4. (a) Plantación de tomate Rosa en cultivo convencional en invernadero en la localidad de Huesca. **(b)** Plantación de tomate pera destinado a industria en cultivo ecológico en la localidad de Huesca.

Figura 5. Semillas de variedades tradicionales recogidas de agricultores en prospecciones realizadas, y conservadas en el banco de germoplasma de Zaragoza.

Figura 6. Conservación in situ de variedades tradicionales de hortaliza

Figura 7. Degustación de variedades tradicionales de Tomate organizado por la asociación A Chordiga en la localidad de Huesca (2013)

Figura 8. Esquema del ensayo de cultivo aleatorizado. Se disponen en la parcela 3 repeticiones por entrada y 10 plantas por repetición.

Figura 9. Pase de rotovator, labor previa a la implantación del ensayo.

Figura 10. (a) Siembra a chorrillo de las entradas tradicionales. **(b)** Estado del semillero en el momento del trasplante a raíz desnuda a campo.

Figura 11. Marco de plantación elegido para la ejecución del ensayo

Figura 12. (a) Sistema de entutorado de tipo tradicional mediante cañas. **(b)** Detalle de una planta tras la primera poda.

Figura 13. Instalación de malla antigranizo sobre la parcela de ensayo.

Figura 14. Forma predominante de los frutos según el IPGRI (1996). 1.- achatado, 2.- ligeramente achatado, 3.- redondeado, 4.- redondo-alargado, 5.- cordiforme, 6.- cilíndrico (oblongo-alargado), 7.- piriforme y 8.- elipsoide.

Figura 15. Forma de la sección transversal del fruto según el IPGRI (1996). 1.- redonda, 2.- angular y 3.- irregular.

Figura 16. Forma de la cicatriz del pistilo según el IPGRI (1996). 1.- punteada, 2.- estrellada, 3.- lineal y 4.- irregular.

Figura 17. Ficha modelo utilizada para recoger los datos estudiados de cada entrada de tomate

Figura 18. Frutos de la entrada Negro de Sieso elegidos para realizar la evaluación de la calidad.

Figura 19. Determinación de los parámetros de color (L, a y b) mediante un colorímetro Minolta modelo CR-200.

Figura 20. (a) Penetrómetro utilizado para medir la firmeza de los frutos. **(b)** Detalle de la entrada Rosa temprano después de haber realizado la medición de la firmeza sin piel.

Figura 21. Refractómetro digital utilizado para medir el contenido en sólidos solubles.

Figura 22. (a) Reactivos añadidos a la pasta de tomate al inicio de la determinación. **(b)** Instrumento utilizado para medir la absorbancia a partir de la cual se calculará el contenido en licopeno.

Figura 23. Ficha descriptiva de la entrada Bombilla amarillo

Figura 24. Ficha descriptiva de la entrada Mala cara

Figura 25. Ficha descriptiva de la entrada Suelo de Salas

Figura 26. Ficha descriptiva de la entrada Negro de Sieso

Figura 27. Ficha descriptiva de la entrada Pera de Sesa

Figura 28. Ficha descriptiva de la entrada Amarillo ácido

Figura 29. Ficha descriptiva de la entrada Rosa temprano de Solipueyo

Figura 30. Ficha descriptiva de la entrada Rosa de Huesca

Figura 31. Ficha descriptiva de la entrada Blanco

Figura 32. Ficha descriptiva de la entrada Rodolfo

Figura 33. Producción total (g/planta) de las entradas y del testigo Caramba. Las letras sobre las barras indican subconjuntos homogéneos obtenidos a partir de análisis posthoc (Tukey-b) en ANOVA.

Figura 34. Producción acumulada (g/planta) de las entradas y el testigo Caramba.

Figura 35. Peso (gramos) de los frutos de las entradas y el testigo. Las letras sobre las barras indican subconjuntos homogéneos obtenidos a partir de análisis posthoc (Tukey-b) en ANOVA.

Figura 36. Contenido en sólidos solubles en fruto de las entradas y el testigo. Las letras sobre las barras indican subconjuntos homogéneos obtenidos a partir de análisis posthoc (Tukey-b) en ANOVA.

Figura 37 Clasificación de las entradas en función de la escala de firmeza con piel en frutos de tomate según Domene et al. (2014).

Figura 38. Firmeza sin piel de las entradas y el testigo. Las letras sobre las barras indican subconjuntos homogéneos obtenidos a partir de análisis posthoc (Tukey-b) en ANOVA.

Figura 39. Disposición de las entradas en función de sus coordenadas colorimétricas a y b.

Figura 40. Clasificación de las entradas estudiadas en función del índice de color (IC) según Domene et al. (2014).

Figura 41. pH medido para las entradas estudiadas y el testigo Caramba. Las letras sobre las barras indican subconjuntos homogéneos obtenidos a partir de análisis posthoc (Tukey-b) en ANOVA.

Figura 42. Valor del contenido en licopeno para las entradas estudiadas y el testigo Caramba. Las letras sobre las barras indican subconjuntos homogéneos obtenidos a partir de análisis posthoc (Tukey-b) en ANOVA.

Figuras 43a y b. PCA 9 variables 11 variedades de tomate etc... Círculos negros, Bombilla amarillo; cruces rojas, Mala cara; cuadrados naranjas, Rodolfo; cuadrados rosas, Suelo de Salas; cruces verdes, Negro de Sieso; círculos naranjas, Pera de Sesa; asteriscos azules, Amarillo ácido; rombos verdes, Rosa temprano; triángulos amarillos, Rosa de Huesca; triángulos invertidos azules, Blanco; rombos grises, Caramba. Pr, producción; PF, peso fruto; CSS, contenido en sólidos solubles; FcP, firmeza con piel; FsP, firmeza sin piel; L, A y B, color L, A y B, respectivamente; pH, pH; Lic, licopeno.

Figura 44. Entrada Bombilla amarillo

Figura 45. Entrada Mala Cara

Figura 46. Entrada Amarillo ácido

Figura 47. Entrada Negro de Sieso

Figura 48. Entrada Pera de Sesa

Figura 49. Entrada Blanco

Figura 50. Entrada Suelo de Salas

Figura 51. Entrada Rosa temprano

Figura 52. Entrada Rosa de Huesca

Figura 53. Entrada Rodolfo

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción taxonómica del tomate. (Fuente: Foolad, 2007)

Tabla 2. Clasificación de tomates para consumo fresco según Díez-Niclós (1995)

Tabla 3. Listado de las diez entradas tradicionales y la variedad comercial (Caramba) analizadas en el presente estudio. Se detalla el origen, donante y la información previa recopilada para cada una de ellas.

Tabla 4. Calendario con las principales labores que fueron realizadas en el cultivo de tomate en la parcela 247, polígono 5(Huesca) en el año 2012 para el presente estudio.

Tabla 5. Caracteres morfológicos analizados en las entradas tradicionales y el testigo.

Tabla 6. Valores medios de los estados fenológicos “aparición de la primera flor”, “primer fruto cuajado” y “primer fruto cosechado” de las diez entradas y el testigo Caramba. Las letras en superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$ U de Mann Whitney).

Tabla 7. Clasificación según calibre de las entradas de tomate según Díez-Niclós (1995)

Tabla 8. Varianza total explicada. Método de extracción: Análisis de Componentes principales. Sólo aquellos casos para los que $VAR00014 = 1$, serán utilizados en la fase de análisis.

Tabla 9. Hipótesis de agrupación de las entradas según el análisis discriminante. 1- Bombilla amarillo, 2-Mala Cara, 3-Suelo de Salas, 4-Negro de Sieso, 5-Pera de Sesa, 6- Amarillo ácido, 7-Rosa temprano, 8-Rosa de Huesca, 9-Blanco, 10-Rodolfo, 11-Caramba.

Tabla 10. Porcentajes de la calificación discriminante.

Tabla 11. Pruebas de igualdad de las medias de los grupos en los análisis discriminantes, indicando los valores de los estadísticos Lambda de Wilks (λ) y de Fischer, así como el nivel de significación.

Tabla 12. Valores medios y desviación estándar de los grupos obtenidos en los análisis discriminantes. El primer grupo está compuesto por las entradas bombilla amarillo y Mala cara; el segundo por Amarillo ácido, el tercero por Negro de Sieso, Pera de Sesa y Blanco; y el cuarto por Suelo de Salas, Rosa temprano, Rosa de Huesca, Rodolfo y Caramba.

1. Introducción

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El tomate

1.1.1. Origen

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tiene su origen en la región de los Andes que actualmente comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, donde los incas comían los frutos que crecían de forma silvestre (Esquinas-Alcázar, 1995).

Sin embargo, la domesticación del tomate tuvo lugar fuera de su centro de origen, en las primeras civilizaciones de México (Jones, 2000), a partir de la forma silvestre *Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme* (Alef.) Fosberg (antes *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) que crece espontáneamente en América tropical y subtropical (Carravaredo, 2006).

En un inicio, se domesticó también otra especie de Solanácea conocida como tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*). Tanto *S. lycopersicum* como *P. philadelphica* fueron introducidos en Europa, pero el tomate de cáscara dejó de cultivarse rápidamente (Esquinas-Alcázar, 1995). En ambos casos, el nombre proviene de "tomatl", que en la lengua Náhuatl (azteca) hablada en México significa "agua gorda" y correspondía con el tomate de cáscara; mientras que el tomate propiamente dicho era denominado "jítomatl" (Blancard, 2011).

El tomate era desconocido en el Viejo Mundo hasta el descubrimiento de América. Fueron España y Portugal quienes lo difundieron a otros países europeos y por sus colonias (Figura 1).

La primera descripción de los frutos de tomate hecha en Europa por el botánico italiano Pietro Andreas Matthioli en 1544 dice que éstos, en la madurez, eran amarillos, lo que sumado al hecho de que el nombre del tomate en italiano sea "pomodoro", parece confirmar que las primeras introducciones de tomates en Europa producían frutos amarillos (Blancard, 2011).

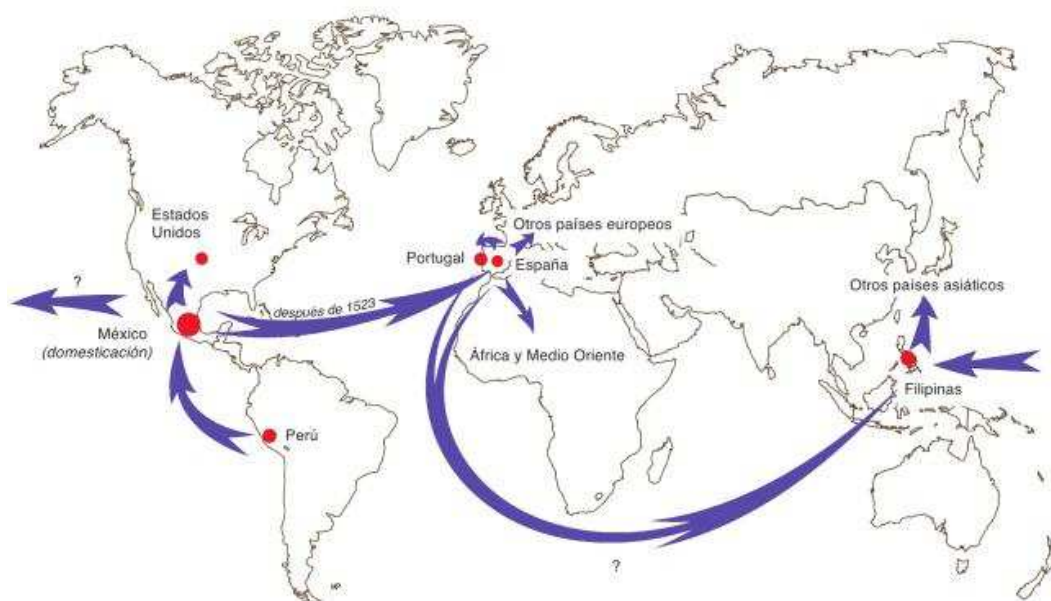


Figura 1. Mapa de la hipotética expansión del tomate. (Fuente: Blandcard, 2012)

En España e Italia el tomate se introdujo con éxito en la alimentación humana, primero como salsa y luego en fresco. Por el contrario, en los países del norte de Europa se cultivó como ornamental, ya que se le consideró tóxico por miedo a las propiedades de las solanáceas europeas, muy ricas en alcaloides con fuertes efectos somníferos, hemolíticos, paralizantes e incluso mortales, por lo que fue poco consumido hasta el siglo XIX (Esquinas-Alcázar, 1995).

1.1.2. Taxonomía

El tomate pertenece a la familia *Solanaceae*, al igual que otras plantas cultivadas de gran importancia como el pimiento, la berenjena, la patata o el tabaco.

La situación taxonómica del tomate dentro de las solanáceas siempre ha estado clara, pero no su género. En 1700 Tournefort reconoció *Lycopersicon* como un género distinto de *Solanum*. Sin embargo, en 1754, Linnaeus incluyó al tomate dentro del género *Solanum*, denominándolo *Solanum lycopersicon*. Simultáneamente, Miller

reconoció al género *Lycopersicon* y en 1768 propuso el nombre de *Lycopersicon esculentum*. Actualmente se le denomina *Solanum lycopersicum* L.

El encuadramiento taxonómico del tomate se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1: Descripción taxonómica del tomate. (Fuente: Foolad, 2007)

Reino	Plantae
Subreino	Traqueobinta
Superdivisión	Spermatophyta
División	Angiospermas / Magnoliophyta
Clase	Dicotiledóneas / Magnoliopsida
Orden	Solanales
Suborden	<i>Solanineae</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Lycopersicum</i> L.

1.1.3. Características botánicas

El tomate es una planta dicotiledónea, diploide ($2n=2x=24$), autógama, herbácea y perenne que normalmente se cultiva de forma anual.

La temperatura óptima de crecimiento del tomate es de 21-23 °C y su desarrollo vegetativo se detiene por debajo de 10 °C (Jones, 2000).

El sistema radicular puede alcanzar una profundidad de hasta 2 m con una raíz principal pivotante y muchas raíces secundarias las cuales se extienden ampliamente. (Carravedo, M. 2006). En el cultivo a partir de plántulas procedentes de semillero la morfología de la raíz cambia y tiene menos capacidad de explorar en profundidad.

El crecimiento de la planta puede ser de dos formas: indeterminado o determinado. Se dice que tiene crecimiento indeterminado cuando el tallo principal crece de forma continua produciendo inflorescencias cada 3 hojas. Por el contrario, se dice que tiene crecimiento determinado cuando la planta detiene su desarrollo después de emitir 2-5 inflorescencias y el tallo principal acaba en una inflorescencia. Este tipo de crecimiento surgió por una mutación espontánea aparecida en 1914 en Florida. Se trata de una mutación recesiva denominada “selfpruning” que tiene por símbolo genético “sp” (Blandcard, 2011).

Las hojas son pinnado-compuestas, un poco más largas que anchas, con un gran foliolo terminal y hasta 8 foliolos laterales, y con el borde dentado. Las hojas, al igual que el tallo, están recubiertas de tricomas glandulares (Chamarro, 1995).

Las inflorescencias pueden ser simples o ramificadas y contener de 5 a 12 flores. Las flores son hermafroditas y están formadas por 5 o más pétalos amarillos y 5 o más sépalos verdes. Los estambres están soldados formando un cono estaminal que rodea al estigma, favoreciendo la autofertilización (Blandcard, 2011).

Los frutos del tomate son los órganos aprovechables de este cultivo. Son bayas bi o pluriloculares que se encuentran unidas a la planta por un pedicelo. Los frutos jóvenes verdes contienen alcaloides tóxicos (tomatina y solanina) que desaparecen cuando los frutos maduran (Blandcard, 2011).

Las cavidades locales son huecas en el pericarpio. Un fruto normal posee al menos dos lóculos. Las semillas se encuentran contenidas en los lóculos y rodeadas de una masa gelatinosa de células parenquimáticas que forman un tejido compacto y firme en los frutos inmaduros que se va haciendo gelatinoso al madurar por la desintegración de las paredes celulares (Chamarro, 1995).

El tomate es un fruto climatérico, por lo que durante la maduración se producen cambios en el color, la composición, el aroma, el sabor y la textura que hacen el fruto atractivo para el consumo humano. El ablandamiento del fruto durante la madurez está asociado a cambios estructurales en la pared celular e implica la solubilización de las pectinas.

La coloración del fruto maduro varía desde verde (cuando no vira), amarillo o rojo, lo que depende de la degradación de la clorofila y de la existencia de pigmentos

carotenoides y licopeno, que es el pigmento rojizo típico de este fruto (Carravedo M, 2006).

1.1.4. Importancia económica

La producción mundial de tomates alcanzó en 2012 un valor de 162 millones de toneladas, siendo la hortaliza más cultivada en el mundo (FAOSTAT, 2014). La mayor parte de la producción se origina en Asia (58 %), mientras que en Europa se cultiva el 14 % de la producción mundial.

El país donde se produce la mayor parte de tomates es China, con 50 millones de toneladas. España ocupa el octavo lugar con una producción de 4 millones de toneladas (Figura 2).

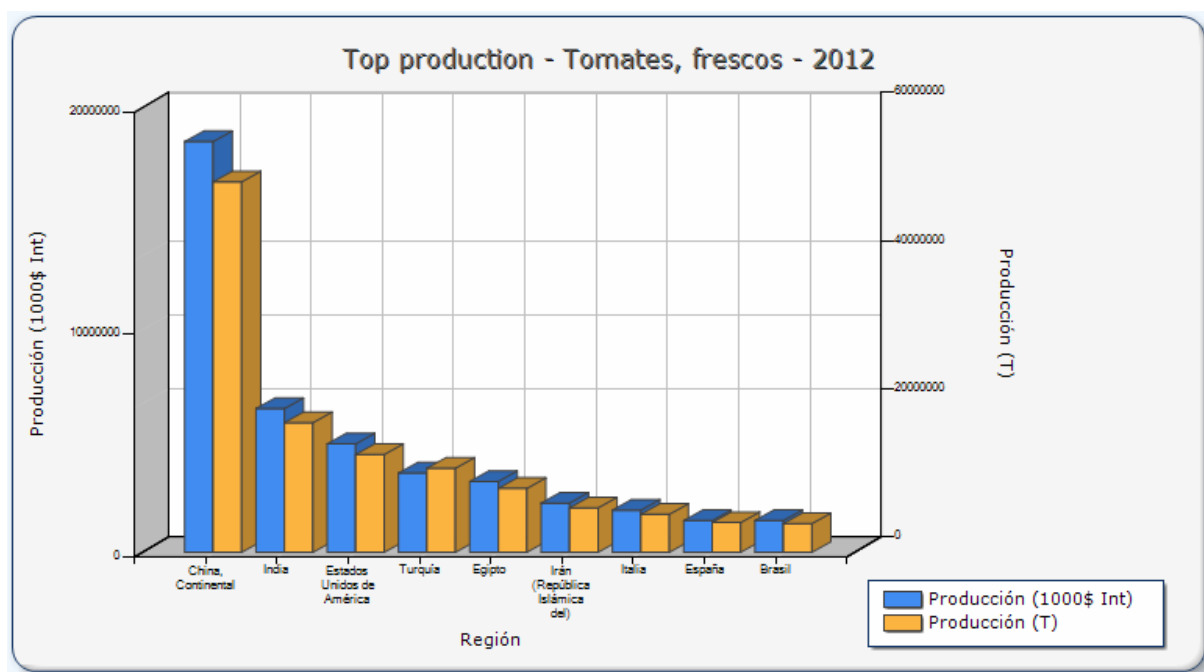


Figura 2. Principales países productores de tomate a nivel mundial en el año 2012. (Fuente: FAOSTAT, 2014)

En cuanto a exportaciones, el máximo exportador es México, y España ocupa el tercer puesto a nivel mundial para el año 2011 (Figura 3).

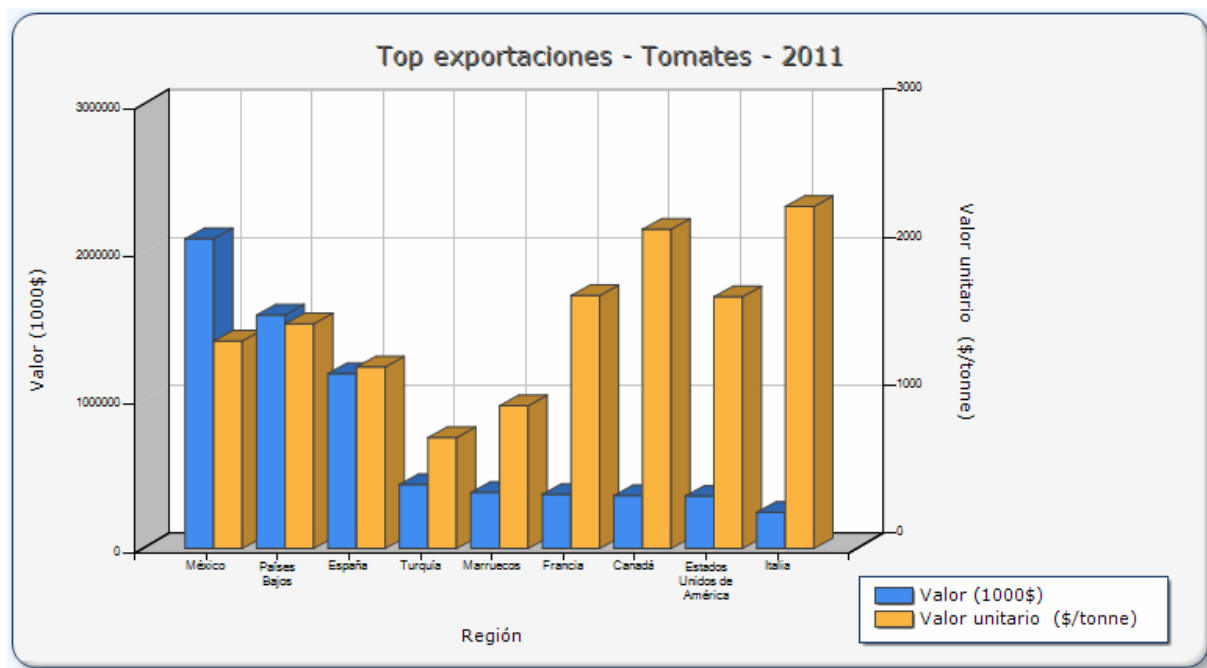


Figura 3. Principales países exportadores de tomate a nivel mundial en el año 2011. (Fuente: FAOSTAT, 2014)

España es uno de los principales países exportadores: en 2011 se exportaron 964.054 toneladas de tomates. Principalmente exportamos a la Unión Europea (97 %), en concreto a Alemania, Francia, Holanda y Reino Unido (MAGRAMA, 2014).

La superficie cultivada de tomate en España en el 2013 fue 46.623 hectáreas. Para ese mismo año, la producción total fue de 3.776.796 toneladas. Aproximadamente el 40 % de la producción se dedica a la venta para consumo en fresco y el 60 % a la transformación. Los rendimientos que han estimado son de 61.454 kg/ha para el cultivo de tomate de mesa al aire libre y 102.075 kg/ha para el cultivo de tomate bajo plástico (MAGRAMA, 2013).

En Aragón se destinaron durante ese año 84 hectáreas al cultivo de tomate en fresco (imagen 1a) y 628 hectáreas a tomate de industria (imagen 1b). Un dato relevante es que en la comunidad autónoma alrededor de 600 hectáreas están dedicadas al cultivo de tomate en huertos familiares. (MAGRAMA, 2013).



Figura 4. (a) Plantación de tomate Rosa de Carlos Gil en cultivo convencional en invernadero en la localidad de Huesca (2012). (b) Plantación de tomate pera destinado a industria de A Chordiga s.c.p. en cultivo ecológico en la localidad de Huesca (2014).

1.1.5. Variedades de tomate

El tomate es un cultivo con una gran diversidad de cultivares adaptados a diferentes condiciones ambientales, prácticas culturales, destino del fruto y gustos, lo que hace que su clasificación sea compleja y variada.

Considerando su tipo de crecimiento, se puede hacer una primera clasificación según sean cultivares de crecimiento indeterminado o determinado. Los primeros son adecuados para obtener tomates para consumo en fresco puesto que permiten una recolección continua al florecer y fructificar de forma escalonada. Los segundos, en cambio, son más apropiados para el cultivo industrial porque desarrollan una envergadura limitada y maduración concentrada para facilitar su mecanización y procesado.

Además se pueden usar las características de los frutos para clasificarlos, ya que según el cultivar los hay de diferentes formas (aplanados, redondeados, cilíndricos, rectangulares, en forma de pera, acostillados, lisos...), tamaños, colores (crema, amarillo, naranja, rosa, rojo, pardo...) y consistencia.

Una clasificación muy extendida desde el punto de vista comercial es según el calibre de los frutos, que viene determinado por el diámetro máximo de la sección ecuatorial del fruto. El Reglamento (CE) nº 790/2000 de 14/4/2000, que establece las normas para la comercialización de los tomates, dispone que la escala de calibrado será: 30 mm inclusive a 35 mm exclusive, 35 a 40 mm, 40 a 47 mm, 47-57 mm, 57 a 67 mm, 67 a 82 mm, 82 a 102 mm y 102 mm o más. Comercialmente se designa esta clasificación con letras de la siguiente manera: GGG (diámetro > 102 mm), GG (82-102 mm), G (67-82 mm), M (57-67 mm), MM (45-57 mm) y MMM (< 47 mm).

Atendiendo a todos los criterios anteriormente descritos Díez-Niclós (1995) propone una posible clasificación de los tomates para consumo en fresco según se describe en la Tabla 2.

Otra clasificación que puede darse es en función del destino de la producción. Aquellos cuyo destino es la industria transformadora suelen tener ciertas características comunes: forma alargada, cilíndrica, color uniforme y brillante, pulpa carnosa, poco jugo, placenta reducida, pocas semillas, epidermis fácilmente separable.

Los tomates de mesa suelen coincidir en maduración precoz, tamaño medio o grande y color uniforme. Los destinados a explotación además cumplirán características como poco jugo, placenta reducida, pocas semillas, epidermis fina pero resistente a los roces. (Leñano, 1974).

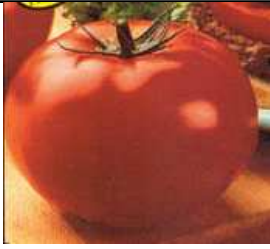





Tamaño fruto	Acostillado fruto	Tipo de crecimiento	Tipo	Imagen
Frutos gruesos calibre G, GG y GGG (> 67 mm)	Liso o ligero	Indeterminado	Beefsteak	
		Determinado	Bush beefsteak americano	
	Medio o fuerte	Deter. e indeter.	Marmande	
Frutos medianos calibre M (57-67 mm)	Liso o ligero	Indeterminado	Vemone	
		Determinado	Francés	
Frutos pequeños calibre MM (47-57 mm)	Lisos	Indeterminado	Moneymaker y canario	
Frutos pequeños calibre MMM (<47 mm)	Lisos	Indeterminado	Cocktail (redondos y aperados)	
Frutos muy pequeños <30 g	Lisos	Indeterminado	Cereza ("cherry") (comestibles y ornamentales)	

Tabla 2. Clasificación de tomates para consumo fresco según Díez-Niclós (1995)

1.2. Las variedades tradicionales o locales

En agricultura convencional la producción de tomate está basada en variedades comerciales, fundamentalmente híbridas, con altas producciones pero también grandes insumos. Las variedades tradicionales o locales, en la actualidad están relegadas a la producción para autoconsumo o la producción a pequeña escala para comercio de proximidad.

1.2.1. Concepto y origen de las variedades tradicionales

Se entiende por variedades locales o tradicionales aquellas que pueden ser definidas como «poblaciones diferenciadas, tanto geográfica como ecológicamente, que son visiblemente diferentes en su composición genética con las demás poblaciones y dentro de ellas» (Cleveland *et al.*, 1994; Álvarez Rodríguez y Ruiz de Galarreta Gómez, 1995), «y que son producto de una selección por parte de los agricultores, resultado de los cambios para la adaptación, constantes experimentos e intercambios» (Cleveland *et al.*, 1994; Cohen *et al.*, 1991).

Estas variedades tradicionales cumplen características como las mencionadas a continuación:

- Son poblaciones heterogéneas, es decir, formadas por individuos más o menos diferentes entre sí lo que les confiere una mayor estabilidad frente a perturbaciones. (Roselló, 2010).
- Esta heterogeneidad genética, que es la responsable de la alta adaptabilidad y estabilidad frente a las condiciones de estrés, es consecuencia del sistema de selección y mejora que no ha ejercido una fuerte presión sobre ningún genotipo concreto, dando lugar a variedades población (Cebolla Cornejo, 2005).
- Están muy adaptadas a las condiciones locales, referidas tanto a las de manejo del agroecosistema como a las ambientales y culturales de la zona geográfica y la sociedad en la que fueron seleccionadas. Esto hace que su productividad sea

bastante estable a lo largo del tiempo y bajo condiciones de estrés biótico o abiótico locales (Ceccarelli et al., 1992; Guzmán Casado et al., 2000).

- Poseen menor dependencia de pesticidas por haber evolucionado en una zona concreta y estar mejor adaptadas a las enfermedades y estreses habituales de esa zona (Salces et al. 2004).
- Tienen una menor dependencia de los fertilizantes al estar adaptadas a técnicas de cultivo tradicionales, sin grandes insumos (Salces et al. 2004).
- No han sido seleccionadas sólo por productividad sino buscando usos y cualidades específicas.
- Son una herencia cultural de gran importancia al igual que las culturas y los saberes tradicionales a las que van ligadas. (RAS, 2011)

1.2.2. Cultivo de las variedades tradicionales

En el ámbito de la agricultura ecológica, las variedades tradicionales pueden suponer un material idóneo por poseer, entre otros aspectos, una adaptación específica a las condiciones agroclimáticas concretas donde se han cultivado durante siglos y unas excepcionales características organolépticas requeridas por el tipo de consumidores que buscan los productos ecológicos. En la actualidad, es muy escasa la oferta de variedades tradicionales para la producción a media y gran escala. Los materiales disponibles están escasamente caracterizados, evaluados y registrados por lo que el sector ecológico se ve avocado a la utilización de materiales desarrollados para la agricultura convencional. Este aspecto complica el establecimiento de sistemas de producción realmente sostenibles (Diver, et al., 1999).

Dada la demostrada existencia de interacciones genotipo x medio, el empleo de estas variedades, desarrolladas y adaptadas durante siglos a este tipo de cultivo las hacen idóneas para ser utilizadas en estas circunstancias particulares (Tomás et al., 1999). El uso de estas variedades, supone además una solución para la conservación *in situ* de estos recursos fitogenéticos.

A pequeña escala, el cultivo de variedades tradicionales no presenta complicaciones siguiendo las pautas de cultivo para la especie, y las técnicas que tradicionalmente se han utilizado para esa especie en concreto (fechas de siembra-trasplante, manejo durante el cultivo, cosecha y post-cosecha). Sin embargo, en una

agricultura a nivel profesional falta una información fundamental que puede crear incertidumbre o inseguridad a aquellos agricultores que decidan apostar por alguna de ellas. La información que se desconoce en muchos casos es el rendimiento por planta, periodos concretos de cultivo, tolerancia o sensibilidad a patógenos o la adaptación a sistemas de manejo más intensivos como por ejemplo el cultivo en invernadero.

Las variedades locales tienen una serie de características que se manifiestan en el lugar donde tradicionalmente han sido cultivadas. El hecho de cultivarlas en zonas diferentes a su lugar de origen crea aún más incertidumbre acerca de su comportamiento.

La agricultura actual europea muestra una tendencia hacia la búsqueda de la calidad frente a elevados niveles productivos. Los productos tradicionales se presentan como complemento a las variedades comerciales al poseer una serie de cualidades diferentes, por lo que resulta fundamental y necesario caracterizarlas y evaluarlas con el objetivo de detectar su potencial (Jiménez et al., 2010).

1.2.3. Conservación de las variedades: Bancos de germoplasma

Hoy en día la sociedad reconoce, con mayor o menor preocupación, la gran importancia de la diversidad biológica; el valor de la biodiversidad se fundamenta en el convencimiento de que una reducción de la misma significa la pérdida de recursos y opciones posibles para responder a futuras necesidades, además de su consideración estética, ética o de patrimonio natural.

Las causas principales de la pérdida de estos recursos fitogenéticos se deben al desarrollo de un nuevo modelo agrícola de altos insumos que exige altos rendimientos para ser rentable. En toda la economía occidental las prácticas de autoconsumo que mantenían las variedades tradicionales se han reducido, experimentándose una mayor dependencia del comercio. Asimismo tanto los procesos de mecanización de la actividad agrícola como los procesos de postcosecha, se ven favorecidos por variedades uniformes (Uroz, S. 2012).

La generalización del modo industrial de uso de los recursos naturales ha provocado la marginación de los conocimientos y prácticas de manejo de los sistemas

agrarios tradicionales (en los que las variedades tradicionales constituyen un elemento fundamental). Estos conocimientos poco a poco han ido dejando de ser fundamentales para la pervivencia de las comunidades, produciéndose un proceso de erosión y pérdida de estos valores y recursos.

Actualmente existen varias metodologías de trabajo para conservar los recursos fitogenéticos, entendiendo la conservación como el mantenimiento del material de reproducción viable y junto a sus características originales (Jaramillo y Baena, 2000).

Dependiendo del lugar de conservación de estos materiales puede hablarse de conservación *ex situ*, si el mantenimiento de estos organismos se realiza fuera de su hábitat natural, en instalaciones creadas expresamente para ese fin como bancos genéticos o jardines botánicos, o conservación *in situ*, si se realiza en los mismos hábitats donde se encuentran de forma natural, bien sea en tierras de cultivo, para especies domesticadas, o en áreas naturales protegidas en el caso de especies silvestres.

Conservación *ex situ*

A nivel institucional ha sido el método de conservación mas promovido debido principalmente a la facilidad de control y de suministro del material tanto a científicos como a usuarios en general y a sus bajos costes de mantenimiento, frente a lo que supondría la conservación *in situ* de los recursos.

Los materiales pueden provenir de donaciones, intercambios con otros centros, donantes particulares o de recolecciones programadas en un área determinada por el centro de investigación.

Este material recolectado se conserva en los llamados Bancos de Germoplasma (Figura 5), realizando, según el tipo de germoplasma y los objetivos de la conservación, distintas metodologías contempladas en las Normas para Bancos para Genes estipuladas por la FAO.



Figura 5. Semillas de variedades tradicionales recogidas de agricultores en prospecciones realizadas, y conservadas en el banco de germoplasma de Zaragoza (<http://sites.cita-aragon.es/BGHZ>).

A continuación se describen los principales tipos de bancos de germoplasma según las técnicas de conservación utilizadas:

- **Bancos de semillas:** Es el método más utilizado, recurriendo a otras metodologías solo cuando éste no sea válido para la especie a conservar. La estrategia es mantener el material de reproducción sexual, la semilla, en condiciones controladas de humedad relativa, entre 3% y 7%, y de temperatura, entre -10°C y -20 °C, con la finalidad de prolongar su longevidad. Las semillas de las especies que posibilitan este tipo de reproducción son también llamadas “ortodoxas”.
- **Bancos con colecciones en campo:** La conservación mediante colecciones de plantas mantenidas en el campo se realiza fundamentalmente en especies sexualmente estériles o que poseen semillas que no admiten ni desecación ni bajas temperaturas, denominadas “recalcitrantes”.

- **Bancos de colecciones *in vitro***: constituye una alternativa al método citado anteriormente. El cultivo *in vitro* presenta como ventajas su alta tasa de multiplicación, el mantenimiento del material vegetal libre de patógenos y sus bajos requerimientos de espacio frente a las colecciones de campo.

Entre las actividades realizadas por los Bancos de Germoplasma están también la evaluación y caracterización de las entradas conservadas, pudiendo obtener mediante descriptores tipo la máxima información posible de la misma.

También tienen la responsabilidad de multiplicar y regenerar las accesiones en el caso en que fuera necesario, bien sea por no contar con el número de semillas recomendados para la especie o por un envejecimiento o pérdida de viabilidad de la semilla, al no cumplir con el porcentaje mínimo de germinación, que según la FAO se establece en un 85%.

Una parte importante de la variabilidad de tomates en Aragón está conservada en forma de semillas en el Banco de Germoplasma de Especies Hortícolas de Zaragoza (BGHZ) del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA). La descriptiva de algunas de estas variedades se encuentra recogida en la publicación *Variedades autóctonas de tomates de Aragón* (Carravedo, 2006).

Conservación *in situ*

La conservación *in situ*, en lo que se refiere a variedades locales domesticadas, se denomina actualmente conservación “en finca” (“*on farm*”) e implica en un sentido estricto el cultivo de estos materiales en sus zonas de origen y con las técnicas tradicionales que las mantenían en uso, dándole importancia también al conocimiento tradicional asociado a la variedad (Maxted *et al.*, 1997; Martín, 2001).



Figura 6. *Judía de Almodévar, variedad tradicional de judía seca que conserva un hortelano oscense en su propia huerta (2012).*

En España no existen programas estatales específicos para la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos. A raíz de este hecho, se creó la Red de Semillas (RdS) “Resembrando e intercambiando”. Esta es una organización descentralizada de carácter técnico, social y político, que ha trabajado durante los últimos años en reunir esfuerzos entorno al uso y conservación de la biodiversidad agrícola en el contexto local, estatal e internacional. Y que tiene como objetivo primordial el facilitar y promover el uso, producción, mantenimiento y conservación de la biodiversidad agrícola en las fincas de los agricultores.

En Aragón se creó la Red de Semillas de Aragón, la cual está formada por un grupo de agricultores/as, técnicos/as e interesados en una agricultura responsable y cuyo objetivo común es el de preservar la biodiversidad agrícola, especialmente de Aragón.

1.2.4. Producción y comercialización de variedades tradicionales

La producción de variedades tradicionales se ha visto mermada por las ventajas que ofrecen las variedades comerciales, fundamentalmente en el cultivo a gran escala. Estas últimas muestran unas características a nivel productivo y de comercialización que superan a las primeras.

En el caso concreto del tomate, la mejora genética de caracteres como dureza de la piel, buen cierre pistilar, resistencia a enfermedades, uniformidad en tamaño de fruto o alta productividad, ha desplazado a las variedades locales por no poder competir estas últimas en los canales de comercialización actuales. Por el contrario dichas mejoras han

ido en detrimento tanto de los caracteres de rusticidad o capacidad de adaptación a ambientes cambiantes como de las cualidades organolépticas del producto final.

El desconocimiento de los ciclos de cultivo, características particulares y la falta de experiencias en sistemas de cultivo intensivos de las variedades tradicionales supone una desventaja frente a las variedades comerciales porque dificulta la previsión de producción para poder ser introducidas en los canales comerciales en momentos donde la demanda puede ser óptima.

Otra dificultad con la que se encuentran las variedades locales de cara a su uso para la producción y posterior comercialización es el incumplimiento a día de hoy de las condiciones generales que se citan en la Ley 30/2006 de semillas, plantas de vivero y recursos fitogenéticos. El artículo 5 de la ley indica que es requisito indispensable su inscripción en el Registro de variedades comerciales para lo cual, según el artículo 19 deben superar un examen técnico que determine que es distinta, homogénea y estable. De acuerdo con algunos autores, son pocas las variedades tradicionales que cumplen los requisitos de distinción, uniformidad y estabilidad necesarios para registrar una variedad en el Registro de Variedades Comerciales (Roselló, 2010).

De los requisitos anteriormente expuestos hay dos -estabilidad y la uniformidad- que pueden no cumplir las variedades tradicionales puesto que, por su propia naturaleza, tienden a la heterogeneidad y adaptabilidad a las condiciones del medio. La falta de características para poderse encuadrar en los marcos legales ha contribuido a la erosión genética de las variedades locales.

Los requisitos mencionados en los párrafos anteriores se refieren a la comercialización de la semilla que no la comercialización de la producción, es decir, un productor de hortaliza puede comercializar el fruto de las variedades locales, sin embargo, no podría adquirir el plantel a un viverista porque este último no puede comercializar plantel realizado a partir de semillas no registradas.

1.2.5. Perspectivas en el uso de variedades tradicionales

Son numerosos los trabajos, tanto a nivel nacional como internacional han estudiado la potencialidad y perspectivas en el uso de las variedades tradicionales

(Terzopoulos y Bebeli, 2010; Mazzucato, *et al.*, 2010; Lammerts van Bueren *et al.*, 2011; Cebolla-Cornejo *et al.* 2013; Rocha *et al.*, 2013). Estos autores hablan de la necesidad de realizar ensayos en profundidad con estas variedades locales para determinar sus propiedades tanto productivas como nutritivas y sensoriales. De esta forma se podría elaborar una lista definitiva de variedades susceptibles de su cultivo y comercialización. Este hecho sería, además, el mejor mecanismo para su conservación “in situ” (Egea-Sánchez *et al.*, 2008).

Para llevar a cabo este proceso, desde asociaciones como la Red Andaluza de Semillas se proponen diferentes acciones cuyo fin es promover el consumo y utilización de variedades locales para los consumidores y agricultores ecológicos (RAS 2008). Algunas de las acciones propuestas se enumeran a continuación:

- Estudio de la presencia e interés de las variedades locales en las asociaciones de consumidores de productos ecológicos y tiendas especializadas.
- Actividades de difusión y fomento entre consumidores para dar a conocer la importancia de las variedades locales en la producción ecológica (Figura 7).
- Elaboración de manuales divulgativos sobre utilización y conservación de variedades de cultivo.



Figura 7. Degustación de variedades tradicionales de Tomate organizado por la asociación A Chordiga en la localidad de Huesca (2013)

2. Objetivos

2. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es caracterizar agronómicamente, evaluar la calidad y comparar 11 variedades de tomate, 10 tradicionales y un testigo comercial.

Los objetivos concretos propuestos para este proyecto se dividen en dos apartados:

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN AGRONÓMICA:

- Caracterizar las 10 líneas tradicionales según los descriptores oficiales del IPGRI para el tomate y así incluirlos en las bases de datos del Banco de Germoplasma de Hortícolas de Zaragoza.
- Evaluar y comparar los parámetros de precocidad en floración, fructificación y maduración de las 10 líneas tradicionales.
- Evaluar y comparar los rendimientos de las 10 líneas tradicionales.
- Describir el morfotipo de fruto de cada entrada tras la caracterización de los frutos cosechados en cada una de las 10 líneas tradicionales.

EVALUACIÓN DE CALIDAD:

Evaluar y comparar la calidad de las diferentes entradas analizando los siguientes parámetros: tamaño de fruto, color, firmeza del fruto, contenido en sólidos solubles, pH y contenido en licopeno.

3. Materiales y métodos

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Material vegetal

En el presente estudio se han analizado 10 entradas tradicionales y una variedad comercial. Se reunió toda la información previa disponible de estas entradas de tomate y que fue facilitada por los donantes de la semilla (Tabla 3). Como variedad comercial testigo se eligió la variedad Caramba.

La variedad Caramba se caracteriza por un buen comportamiento en cuanto a producción, precocidad y calibre del fruto. Mantiene desarrollo equilibrado de la planta, cubriendo los frutos pero sin llegar a ocultarlos demasiado, lo que facilita la manipulación en la recolección. El desarrollo de los primeros racimos suele ser bueno, con poca presencia de tomate mal cuajado. Otra característica muy importante es la denominada “rusticidad” que hace que se comporten bien en casi cualquier situación. La variedad Caramba lleva 10-12 años en el mercado puesto que sus características agronómicas son las más estables en diferentes condiciones de cultivo (Sábada et al., 2010) lo cual justifica su uso en el ensayo.

3.2. Diseño del experimento

Con el objetivo de caracterizar las diez líneas tradicionales de tomate y una cultivada de referencia se diseñó un ensayo completamente aleatorizado con 3 repeticiones por entrada y 10 plantas por repetición (Figura 8). La parcela experimental se rodeo con plantas de tomate con objeto de minimizar el efecto borde.

Tabla 3. Listado de las diez entradas tradicionales y la variedad comercial (Caramba) analizadas en el presente estudio. Se detalla el origen, donante y la información previa recopilada para cada una de ellas.

Código	Nombre del cultivar	Origen	Donante	Aptitudes culinarias	Características destacables
A	Bombilla amarillo	Zaragoza	Red de Semillas de Aragón	Tomate de mesa	-Tipo cereza -Coloración amarilla
B	Mala Cara	Zaragoza	Fausto Marín	Tomate de mesa	-Larga conservación
C	Rodolfo	Huesca	Asociación “A Chordiga”	Tomate de mesa	-Poco jugo y muy carnoso
D	Suelo de Salas	Huerta de Salas (Huesca)	Hortelano de Huesca	Tomate de mesa	-Crecimiento determinado
E	Negro de Sieso	Sieso de Jaca (Huesca)	Hortelano de Sieso de Jaca	Tomate de mesa	-Coloración oscura
F	Pera de Sesa	Bierge	Ramón Aljibe	Tomate de mesa y conserva	-Apto para transformación -crecimiento determinado
G	Amarillo ácido	Desconocido	Alberto Ruiz	Tomate de mesa	-Coloración amarilla
H	Rosa temprano	Solipueyo (Huesca)	Alberto Ruiz	Tomate de mesa	-Recolección temprana
I	Rosa de Huesca	Huesca	Asociación “A Chordiga”	Tomate de mesa	-Muy apreciado por los consumidores como tomate de mesa
J	Blanco	Huesca	Asociación “A Chordiga”	Tomate de mesa	-Tipo cereza
K	Caramba	Ruiter seeds (Casa comercial)		Tomate de mesa	-Recolección temprana

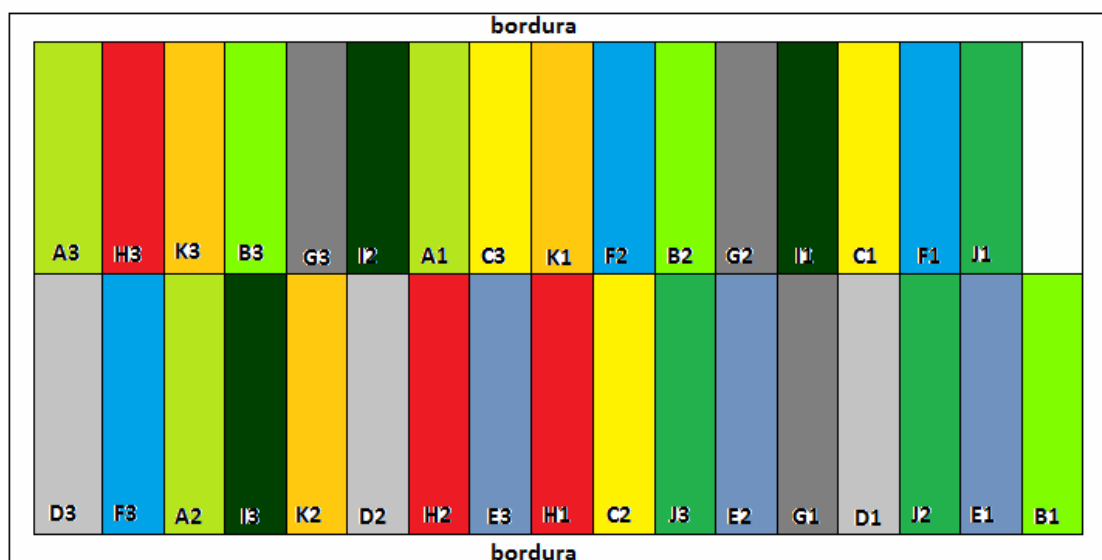


Figura 8. Esquema del diseño del ensayo completamente aleatorizado. Se disponen en la parcela 3 repeticiones por entrada y 10 plantas por repetición.

3.3. Condiciones de cultivo

El ensayo se desarrolló en una parcela de 10 x 38 m (400 m² aproximadamente) dentro una finca hortícola propiedad de Francisco Fernández Jiménez, gestionada en la actualidad por A Chordiga S.C.P., situada en el polígono 5, parcela 247 de la ciudad de Huesca. La parcela está certificada por el Comité Aragonés de Agricultura Ecológica (C.A.A.E.) con número de registro AR-0853/P. La siembra y cultivo del tomate del presente estudio siguen el calendario de trabajo recogido en la Tabla 4 para el año 2012.

Tabla 4. Calendario con las principales labores que fueron realizadas en el cultivo de tomate en la parcela 247, polígono 5(Huesca) en el año 2012 para el presente estudio.

Fecha de siembra	15 de marzo
Fecha de trasplante	11 de mayo
Fecha entutorado	31 de mayo
Fecha primera poda y atado	4 de junio
Fecha segunda poda y atado	11 de junio
Instalación malla anti-granizo	26 de junio
Inicio de la recolección	18 de julio
Fin de la recolección	25 de septiembre

Las labores preparatorias consistieron en la realización de una labor primaria de profundidad con un pase de subsolador y posteriormente, para la preparación del lecho de plantación un pase superficial de rotovator (figura 9). Previo al laboreo se realizó una aplicación de estiércol maduro de vacuno a razón de 20.000 kg/ha (2 kg/m²).



Figura 9. Pase de rotovator, labor previa a la implantación del ensayo.

Se instaló un sistema de riego por goteo, la manguera elegida fue con los goteros incorporados a una distancia de 33 cm entre ellos y una descarga nominal de 2,2 l/hora.

Las semillas se sembraron mediante siembra a chorrillo en un semillero protegido para su posterior trasplante a raíz desnuda en campo (figura 10a). El sustrato de siembra se preparó con compost tamizado. Tras la siembra se cubrió la superficie con paja de cebada picada para evitar el encostrado y favorecer la emergencia uniforme de las plántulas. En el momento del trasplante se regó abundantemente el semillero para arrancar el plantel a raíz desnuda, de cada una de las variedades se seleccionaron aquellas plantas más aptas para su posterior trasplante y se dejó una parte para reposición de faltas durante la semana siguiente al trasplante (figura 10b).



(a)



(b)

Figura 10. (a) Siembra a chorrillo de las entradas tradicionales. (b) Estado del semillero en el momento del trasplante a raíz desnuda a campo.

La plantación se realizó en marco cuadrado con 0,66 m de distancia entre plantas (Figura 11). La anchura de las calles entre plantas de la misma variedad fue de 0,8 m y las que separaban las diferentes variedades fue de 1,20 m. La densidad final fue de 1,51 plantas/m².

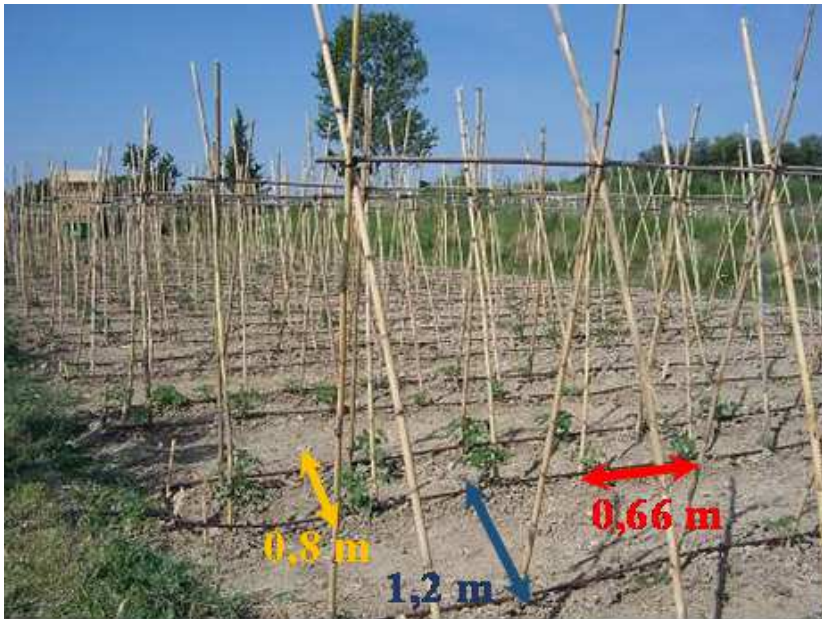


Figura 11. Marco de plantación elegido para la ejecución del ensayo

El manejo del cultivo una vez implantado fue una primera poda a un pie. Seguidamente, las plantas se entutoraron por pares siguiendo el sistema tradicional mediante cañas. Las diez plantas de cada uno de los bloques del ensayo se unieron mediante una caña transversal para aumentar la rigidez de la estructura.



(a)



(b)

Figura 12. (a) Sistema de entutorado de tipo tradicional mediante cañas. (b) Detalle de una planta tras la primera poda.

Durante el ciclo de cultivo se realizaron dos podas adicionales y se reforzó la unión de las plantas a las cañas mediante cinta elástica. No se efectuó despunte de las plantas.

Por último se instaló una malla anti-granizo sobre la parcela para preservar el ensayo de posibles fenómenos meteorológicos adversos que condicionaran los resultados del ensayo (Figura 13).



Figura 13. Instalación de malla antigranizo sobre la parcela de ensayo

3.4. Caracterización morfológica de las entradas

La caracterización morfológica de las 10 líneas tradicionales de tomate y el testigo se realizó siguiendo los protocolos del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI, 1996) para el cual se requiere el seguimiento de 10 plantas (Tabla 5). Es por ello que se tomaron datos de una de las réplicas, lo que corresponde a 10 individuos por entrada.

Tabla 5. Caracteres morfológicos analizados en las entradas tradicionales y el testigo.

Variable/Descriptor	Definición
Peso	Se pesaron los frutos de tomate individualmente en una balanza. Los resultados se expresaron en gramos por fruto (g).
Diámetro máximo y altura	Ambas medidas se realizaron con un calibre y se expresaron en milímetros (mm). La medida del diámetro máximo se realizó en la zona más ancha de la sección longitudinal de cada fruto. Para determinar la altura se midió la sección longitudinal desde la cicatriz peduncular hasta la estilar.
Forma del fruto	La forma se calculó dividiendo la altura por el diámetro máximo del fruto. De este modo, el valor de 1 se corresponde con un fruto redondo, mientras que valores inferiores indican que el fruto es achatado y valores superiores que es alargado.
Cicatriz pendular	La cicatriz pendular se midió en la zona más ancha con un calibre digital y la medida se expresó en milímetros.
Acostillado	Se determinó la intensidad del acostillado asignando a cada fruto uno de los siguientes valores: 1. Ausente (liso). 3. Ligeramente acostillado. 5. Medianamente acostillado. 7. Fuertemente acostillado.
Forma de la sección longitudinal del fruto	La forma se identificó en la sección longitudinal de los frutos por similitud a las que muestra el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) (Actual Bioversity International) en los descriptores para <i>Lycopersicon</i> spp. (1996). En este descriptor se detallan 8 formas posibles, que varían desde una forma achatada hasta una elipsoide (Figura 14).
Forma de la sección transversal del fruto	Se cortaron los frutos y se identificó la forma de la sección transversal por semejanza a las que muestra el IPGRI en los descriptores para tomate. Se detallan 3 formas posibles (Figura 15): redonda, angular e irregular.
Forma de la cicatriz del pistilo	Se identificó la forma de la cicatriz por similitud a las que aparecen en los descriptores del IPGRI para tomate. Se detallan 4 formas posibles (Figura 16).
Número de lóculos	Se partieron los frutos transversalmente y se contó el número de lóculos que presentaba cada tomate.

Para la caracterización de las diez líneas tradicionales según los descriptores oficiales del IPGRI para el tomate, se seleccionaron de forma aleatoria una de las repeticiones correspondientes a cada variedad puesto que el IPGRI indica en los descriptores el uso de 10 plantas. De cada una de las 10 plantas de cada subparcela se tomaron 5 frutos para realizar las mediciones. Puesto que en la mayoría de plantas no hubo 5 frutos maduros simultáneamente se fueron tomando estos datos de forma progresiva a lo largo de la campaña hasta completar las tablas asignadas. A partir de estos datos se describió el morfotipo de fruto para cada entrada.

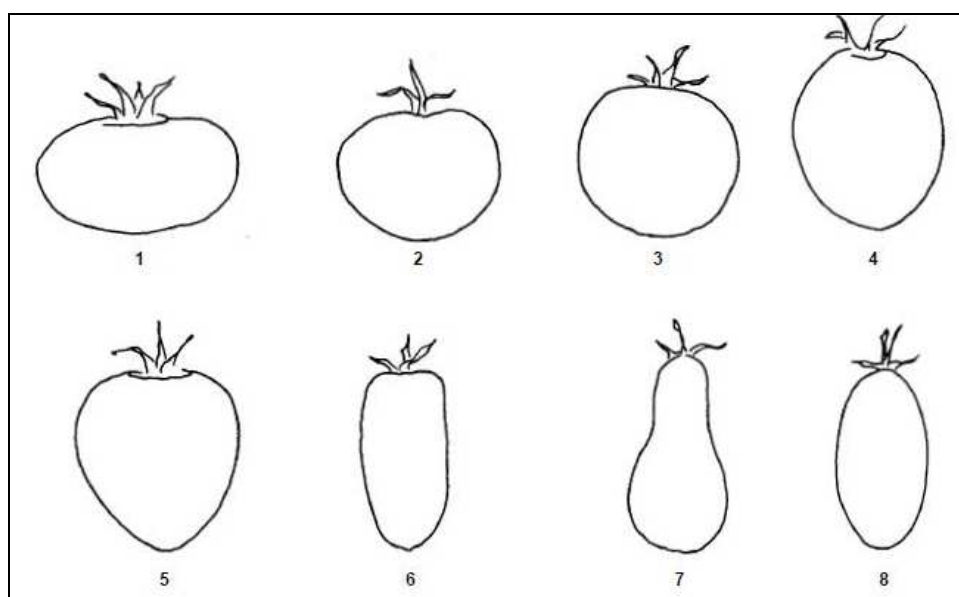


Figura 14. Forma predominante de los frutos según el IPGRI (1996). 1.- achatado, 2.- ligeramente achatado, 3.- redondeado, 4.- redondo-alargado, 5.- cordiforme, 6.- cilíndrico (oblongo-alargado), 7.- piriforme y 8.- elipsoide.

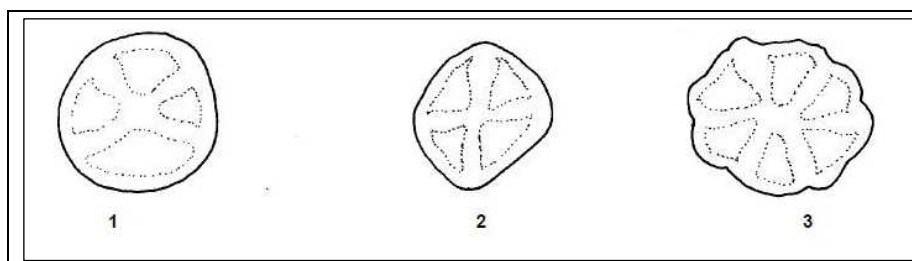


Figura 15. Forma de la sección transversal del fruto según el IPGRI (1996). 1.- redonda, 2.- angular y 3.- irregular.

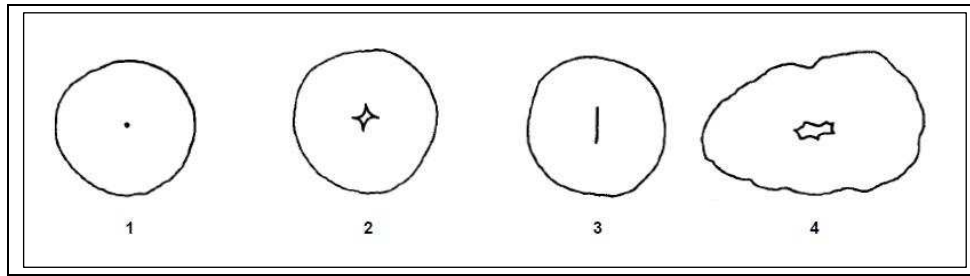


Figura 16. Forma de la cicatriz del pistilo según el IPGRI (1996). 1.- punteada, 2.- estrellada, 3.- lineal y 4.- irregular.

Se completó una ficha estándar con los datos necesarios para caracterizar una entrada nueva a la hora de introducirla dentro del banco de germoplasma de Zaragoza y a partir de estos datos y los recogidos en el resto del estudio se elaboraron unas fichas siguiendo el modelo utilizado para variedades autóctonas de tomates de Aragón (Caravedo 2006) (Figura 17).

Nombre de la entrada																									
Procedencia																									
Provincia																									
Donante																									
Colector																									
Evaluador																									
Tipo de crecimiento de la planta																									
Aspecto de los hombros del fruto																									
Color del fruto maduro																									
L																									
a																									
b																									
Sección transversal																									
Firmas con piel																									
Firmas sin piel																									
FOTOGRAFÍAS DE LA ENTRADA																									
Contenido en sólidos solubles																									
Contenido en licopeno																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Promedio</th> <th>D.T.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Preocidad de floración (días)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Preocidad de maduración (días)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del fruto maduro (g)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitud del fruto (cm)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Anchura del fruto (cm)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cicatriz pendular (mm)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Número de lóculos</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Promedio	D.T.	Preocidad de floración (días)			Preocidad de maduración (días)			Peso del fruto maduro (g)			Longitud del fruto (cm)			Anchura del fruto (cm)			Cicatriz pendular (mm)			Número de lóculos		
	Promedio	D.T.																							
Preocidad de floración (días)																									
Preocidad de maduración (días)																									
Peso del fruto maduro (g)																									
Longitud del fruto (cm)																									
Anchura del fruto (cm)																									
Cicatriz pendular (mm)																									
Número de lóculos																									
Sección longitudinal del fruto (%)																									
Aplastada	Redondeada	Aumentada	Alargada	Cuadrada	Aguda	Puntada																			
Observaciones																									

Figura 17. Ficha modelo utilizada para recoger los datos estudiados de cada entrada de tomate.

3.5. Evaluación agronómica

La evaluación agronómica se basó en el estudio de los parámetros de precocidad en floración, fructificación y maduración de las 10 líneas tradicionales y la variedad comercial que fueron tomados en 2 visitas semanales a la parcela con un total de 10 medidas por entrada para cada parámetro. Para los parámetros de primera flor y primer fruto cuajado se recogieron datos de las 10 plantas pertenecientes al bloque seleccionada previamente de entre las 3 repeticiones de cada entrada. Para el parámetro de primer fruto cosechado se tomó el dato del primer fruto cosechado de entre las 10 plantas de la misma repetición.

Adicionalmente, se evaluó el rendimiento de las 11 variedades mediante dos recolecciones semanales y conforme fue estabilizándose la producción se redujo a una recolección semanal. Esto permitió definir la producción total y acumulada para cada entrada. La producción total se obtuvo a partir del total de frutos recolectados desechando los dañados o defectuosos los cuales no fueron cuantificados.

3.6. Evaluación de calidad

La calidad del fruto se evaluó a partir de muestras recogidas de las 3 repeticiones de cada entrada y 3 frutos por repetición (Figura 18). Para cada fruto se determinó el color, la firmeza con y sin piel, el contenido en sólidos solubles (CSS), el pH y el contenido en licopeno.



Figura 18. Frutos de la entrada Negro de Sieso elegidos para realizar la evaluación de la calidad.

3.6.1. Determinación del color

El color se determinó mediante un colorímetro Minolta modelo CR-200, utilizando el espacio de color CIELAB (1976). Los parámetros estimados fueron: L (luminosidad), a (cambio de verde a rojo) y b (cambio de azul a amarillo). Para cada muestra se promediaron los valores obtenidos en tres puntos del ecuador de cada fruto (Figura 19).



Figura 19. Determinación de los parámetros de color (L, a y b) mediante un colorímetro Minolta modelo CR-200.

A partir de los valores L, a y b obtenidos se calculará el índice de color (IC) con el cual se define un color en una escala general utilizada en los productos hortofrutícolas (Domene et al. 2014).

$$IC = (1000 \times a) / L \times b$$

3.6.2. Determinación de la firmeza

La firmeza se determinó mediante ensayos de penetración, utilizando un penetrómetro digital (tr® model 35205) provisto de un punzón de 8 mm de diámetro (figura 20). Para cada fruto se realizaron dos medidas con piel y dos sin piel en zonas

opuestas de la zona ecuatorial. Los análisis se realizaron con la media de los dos datos obtenidos.



(a)



(b)

Figura 20. (a) Penetrómetro utilizado para medir la firmeza de los frutos. (b) Detalle de la entrada Rosa temprano después de haber realizado la medición de la firmeza sin piel.

3.6.3. Determinación del contenido en sólidos solubles

El contenido en sólidos solubles se midió utilizando un refractómetro digital (tr® model 53020) a partir de una muestra de jugo procedente de la zona media de cada fruto, extraído tras cortarlos transversalmente (Figura 21). Los resultados se expresaron en °Brix.



Figura 21. Refractómetro digital utilizado para medir el contenido en sólidos solubles.

3.6.4. Determinación del pH

El pH se determinó mediante un pH-metro digital a partir de una muestra de jugo procedente de la zona media de cada fruto, extraído tras cortarlos transversalmente.

3.6.5. Determinación de parámetros bioquímicos: Licopeno

Para la determinación del contenido en licopeno de cada una de las entradas se realizó una espectroscopia de absorción molecular en el UV/Vis. El procedimiento seguido es el descrito por *Fish et al.*, (2002) el cual consiste en pesar una muestra de entre 0,4 y 0,6 g de pasta de tomate, trasvasar a un vial y adicionar 5 mL de acetona estabilizadora con BHT al 0,05 % (p/v), 5 mL de etanol del 95 % y 10 mL de hexano (figura 22a). Una vez preparadas las muestras se cubren, para que no reciban la luz del sol, se introducen en un baño de hielo y se someten a agitación durante 15 min a 180 rpm en un agitador orbital. Transcurridos los 15 min de agitación, se adiciona 3 mL de agua destilada a cada vial, y se someten de nuevo las muestras a agitación durante 5 min. Por último, después de la agitación los viales se dejan a temperatura ambiente durante 5 min para facilitar la separación de las fases.

Una vez separadas las fases, se mide la absorbancia de la fase superior –hexano– en una cubeta de cuarzo de longitud de paso de 1cm a una longitud de onda de 503 nm frente a un blanco de hexano (figura 22b). El contenido en licopeno de la pasta de tomate analizada se estima mediante la siguiente reacción siendo $17,2 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ el coeficiente de extinción molar descrito para el licopeno en hexano según Zechmeister et al. (1943a, 1943b).

$$\text{Licopeno (mg/kg)} = \frac{A_{503\text{nm}} \times 563,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 1 \text{ L} \times 10^3 \times 10 \text{ mL} \times 1 \text{ cm}}{17,2 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \times \text{cm}^{-1} \times 10^3 \text{ mL} \times 1 \text{ g} \times \text{kg mtra}}$$

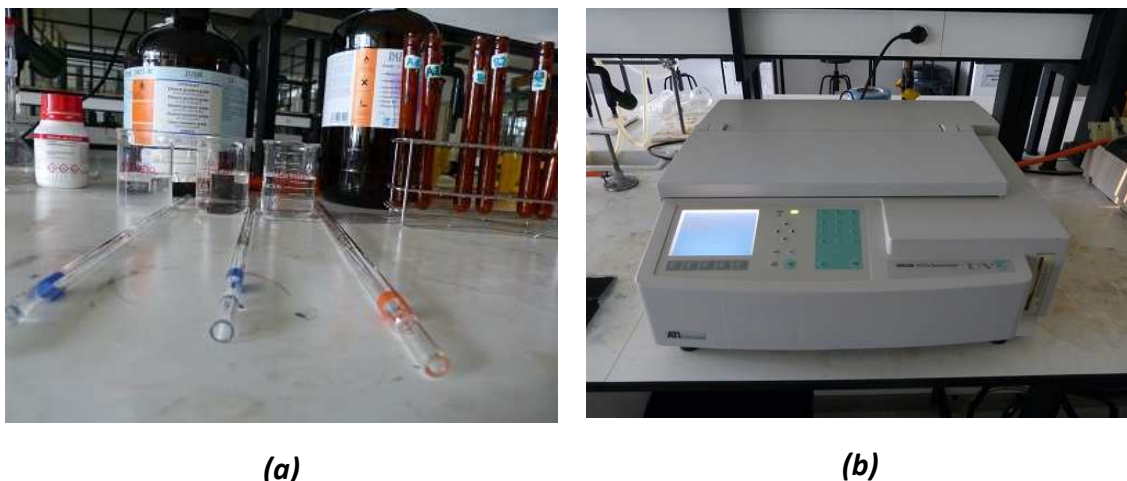


Figura 22. (a) Reactivos añadidos a la pasta de tomate al inicio de la determinación. (b) Instrumento utilizado para medir la absorbancia a partir de la cual se calculará el contenido en licopeno.

3.7. Análisis de los resultados

Los datos obtenidos para los parámetros agronómicos y de calidad se analizaron con el paquete estadístico SPSS ver. 15.0 (2006) para Windows.

En primer lugar, se desarrollaron análisis univariantes para determinar si existen diferencias significativas entre las once entradas de tomate. Los valores medios y desviaciones estándar de cada variable fueron representados en gráficos. Tras comprobar que los datos siguen una distribución normal mediante el test de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$) se desarrollaron análisis de la varianza (ANOVA). El objetivo del ANOVA es contrastar la igualdad de medias entre más de dos muestras para datos independientes (ref. libro SPSS). La homogeneidad de las varianzas fue corroborada mediante el test de Levene ($p < 0,05$) previamente a realizar los agrupamientos *post-hoc* mediante Tukey-b ($p < 0,05$).

En segundo lugar se llevaron a cabo dos tipos de análisis multivariantes, uno de ordenación y otro de clasificación. El Análisis de Componentes Principales (PCA) es un análisis de ordenación que transforma un conjunto de variables en una combinación lineal en forma de componentes principales (CP), de manera que el primer CP recogería la información de la mayor proporción de varianza de la muestra, el segundo CP la

segunda mayor, y así sucesivamente (ref. libro SPSS). Debido a que las variables no se encuentran medidas a la misma escala, se desarrolló el PCA bajo una matriz de correlaciones a partir de la cual se determinó el porcentaje de la varianza total explicada en cada CP, el valor y el sentido de la correlación para cada variable con cada una de las CP y la ordenación de cada una de las variedades de tomate según las CP originadas. Esto último permite conocer la distribución espacial de las muestras de estudio ordenadas según sus diferencias multivariantes.

Finalmente, y a partir de los posibles agrupamientos de variedades mediante PCA, se desarrollaron Análisis Discriminantes (AD) con el objetivo de *i)* clasificar mediante la asignación *a priori* de las muestras de estudio en función del conjunto de variables analizadas, *ii)* analizar qué variables contribuyen en mayor grado a discriminar entre los individuos de los grupos *a priori*, *iii)* construir variables canónicas discriminantes resultantes de la combinación lineal de las variables originales para, finalmente, *iv)* calcular la probabilidad de pertenencia a uno u otro grupo *a posteriori* de las muestras en estudio (ref. Libro SPSS). Los AD se desarrollaron para diferentes hipótesis de clasificación de las variedades de tomate (ver Resultados y Discusión), y seleccionar como óptima aquella con mejores resultados de clasificación *a posteriori* y con el valor más bajo de Lambda de Wilks. El estadístico Lambda de Wilks representa el cociente de la suma de los cuadrados intragrupos y la suma de cuadrados total en un análisis de la varianza para cada una de las variables por separado. Por tanto, el valor 1 significa que la suma de cuadrados intragrupos y la total son iguales y que, por consiguiente, la de entregrupos es 0; por lo que no habría diferencias entre las medias de los grupos *a priori*; mientras que valores cercanos a 0 en Lambda de Wilks estarían maximizando la parte de la variabilidad total que se debe a las diferencias entre los grupos.

4. Resultados y discusión

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización morfológica, agronómica y de calidad de los frutos de la colección de entradas tradicionales estudiadas en este trabajo ha permitido la descripción y el estudio de la variabilidad existente entre ellas.

4.1. Caracterización morfológica de las entradas

A partir de los datos de caracterización morfológica se han confeccionado fichas descriptivas de cada una de las entradas de tomate, siguiendo los criterios establecidos en Material y Métodos, así como los protocolos de Biodiversity Internacional IGPRI (1996) (Figuras 23 a 32).



TOMATE BOMBILLA AMARILLO																									
Procedencia	Zaragoza																								
Provincia	Zaragoza																								
Donante	Rds de Aragón																								
Colector																									
Evaluable																									
Tipo crecimiento de la planta	Indeterminado																								
Aspecto de los hombros del fruto	1																								
Color del fruto maduro																									
L	51,57																								
a	2,7																								
b	35,16																								
Sección transversal	1																								
Firmeza con piel	1,8																								
Firmeza sin piel	0,39																								
Contenido en sólidos solubles	6,19																								
Contenido en licopeno	2,09																								
																									
																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Promedio</th> <th>D.T.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Precocidad floración (días)</td> <td>85</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Precocidad maduración (días)</td> <td>123</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Peso del fruto maduro (g)</td> <td>8,42</td> <td>1,61</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Longitud del fruto (cm)</td> <td>2,92</td> <td>0,23</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Anchura del fruto (cm)</td> <td>2,28</td> <td>0,17</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Cicatriz pendular (mm)</td> <td>1,65</td> <td>0,16</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #92d050;">Número de lóculos</td> <td>2,6</td> <td>0,64</td> </tr> </tbody> </table>			Promedio	D.T.	Precocidad floración (días)	85	2	Precocidad maduración (días)	123		Peso del fruto maduro (g)	8,42	1,61	Longitud del fruto (cm)	2,92	0,23	Anchura del fruto (cm)	2,28	0,17	Cicatriz pendular (mm)	1,65	0,16	Número de lóculos	2,6	0,64
	Promedio	D.T.																							
Precocidad floración (días)	85	2																							
Precocidad maduración (días)	123																								
Peso del fruto maduro (g)	8,42	1,61																							
Longitud del fruto (cm)	2,92	0,23																							
Anchura del fruto (cm)	2,28	0,17																							
Cicatriz pendular (mm)	1,65	0,16																							
Número de lóculos	2,6	0,64																							
Sección longitudinal del fruto (%)																									
Aplastada	Redondeada	Acorazonada	Alargada	Cuadrada	Aperada	Pimiento																			
					100																				
Observaciones																									

Figura 23. Ficha descriptiva de la entrada Bombilla amarillo

TOMATE MALA CARA						
Procedencia	Zaragoza					
Provincia	Zaragoza					
Donante	Fausto Martin					
Colector						
Evaluador						
Tipo crecimiento de la planta	Indeterminado					
Aspecto de los hombros del fruto	1					
Color del fruto maduro						
L	52,14					
a	19,22					
b	24,63					
Sección transversal	1					
Firmeza con piel	1,94					
Firmeza sin piel	0,49					
Contenido en sólidos solubles	6,27					
Contenido en licopeno	60,32					
					Promedio	D.T.
Precocidad floración (días)					87	6
Precocidad maduración (días)					190	
Peso del fruto maduro (g)					64,8	15,29
Longitud del fruto (cm)					4,65	0,35
Anchura del fruto (cm)					5,07	0,4
Cicatriz pendular (mm)					7,936	1,4
Número de lóculos por fruto					2,12	0,33
Sección longitudinal del fruto (%)						
Aplastada	Redondeada	Acorazonada	Alargada	Cuadrada	Aperada	Pimiento
	100					
Observaciones						



Figura 24. Ficha descriptiva de la entrada Mala cara



TOMATE DE SUELO DE SALAS						
Procedencia	Huerta de Salas					
Provincia	Huesca					
Donante	Desconocido					
Colector						
Evaluador						
Tipo crecimiento de la planta	Determinado					
Aspecto de los hombros del fruto	1					
Color del fruto maduro						
L	45,45					
a	30,5					
b	31,4					
Sección transversal	2					
Firmeza con piel	1,87					
Firmeza sin piel	0,35					
Contenido en sólidos solubles	5					
Contenido en licopeno	34,4					
						
						
					Promedio	D.T.
Precocidad floración (días)					84	1
Precocidad maduración (días)					123	
Peso del fruto maduro (g)					194,7	67,64
Longitud del fruto (cm)					5,9	0,68
Anchura del fruto (cm)					7,19	0,86
Cicatriz pendular (mm)					9,65	1,81
Número de lóculos					6,56	1,4
Sección longitudinal del fruto (%)						
Aplastada	Redondeada	Acorazonada	Alargada	Cuadrada	Aperada	Pimiento
54	42	4				
Observaciones						

Figura 25. Ficha descriptiva de la entrada Suelo de Salas



TOMATE NEGRO DE SIESO						
Procedencia	Sieso de Jaca					
Provincia	Huesca					
Donante	Hortelano local					
Colector						
Evaluador						
Tipo crecimiento de la planta	Indeterminado					
Aspecto de los hombros del fruto	1-2					
Color del fruto maduro						
L	41,75					
a	16,11					
b	16,4					
Sección transversal	1-2					
Firmeza con piel	1,68					
Firmeza sin piel	0,17					
Contenido en sólidos solubles	5,02					
Contenido en licopeno	48,07					
						
						
			Promedio	D.T.		
Precocidad floración (días)			84	1		
Precocidad maduración (días)			123			
Peso del fruto maduro (g)			255,9	78,58		
Longitud del fruto (cm)			5,71	0,56		
Anchura del fruto (cm)			8,49	1,08		
Cicatriz pendular (mm)			11,43	1,72		
Número de lóculos			11,78	2,4		
Sección longitudinal del fruto (%)						
Aplastada	Redondeada	Acorazonada	Alargada	Cuadrada	Aperada	Pimiento
100						
Observaciones						
- Sensible rajado de fruto						

Figura 26. Ficha descriptiva de la entrada Negro de Sieso



TOMATE APERADO DE SESA																									
Procedencia	Bierge																								
Provincia	Huesca																								
Donante	Ramón Aljibe																								
Colector																									
Evaluador																									
Tipo crecimiento de la planta	determinado																								
Aspecto de los hombros del fruto	1																								
Color del fruto maduro																									
L	41,92																								
a	16,11																								
b	16,4																								
Sección transversal	1																								
Firmeza con piel	1,65																								
Firmeza sin piel	0,21																								
Contenido en sólidos solubles	5,9																								
Contenido en licopeno	57,62																								
																									
																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Promedio</th> <th>D.T.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Precocidad floración (días)</td> <td>85</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Precocidad maduración (días)</td> <td>123</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del fruto maduro (g)</td> <td>52,5</td> <td>9,81</td> </tr> <tr> <td>Longitud del fruto (cm)</td> <td>6,12</td> <td>0,42</td> </tr> <tr> <td>Anchura del fruto (cm)</td> <td>4,35</td> <td>0,36</td> </tr> <tr> <td>Cicatriz pendular (mm)</td> <td>4,86</td> <td>0,97</td> </tr> <tr> <td>Número de lóculos</td> <td>2,66</td> <td>0,52</td> </tr> </tbody> </table>			Promedio	D.T.	Precocidad floración (días)	85	2	Precocidad maduración (días)	123		Peso del fruto maduro (g)	52,5	9,81	Longitud del fruto (cm)	6,12	0,42	Anchura del fruto (cm)	4,35	0,36	Cicatriz pendular (mm)	4,86	0,97	Número de lóculos	2,66	0,52
	Promedio	D.T.																							
Precocidad floración (días)	85	2																							
Precocidad maduración (días)	123																								
Peso del fruto maduro (g)	52,5	9,81																							
Longitud del fruto (cm)	6,12	0,42																							
Anchura del fruto (cm)	4,35	0,36																							
Cicatriz pendular (mm)	4,86	0,97																							
Número de lóculos	2,66	0,52																							
Sección longitudinal del fruto (%)																									
Aplastada	Redondeada	Acorazonada	Alargada	Cuadrada	Aperada	Pimiento																			
					100																				
Observaciones																									
- El peciolo se desprende del fruto con facilidad																									

Figura 27. Ficha descriptiva de la entrada Pera de Sesa



TOMATE AMARILLO ÁCIDO						
Procedencia	Desconocido					
Provincia	Desconocido					
Donante	Alberto Ruíz					
Colector						
Evaluador						
Tipo crecimiento de la planta	Indeterminado					
Aspecto de los hombros del fruto	1					
Color del fruto maduro						
L	53					
a	25,37					
b	43,45					
Sección transversal	2					
Firmeza con piel	1,17					
Firmeza sin piel	0,22					
Contenido en sólidos solubles	5,38					
Contenido en licopeno	6,31					
 						
					Promedio	D.T.
Precocidad floración (días)					93	8
Precocidad maduración (días)					129	
Peso del fruto maduro (g)					195,9	48,72
Longitud del fruto (cm)					5,9	0,47
Anchura del fruto (cm)					7,52	0,77
Cicatriz pendular (mm)					8,79	1,43
Número de lóculos					6,92	1,74
Sección longitudinal del fruto (%)						
Aplastada	Redondeada	Acorazonada	Alargada	Cuadrada	Aperada	Pimiento
22	78					
Observaciones						
- Sensible rajado de fruto						
- Muy sensible al ataque de araña roja						

Figura 28. Ficha descriptiva de la entrada Amarillo ácido


TOMATE ROSA TEMPRANO DE SOLIPUEYO																									
Procedencia	Solipueyo																								
Provincia	Huesca																								
Donante	Alberto Ruiz																								
Colector																									
Evaluador																									
Tipo crecimiento de la planta	Indeterminado																								
Aspecto de los hombros del fruto	1																								
Color del fruto maduro																									
L	46,53																								
a	35,35																								
b	30,39																								
Sección transversal	1																								
Firmeza con piel	1,49																								
Firmeza sin piel	0,26																								
Contenido en sólidos solubles	6,18																								
Contenido en licopeno	41,88																								
																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Promedio</th> <th>D.T.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Precocidad floración (días)</td> <td>91</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Precocidad maduración (días)</td> <td>129</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del fruto maduro (g)</td> <td>176,4</td> <td>67,17</td> </tr> <tr> <td>Longitud del fruto (cm)</td> <td>6,56</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>Anchura del fruto (cm)</td> <td>6,87</td> <td>1,03</td> </tr> <tr> <td>Cicatriz pendular (mm)</td> <td>8,57</td> <td>2,22</td> </tr> <tr> <td>Número de lóculos</td> <td>9</td> <td>1,64</td> </tr> </tbody> </table>			Promedio	D.T.	Precocidad floración (días)	91	2	Precocidad maduración (días)	129		Peso del fruto maduro (g)	176,4	67,17	Longitud del fruto (cm)	6,56	0,8	Anchura del fruto (cm)	6,87	1,03	Cicatriz pendular (mm)	8,57	2,22	Número de lóculos	9	1,64
	Promedio	D.T.																							
Precocidad floración (días)	91	2																							
Precocidad maduración (días)	129																								
Peso del fruto maduro (g)	176,4	67,17																							
Longitud del fruto (cm)	6,56	0,8																							
Anchura del fruto (cm)	6,87	1,03																							
Cicatriz pendular (mm)	8,57	2,22																							
Número de lóculos	9	1,64																							
Sección longitudinal del fruto (%)																									
Aplastada	Redondeada	Acorazonada	Alargada	Cuadrada	Aperada	Pimiento																			
		100																							
Observaciones																									

Figura 29. Ficha descriptiva de la entrada Rosa temprano de Solipueyo



TOMATE ROSA DE HUESCA																									
Procedencia	Huesca																								
Provincia	Huesca																								
Donante	Asoc. A Chordiga																								
Colector																									
Evaluador																									
																									
Tipo crecimiento de la planta	Indeterminado																								
Aspecto de los hombros del fruto	1-2																								
Color del fruto maduro																									
L	44,95																								
a	36,11																								
b	31,31																								
Sección transversal	2																								
Firmeza con piel	1,21																								
Firmeza sin piel	0,35																								
Contenido en sólidos solubles	6,17																								
Contenido en licopeno	61,24																								
																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Promedio</th> <th>D.T.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Precocidad floración (días)</td> <td>93</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Precocidad maduración (días)</td> <td>125</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del fruto maduro (g)</td> <td>316,1</td> <td>117,96</td> </tr> <tr> <td>Longitud del fruto (cm)</td> <td>6,6</td> <td>0,76</td> </tr> <tr> <td>Anchura del fruto (cm)</td> <td>8,78</td> <td>1,16</td> </tr> <tr> <td>Cicatriz pendular (mm)</td> <td>11,64</td> <td>2,68</td> </tr> <tr> <td>Número de lóculos</td> <td>9,68</td> <td>1,88</td> </tr> </tbody> </table>		Promedio	D.T.	Precocidad floración (días)	93	2	Precocidad maduración (días)	125		Peso del fruto maduro (g)	316,1	117,96	Longitud del fruto (cm)	6,6	0,76	Anchura del fruto (cm)	8,78	1,16	Cicatriz pendular (mm)	11,64	2,68	Número de lóculos	9,68	1,88
	Promedio	D.T.																							
Precocidad floración (días)	93	2																							
Precocidad maduración (días)	125																								
Peso del fruto maduro (g)	316,1	117,96																							
Longitud del fruto (cm)	6,6	0,76																							
Anchura del fruto (cm)	8,78	1,16																							
Cicatriz pendular (mm)	11,64	2,68																							
Número de lóculos	9,68	1,88																							
Sección longitudinal del fruto (%)																									
Aplastada	Redondeada	Acorazonada	Alargada	Cuadrada	Aperada	Pimiento																			
54	46																								
Observaciones - Sensible rajado de fruto -Dificultades para la poda a un pie																									

Figura 30. Ficha descriptiva de la entrada Rosa de Huesca




TOMATE BLANCO																									
Procedencia	Huesca																								
Provincia	Huesca																								
Donante	Asoc. A Chordiga																								
Colector																									
Evaluador																									
Tipo crecimiento de la planta	indeterminado																								
Aspecto de los hombros del fruto	1																								
Color fruto maduro																									
L	46,38																								
a	33,12																								
b	27,92																								
Sección transversal	1																								
Firmeza con piel	1,83																								
Firmeza sin piel	0,21																								
Contenido en sólidos solubles	5,01																								
Contenido en licopeno	47,48																								
																									
																									
																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th style="background-color: yellow;">Promedio</th> <th style="background-color: yellow;">D.T.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Precocidad floración (días)</td> <td>101</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Precocidad maduración (días)</td> <td>136</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del fruto maduro (g)</td> <td>29,7</td> <td>6,66</td> </tr> <tr> <td>Longitud del fruto (cm)</td> <td>3,93</td> <td>0,29</td> </tr> <tr> <td>Anchura del fruto (cm)</td> <td>3,64</td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td>Cicatriz pendular (mm)</td> <td>4,12</td> <td>0,68</td> </tr> <tr> <td>Número de lóculos</td> <td>2,14</td> <td>0,35</td> </tr> </tbody> </table>			Promedio	D.T.	Precocidad floración (días)	101	3	Precocidad maduración (días)	136		Peso del fruto maduro (g)	29,7	6,66	Longitud del fruto (cm)	3,93	0,29	Anchura del fruto (cm)	3,64	0,3	Cicatriz pendular (mm)	4,12	0,68	Número de lóculos	2,14	0,35
	Promedio	D.T.																							
Precocidad floración (días)	101	3																							
Precocidad maduración (días)	136																								
Peso del fruto maduro (g)	29,7	6,66																							
Longitud del fruto (cm)	3,93	0,29																							
Anchura del fruto (cm)	3,64	0,3																							
Cicatriz pendular (mm)	4,12	0,68																							
Número de lóculos	2,14	0,35																							
Sección longitudinal del fruto (%)																									
Aplastada	Redondeada	Acorazonada	Alargada	Cuadrada	Aperada	Pimiento																			
	100																								
Observaciones																									

Figura 31. Ficha descriptiva de la entrada Blanco

TOMATE RODOLFO																									
Procedencia	Huerta de Salas																								
Provincia	Huesca																								
Donante	Asoc. A Chordiga																								
Colector																									
Evaluador																									
Tipo crecimiento de la planta	Indeterminado																								
Aspecto de los hombros del fruto	1-2																								
Color del fruto maduro																									
L	47,04																								
a	37,63																								
b	34,88																								
Sección transversal	1-2																								
Firmeza con piel	1,93																								
Firmeza sin piel	0,32																								
Contenido en sólidos solubles	6,18																								
Contenido en licopeno	67,77																								
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Promedio</th> <th>D.T.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Precocidad floración (días)</td> <td>86</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Precocidad maduración (días)</td> <td>123</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del fruto maduro (g)</td> <td>222,4</td> <td>64,7</td> </tr> <tr> <td>Longitud del fruto (cm)</td> <td>6,92</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>Anchura del fruto (cm)</td> <td>7,61</td> <td>0,92</td> </tr> <tr> <td>Cicatriz pendular (mm)</td> <td>7,24</td> <td>1,49</td> </tr> <tr> <td>Número de lóculos</td> <td>8,46</td> <td>1,37</td> </tr> </tbody> </table>			Promedio	D.T.	Precocidad floración (días)	86	4	Precocidad maduración (días)	123		Peso del fruto maduro (g)	222,4	64,7	Longitud del fruto (cm)	6,92	0,72	Anchura del fruto (cm)	7,61	0,92	Cicatriz pendular (mm)	7,24	1,49	Número de lóculos	8,46	1,37
	Promedio	D.T.																							
Precocidad floración (días)	86	4																							
Precocidad maduración (días)	123																								
Peso del fruto maduro (g)	222,4	64,7																							
Longitud del fruto (cm)	6,92	0,72																							
Anchura del fruto (cm)	7,61	0,92																							
Cicatriz pendular (mm)	7,24	1,49																							
Número de lóculos	8,46	1,37																							
Sección longitudinal del fruto (%)																									
Aplastada	Redondeada	Acorazonada	Alargada	Cuadrada	Aperada	Pimiento																			
30	70																								
Observaciones																									



Figura 32. Ficha descriptiva de la entrada Rodolfo

4.2. Evaluación agronómica

A partir de los datos de la evaluación de los frutos a lo largo del periodo productivo del ensayo completamente aleatorizado con las diez entradas de tomate y el testigo se han desarrollado estudios comparativos de la precocidad y de la producción para cada una de las entradas.

4.2.1. Precocidad

La fecha de siembra para todas las entradas fue el 15 de marzo y posteriormente fueron transplantadas a campo el 11 de mayo. Los datos relativos a primera flor, primer fruto cuajado y primer fruto cosechado se expresa en la siguiente tabla.

Tabla 6. Valores medios de los estados fenológicos “aparición de la primera flor”, “primer fruto cuajado” y “primer fruto cosechado” de las diez entradas y el testigo Caramba. Las letras en superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$ U de Mann Whitney).

Entrada	1º flor (días)	1º fruto cuajado (días)	1º fruto cosechado (días)
Suelo de Salas	84 ± 1 ^d	94 ± 3 ^{cd}	123
Negro de Sieso	84 ± 1 ^d	97 ± 8 ^{bc}	123
Bombilla amarillo	85 ± 2 ^d	97 ± 4 ^{bc}	123
Pera de Sesa	85 ± 2 ^d	94 ± 4 ^{cd}	123
Rodolfo	86 ± 4 ^d	92 ± 7 ^d	123
Caramba	87 ± 2 ^d	96 ± 3 ^c	123
Mala cara	87 ± 6 ^{cd}	95 ± 7 ^{cd}	190
Rosa temprano	91 ± 2 ^{bc}	105 ± 7 ^a	129
Rosa de Huesca	93 ± 2 ^b	98 ± 3 ^{bc}	125
Amarillo ácido	93 ± 8 ^b	104 ± 10 ^{ab}	129
Blanco	101 ± 3 ^a	108 ± 4 ^a	136

Las entradas que florecieron más tempranamente fueron Suelo de Salas, Negro de Sieso, Bombilla amarillo, Pera de Sesa, Rodolfo y el testigo Caramba, sin encontrarse diferencias significativas entre ellos. Con respecto a la entrada más tardía, Blanco, hubo una diferencia media de 15 días.

La entrada que tuvo un fruto cuajado más prematuramente fue Rodolfo, seguido de Suelo de Salas, Pera de Sesa y Mala cara.

En cuanto a la entrada en producción, seis de las entradas y el testigo Caramba comenzaron a cosecharse a los 123 días después de la siembra. Las entradas Rosa temprano, Rosa de Huesca y Amarillo ácido comenzaron a cosecharse a lo largo de la semana siguiente. Las dos entradas más tardías fueron Blanco a los 136 días y Mala Cara a los 190 días desde la siembra. Observando este resultado se aprecia una similitud entre las entradas a excepción de las entradas Blanco y Mala Cara, con entrada en producción más tardía.

Comparando el dato de “1° flor” y “1° fruto cosechado” se observa que no existía una correspondencia en cuanto a precocidad, es decir, las entradas que florecieron antes no fueron en todos los casos las que primero fueron cosechadas.

Puede apreciarse la similitud de caracteres de 1° floración, 1° fruto cuajado y primeros frutos cosechados de algunas de las entradas estudiadas. Una posible explicación a este hecho puede ser que tradicionalmente han sido cultivadas en comarcas con condiciones climáticas afines y sus ciclos de cultivo están adaptados a estas áreas geográficas.

4.2.2. Producción

Los valores de producción total de las 10 entradas de tomate oscilaron entre 1067 a 4233 g/planta. La variedad Caramba utilizada como testigo en este ensayo produjo $4381 \pm 238,52$ g/planta, tan sólo 148 g promedio por encima la entrada Suelo de Salas, la más productiva dentro de las entradas tradicionales estudiadas. De hecho, no se encontraron diferencias significativas entre la entrada Suelo de Salas y el testigo Caramba por lo tanto sería la entrada que posee un mayor potencial productivo para el cultivo a gran escala y comercialización. Le seguirían en orden decreciente las entradas Pera de

Sesa, Rosa temprano, Amarillo ácido y Rosa de Huesca con unas producciones más discretas (Figura 33).

Otros estudios hablan de rendimientos en el tomate Caramba en cultivo al aire libre de entre 12 y 16 kg/m² (Rubio, 2014) lo que, por la densidad de plantación elegida, equivale a 5,4-7,3 kg/planta con lo cual el rendimiento del testigo de nuestro estudio se encontraría muy próximo a ese rango.

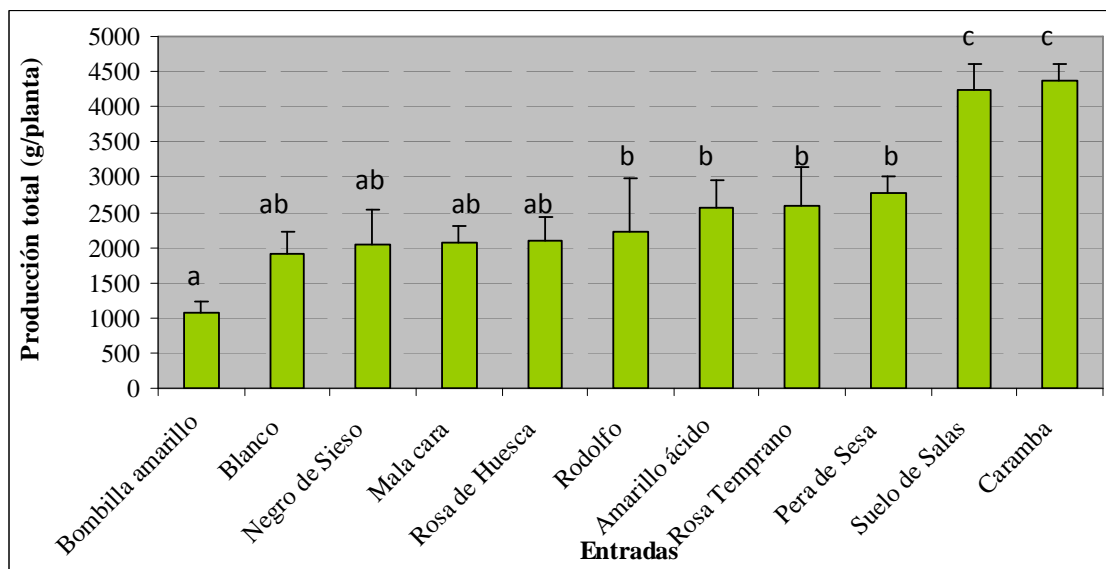


Figura 33. Producción total (g/planta) y desviación estándar de las entradas y del testigo Caramba. Las letras sobre las barras indican subconjuntos homogéneos obtenidos a partir de análisis posthoc (Tukey-b) en ANOVA.

Para poder analizar y comparar los resultados obtenidos en este trabajo, y dada la heterogeneidad del material analizado, se clasificaron las entradas de tomate en función del calibre del fruto siguiendo las premisas establecidas por Díez-Niclós (1995). Esta clasificación permite realizar una comparativa con variedades de tamaño de fruto similar (Tabla 7).

En el estudio de Figás et al. (2014) donde se evalúan 21 entradas estudiadas de tipo beefsteak obtuvieron rendimientos de entre 981 y 3330 g/planta, lo cual supone una media de 2155 g/planta. Todas las entradas estudiadas enmarcadas en el tipo beefsteak, salvo las entradas Negro de Sieso (2047,31 ± 479,56 g/planta) y Rosa de Huesca (2092,11 ± 335,72 g/planta) han obtenido rendimientos medios superiores. Cabe destacar

la entrada Suelo de Salas que ha obtenido la mayor producción por planta ($4233,3 \pm 370$ g/planta).

Tabla 7. Clasificación según calibre de las entradas de tomate según Díez-Niclós (1995)

Entrada	Calibre medio (mm)	Clasificación (Díez-Niclós, 1995)	Tipo
Bombilla amarillo	22,8	Muy pequeño	Cereza (Cherry)
Mala Cara	50,7	MM	Monkeymaker
Rosa de Huesca	87,8	GG	Beefsteak
Suelo de Salas	71,9	G	Bush beefsteak
Rosa temprano	68,7	G	Beefsteak
Blanco	36,4	MMM	Cocktail
Pera de Sesa	43,5	MMM	Cocktail
Amarillo ácido	75,2	G	Beefsteak
Negro de Sieso	84,9	GG	Beefsteak
Rodolfo	76,1	G	Beefsteak
Caramba	72,86	G	Beefsteak

Recientemente Garcés (2012) analizó dos ecotipos de tomate Rosa de Barbastro, ecotipo que se asemeja a la entrada estudiada Rosa de Huesca. Se obtuvieron unos rendimientos de 6,56 kg/planta para el ecotipo BGHZ-0307 y 7,65 kg/planta para el ecotipo BGHZ-3576. Los rendimientos son claramente superiores a los obtenidos con tomate Rosa de Huesca, aunque hay que mencionar que el cultivo se llevó a cabo en invernadero en agricultura convencional. Esto permite obtener rendimientos superiores a los que cabría obtener en cultivo al aire libre así como alargar el periodo productivo.

Estudios en los cuales se ha trabajado con entradas de tomate “cherry” ofrecen datos productivos de 837 g/planta de media (Figás et al. 2014). La entrada Bombilla amarillo, clasificada como tipo cherry obtuvo una producción de $1067,32 \pm 169,82$ g/planta, por tanto, posee un buen rendimiento dentro de este ámbito.

De las 17 entradas tipo cocktail estudiadas por Figás et al. (2014) se obtuvieron rendimientos entre 312 y 2064 g/planta. La entrada Pera de Sesa, perteneciente al tipo cocktail, con un rendimiento de $2786,96 \pm 218,06$ g/planta, supera este dato. Esta entrada, por tanto, posee un importante potencial productivo en su ámbito.

La figura 34 representa la producción acumulada de las entradas y el testigo comercial. Los datos de cada entrada son la media de las producciones obtenidas en cada una de las tres repeticiones.

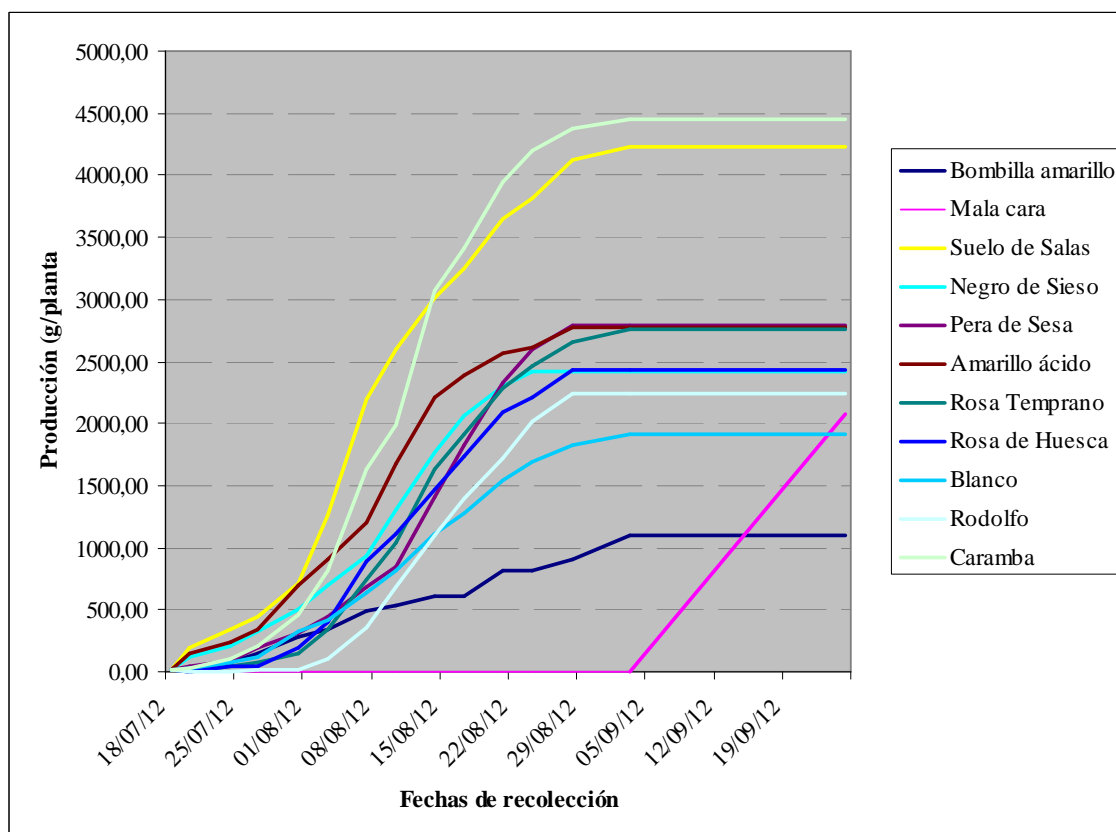


Figura 34. Producción acumulada (g/planta) de las entradas y el testigo Caramba.

La evolución de las producciones en todos los casos, a excepción de la entrada Mala cara y Bombilla amarillo, tienen un crecimiento exponencial a lo largo del periodo de cosecha, es decir, la cantidad recolectada en cada una de las fechas se va

incrementando progresivamente. En el caso de la entrada Bombilla amarillo la curva generada sigue una tendencia lineal, este hecho se asocia a que la cantidad recolectada es similar en todas las semanas. Esta es una característica propia de las variedades tipo “cherry”. Cabe destacar el comportamiento de la entrada “Mala cara”, su maduración se concentró íntegramente al final del ciclo de cultivo lo que confirmó que se trataba de una variedad con aptitudes para guardar en invierno.

4.3. Evaluación de calidad

El conocimiento de los distintos parámetros de calidad de los tomates tiene gran importancia desde un punto de vista de la comercialización, por ello se ha evaluado el peso medio de fruto, color, firmeza con y sin piel, contenido en sólidos solubles, pH y contenido en licopeno de cada una de las entradas tradicionales estudiadas. Los resultados de los distintos parámetros evaluados se presentan a continuación.

4.3.1. Peso medio del fruto

Los pesos medios de los frutos obtenidos variaron enormemente desde 12,8 g a 275,8 g. El tomate Rosa de Huesca obtuvo un peso medio de fruto significativamente mayor al resto de entradas ($275,81 \pm 53,92$ g/fruto). Para las entradas Rodolfo, tomate Suelo de Salas, Negro de Sieso, Amarillo ácido, Rosa temprano y el testigo Caramba no se encontraron diferencias significativas en cuanto al peso medio de fruto. Las entradas Bombilla amarillo y Blanco obtuvieron los pesos medios de fruto más bajos con valores de $12,86 \pm 1,95$ g/fruto y $23,35 \pm 1,41$ g/fruto respectivamente debido a que son variedades de “tipo cereza” y “tipo cocktail” respectivamente (Tabla 35).

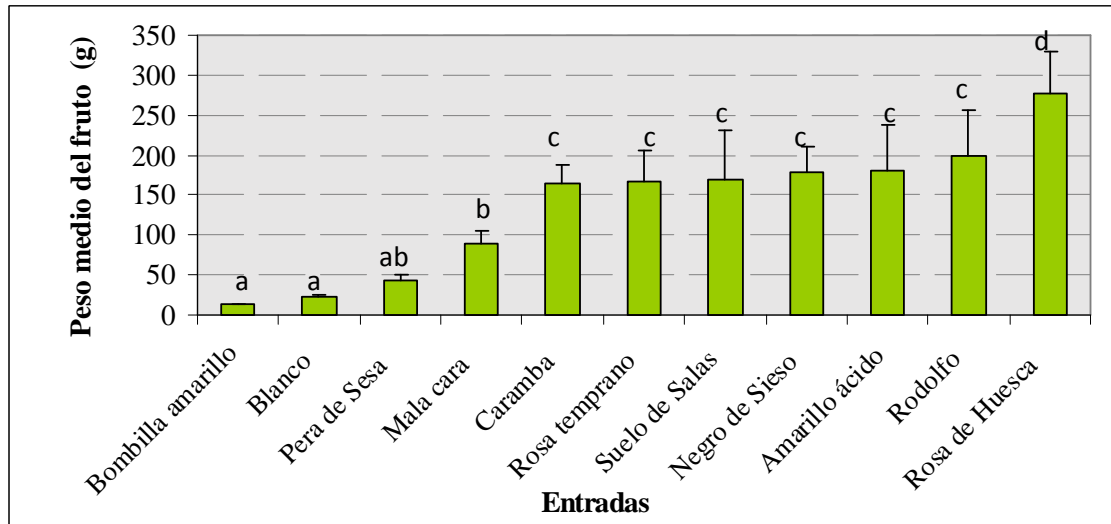


Figura 35. Peso medio (gramos) y desviación estándar de los frutos de las entradas y el testigo. Las letras sobre las barras indican subconjuntos homogéneos obtenidos a partir de análisis posthoc (Tukey-b) en ANOVA.

Garcés (2012) constata pesos medios de fruto de 210,33 g/fruto para la variedad Caramba y pesos medios de 229,05 g/fruto y 451,09 g/fruto para ecotipos de tomate Rosa, una variedad local perteneciente al municipio de Barbastro. La variedad Caramba en nuestro estudio ha obtenido un valor inferior al de la bibliografía ($163,69 \pm 23,92$ g/fruto) lo cual puede justificarse por el sistema de producción utilizado puesto que el estudio con que ha sido comparado el cultivo se realizó en invernadero y siguiendo un manejo convencional. La entrada Rosa de Huesca obtuvo un valor intermedio entre los dos ecotipos estudiados por Garcés (2012) de 275,81 g/fruto por lo tanto se encuentra dentro de valores aceptables en cuanto a peso de fruto.

El valor de la desviación típica en las entradas Bombilla amarillo, Mala cara, Negro de Sieso, Pera de Sesa y Blanco es bajo lo que confirma la uniformidad en lo que se refiere al carácter de tamaño de fruto de estas entradas. Este hecho contrasta con otros estudios donde los caracteres de fruto mostraron gran variabilidad en cuanto a peso de frutos (Salces 2004). Según Salces, de cara a los agricultores, los caracteres de uniformidad en fruto son los que tienen una mayor importancia, puesto que van a definir el valor comercial de la cosecha.

Realizando una comparativa entre el peso medio del fruto y el rendimiento de cada entrada se observa que no existe una correspondencia entre entradas con mayor

rendimiento y entradas con mayor peso medio del fruto. La entrada Rosa de Huesca, con mayor peso medio del fruto ($275,81 \pm 53,92$ g/fruto), no fue el que obtuvo mayor rendimiento por planta ($2092,11 \pm 335,72$ g/planta). La entrada Suelo de Salas y el testigo Caramba, ambos con el mayor rendimiento por planta, $4233 \pm 370,06$ g/planta y $4381 \pm 238,52$ g/planta respectivamente, no fueron los que obtuvieron un mayor peso medio por fruto.

Cabe destacar las entradas Blanco con $23,35 \pm 1,41$ g/fruto y Pera de Sesa con $43,37 \pm 6,34$ g/fruto que, a pesar de tener un bajo peso medio por fruto obtuvieron un interesante rendimiento por planta, $1909 \pm 306,32$ g/planta y $2786 \pm 218,06$ g/planta respectivamente, sin obtener diferencias significativas con la entrada Rosa de Huesca.

El índice de correlación tras el análisis entre peso de frutos por planta y tamaño de fruto fue de $0,295$ ($p < 0,05$) lo cual significa que entradas con frutos de mayor peso tienden a rendimientos más altos. En todo caso, este hecho podría deberse a otros factores no analizados en el presente estudio.

4.3.2. Contenido en sólidos solubles

En la figura 36 aparecen los valores referentes al contenido en sólidos solubles obtenidos de las entradas analizadas en el estudio presente.

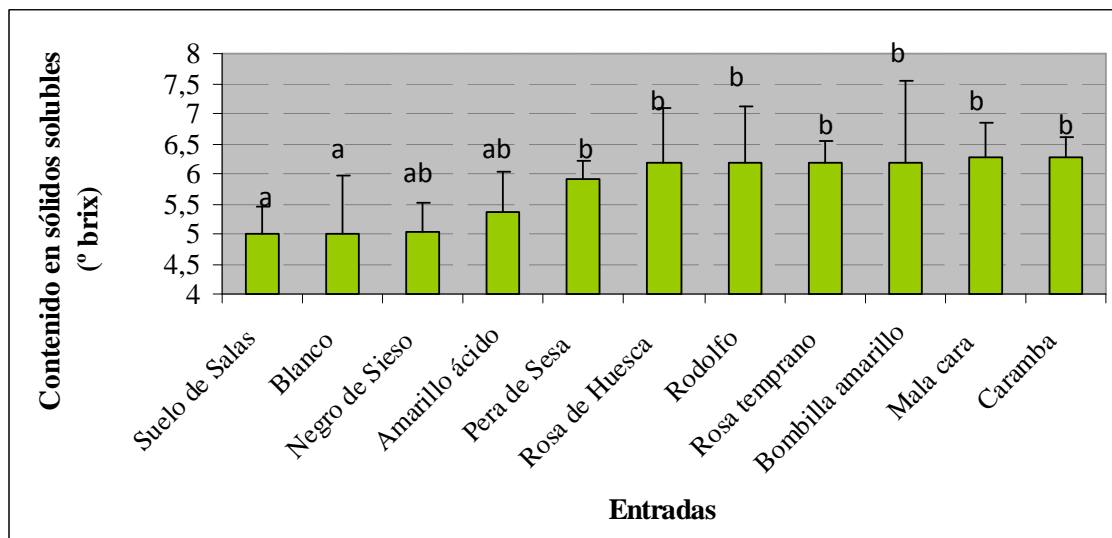


Figura 36. Contenido en sólidos solubles (° brix) y desviación estándar en fruto de las entradas y el testigo. Las letras sobre las barras indican subconjuntos homogéneos obtenidos a partir de análisis posthoc (Tukey-b) en ANOVA.

La escala Brix se utiliza en el sector alimentario para medir de forma indirecta la cantidad aproximada de azúcares aunque en realidad determina el contenido en sólidos solubles totales. Dentro del sector agrícola es usado para realizar un seguimiento “in situ” de la evolución de la maduración de los frutos y su momento óptimo de maduración (Domene et al. 2014).

Según Ciruelos et al. (2007) la mayor parte de variedades de tomate contienen entre 4,5 y 5,5 ° Brix, aunque, más que el carácter varietal, lo que influye sobre el contenido en sólidos solubles son factores agrológicos, especialmente la climatología durante el período de maduración y el riego (volumen total de agua, momento de corte de riego, etc.) que pueden hacer variar el contenido en ° Brix de una misma variedad entre 4 y 7. San Miguel et al. (2008) en un trabajo realizado en Cantabria, obtuvo 5° Brix de media en todos los cultivares tradicionales estudiados.

En todos los casos, los valores medios de las entradas estudiadas estuvieron comprendidos entre 4 y 6 °Brix, rango en el que, según Aguayo y Artés (2014), debe estar el contenido en sólidos solubles para considerar que tienen un aroma y sabor óptimos. Las entradas que obtuvieron un mayor contenido en sólidos solubles fueron Bombilla amarillo, Mala cara, Rosa temprano, Rosa de Huesca, Rodolfo y el testigo Caramba no encontrándose diferencias significativas entre ellas. Las entradas que menor contenido en sólidos solubles obtuvieron en el análisis fueron Negro de Sieso, Suelo de Salas y Blanco.

4.3.3. Firmeza

En cuanto a los resultados de firmeza con piel el testigo Caramba fue el que obtuvo un valor más alto, ($2,49 \pm 0,27 \text{ kg/cm}^2$) dato que concuerda con otros estudios como el de San Miguel et al. (2008) que presenta un valor de $2,94 \text{ kg/cm}^2$ para esta misma variedad. La variedad Caramba puede tomarse como referencia en este carácter puesto que es una variedad comercial apta para consumo en fresco y mejorada para resistir su manipulación y distribución. Las entradas con valores de firmeza más cercanos a Caramba fueron Bombilla amarillo, Mala cara, Suelo de Salas, Blanco y Rodolfo. Dentro de estas, Suelo de Salas ($1,87 \pm 0,67 \text{ kg/cm}^2$) y Rodolfo ($1,93 \pm 0,26 \text{ kg/cm}^2$) coinciden con Caramba en poseer frutos de tipo beefsteak (tabla 8), por tanto serían las

más aptas para su distribución y comercialización teniendo en cuenta este aspecto. Estos valores inferiores también indican que la consistencia de la piel será inferior a la que presentan los híbridos convencionales lo que los va a hacer más atractivos al paladar.

Domene et al. (2014) propone una clasificación basándose en la firmeza de la piel de los frutos de tomate. En la figura 37 aparecen organizadas las entradas del presente estudio siguiendo esos criterios. En función de la firmeza que manifieste la entrada su manejo será más o menos cuidadoso. Tomates muy firmes como Caramba podrán ser cosechados con un buen estado de madurez y su manejo en lo que se refiere a transporte y distribución entrañará pocos problemas. Las entradas moderadamente blandas requerirán un manejo más estricto, ser recolectados en un estado anterior a la madurez organoléptica y su transporte y distribución será más cuidadosa. Aquellas entradas clasificadas como firmes exigirán un manejo intermedio entre las dos anteriores.



Figura 37. Clasificación de las entradas en función de la escala de firmeza con piel en frutos de tomate según Domene et al. (2014).

Las entradas que obtuvieron un valor más bajo fueron Amarillo ácido ($1,17 \pm 0,33$ kg/cm²) y Rosa de Huesca ($1,21 \pm 0,30$ kg/cm²). La baja firmeza de algunas entradas es una característica negativa para la comercialización. Ésta es la principal causa por la que estas entradas deberían ser recolectadas al inicio del envero o cambio de color de verde a su color maduro, en un grado de madurez denominado “pintón” lo que permite alargar el periodo de conservación de estos frutos. Algunas iniciativas, como la Asociación de Hortelanos y Amigos de la Huerta del Alto Aragón, exigen a los productores de la variedad local “Tomate Rosa de Barbastro”, que realicen la recepción del producto en estas condiciones para así mejorar su comercialización (Garcés 2012). Otros autores consideran que el estado de madurez apto para ser cosechado dependerá del mercado a que vayan destinado pudiendo ser recolectado en un estado de madurez superior al denominado “pintón” cuando se trate de un mercado de proximidad (Jaramillo et al., 2007).

La firmeza es un parámetro indicativo de la calidad de los tomates frescos y procesados y está relacionada con la estructura de la pared celular y con el estado de madurez, su determinación es fundamental para la aceptabilidad y almacenamiento de frutas y hortalizas. La firmeza depende de la turgencia, cohesión, forma y tamaño de las células que conforman la pared celular, la presencia de tejidos de sostén o soporte y de la composición del fruto. La firmeza de la piel en tomate está relacionada con la ruptura de la pared y membrana celular, la activación e inactivación de las enzimas, y la interacción de unos procesos con otros (Van Dijk y col., 2005; Zapata et al., 2007). Los componentes de las paredes celulares que contribuyen a la firmeza son la hemicelulosa, la celulosa y la pectina (Domene et al., 2014). Las variedades comerciales poseen piel y carne más dura con lo cual sufren menos daños en su manejo y la vida útil del fruto una vez maduro es mayor. Estas ventajas suelen ir en detrimento de la calidad organoléptica, puesto que al aumentar el grosor de las paredes disminuye la masa gelatinosa (Díez-Niclós, 1995). El ablandamiento de la pulpa es uno de los mecanismos bioquímicos que plantea más problemas a la hora de optimizar la comercialización de estos productos, ya que además de producir una pérdida de calidad (sobremaduración), aumenta la sensibilidad a los daños mecánicos y al ataque fúngico.

En todos los casos puede sugerirse un empaque de los frutos adecuado que evite daños por aplastamiento o magullado y por otra parte prevenga de condiciones ambientales como el incremento de la temperatura o la humedad dentro del propio empaque. Para aquellas entradas tipo “cereza” puede recomendarse recipientes plásticos con orificios de respiración y para entradas tipo “beefsteak” empaques de un piso donde los frutos sean colocados en su correspondiente alveolo evitando el roce entre ellos.

La firmeza sin piel o firmeza de la pulpa tiene importancia en variedades de consumo en fresco en las cuales interesa un elevado grado de firmeza (Rubio 2014) y aumentar la carnosidad del fruto. El valor más alto de firmeza sin piel fue el de Mala Cara ($0,49 \pm 0,13 \text{ kg/cm}^2$) seguido del testigo Caramba ($0,46 \pm 0,14 \text{ kg/cm}^2$). La entrada que obtuvo el valor más bajo fue Negro de Sieso seguido de Pera de Sesa, Amarillo ácido y Blanco (Figura 38).

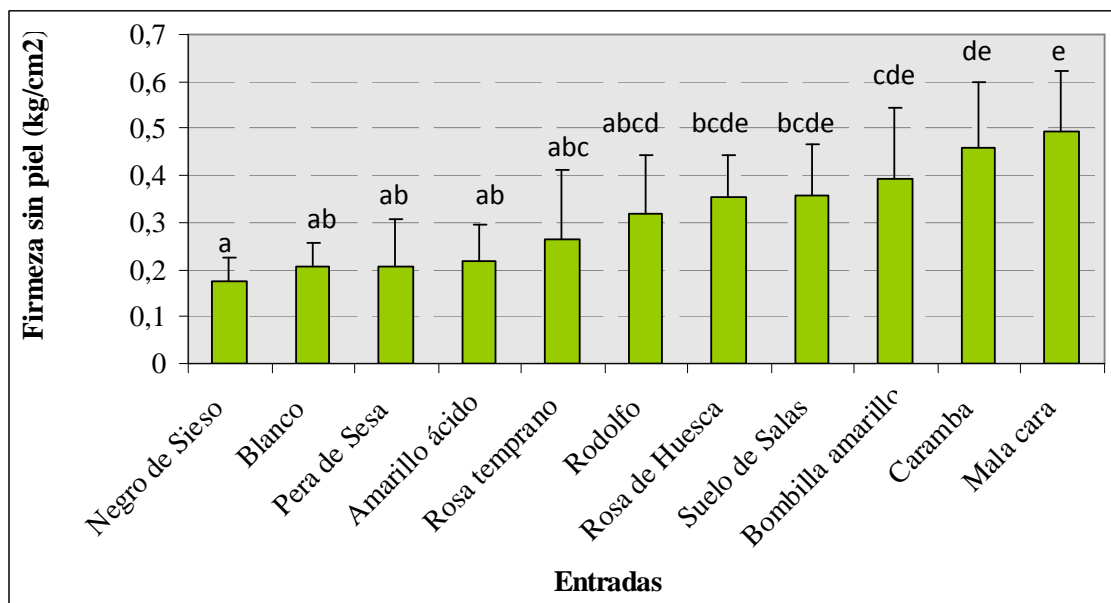


Figura 38. Firmeza sin piel (kg/cm^2) y desviación estándar de las entradas y el testigo. Las letras sobre las barras indican subconjuntos homogéneos obtenidos a partir de análisis posthoc (Tukey-b) en ANOVA.

Estudiando la relación entre firmeza con piel y sin piel de las entradas analizadas puede observarse que, en términos generales, aquellas entradas que poseen los valores más altos en firmeza con piel coincide que poseen también los valores más altos en firmeza sin piel salvo las entradas Rodolfo y Blanco que poseen un discreto valor en firmeza sin piel. El testigo Caramba y Mala cara son aquellos que han obtenido mejores valores en ambos parámetros. Se ha obtenido un coeficiente de Pearson de 0,438, ($p < 0,01$) por lo tanto existe una correlación directa entre firmeza con piel y firmeza sin piel de las entradas estudiadas. A su vez existe una correlación positiva entre la firmeza sin piel y el contenido en sólidos solubles con un coeficiente de Pearson de 0,428 ($p < 0,01$), es decir, conforme aumente el contenido en sólidos solubles aumentará la firmeza de la pulpa del fruto y viceversa.

4.3.4. Color

En términos generales, los tres aspectos principales para la aceptación de un alimento son el color, sabor y textura, siendo el color la propiedad óptica más importante de los alimentos. Muchos colorimetristas opinan que, de hecho, el color es el más importante puesto que si un producto no tuviese una buena presencia colorimétrica, el consumidor no podría llegar a juzgar los otros dos aspectos (Domene et al. 2014).

El estudio de la colorimetría se basa en el desglose de tres componentes del color: L, a y b. El parámetro L del fruto está influenciado por el estado de maduración en el que son cosechados los frutos. Según Huff (1984) este parámetro está inversamente relacionado con el contenido en carotenoides del fruto. En cuanto a los valores de a y b obtenidos, el primero es consecuencia de la presencia de pigmentos rojos (principalmente licopeno) y el segundo pigmentos amarillos (xantofila) (Artés 2007). En la figura 39 aparecen reflejadas las entradas tradicionales y el testigo Caramba en función del valor de sus componentes de color.

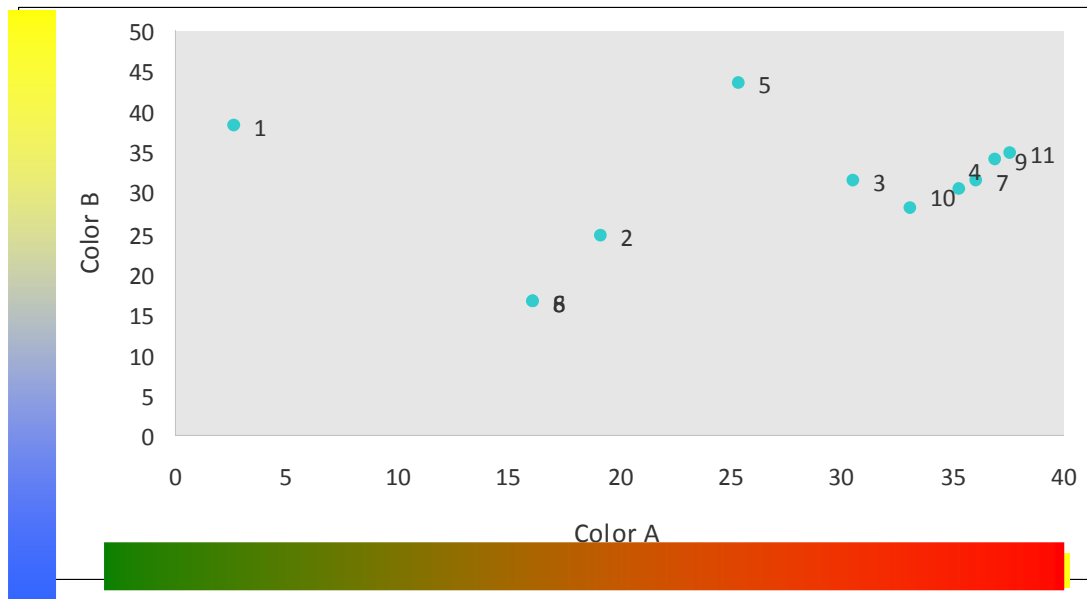


Figura 39. Disposición de las entradas en función de sus coordenadas colorimétricas a y b. 1-Bombilla amarillo, 2-Mala Cara, 3-Rodolfo, 4-Suelo de Salas, 5-Negro de Sieso, 6-Pera de Sesa, 7-Amarillo ácido, 8- Rosa temprano, 9-Rosa de Huesca, 10-Blanco, 11-Caramba.

Con las coordenadas colorimétricas obtenidas es posible establecer una clasificación de colores pero todavía no estaría definido de forma completa y rigurosa el color. A partir de los valores medios de L, a y b de cada entrada tradicional y del testigo se ha calculado el índice de color (IC). En la figura 40 se reflejan las entradas analizadas en el presente estudio clasificadas en función de su índice de color. Las entradas Rodolfo, Rosa de Huesca, Rosa temprano y Suelo de Salas serían aquellas entradas más cercanas al testigo Caramba, por tanto la que más destacaría en color de cara a su comercialización siguiendo patrones de variedades comercializadas. Las entradas Bombilla amarillo y Negro de Sieso serían aquellas que se disociarían más de un tomate para consumo en fresco según la percepción que se tiene en cuanto al color.

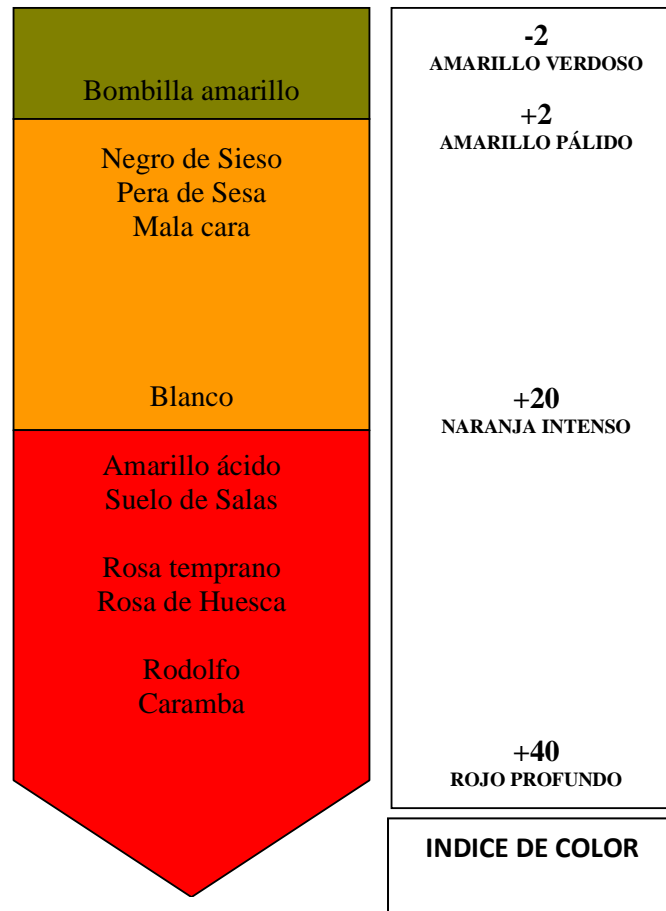


Figura 40. Clasificación de las entradas estudiadas en función del índice de color (IC) según Domene et al. (2014).

4.3.5. pH de los frutos

Según Anjanappa et al. (2013) la acidez y el contenido en sólidos solubles son unos buenos indicadores de la calidad interna del tomate. Arana et al., (2007) señala que tomates con valores de 4 a 5 de pH presentan sabor, aroma y textura óptimos. La entrada que ha obtenido un pH más bajo ha sido Negro de Sieso ($4,0 \pm 0,04$) seguido del Caramba ($4,1 \pm 0,02$) y Suelo de Salas ($4,1 \pm 0,03$) mientras que las entradas con un valor de pH más alto han sido Mala Cara ($4,9 \pm 0,03$) y Bombilla amarillo ($4,8 \pm 0,03$) (Figura 41).

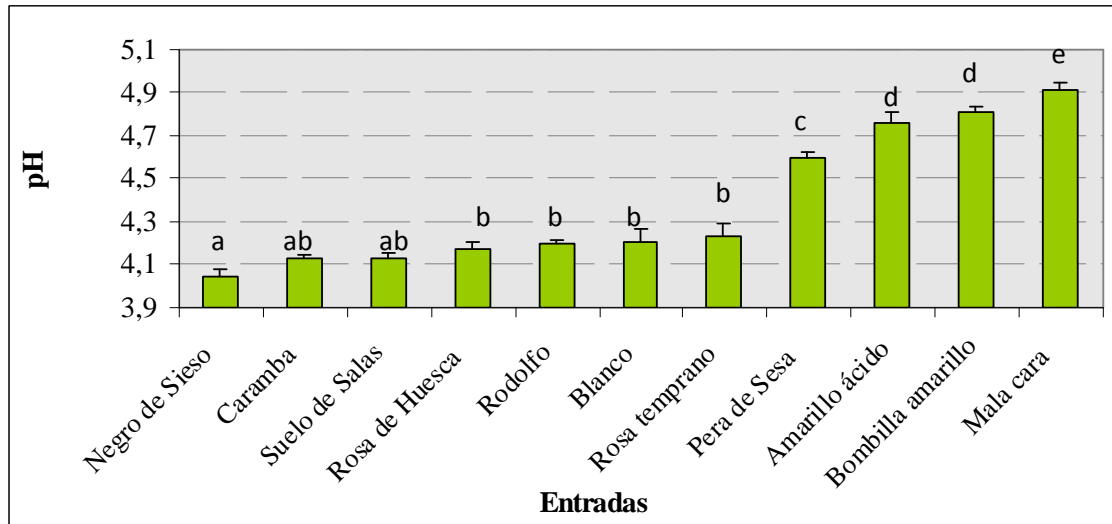


Figura 41. pH y desviación estándar para las entradas estudiadas y el testigo Caramba. Las letras sobre las barras indican subconjuntos homogéneos obtenidos a partir de análisis posthoc (Tukey-b) en ANOVA.

El pH no solo influye a nivel organoléptico, también tiene importancia en cuanto a la conservación post-cosecha del fruto. La mayoría de hortalizas poseen pH entre 5 y 6 que por lo tanto no inhibe el desarrollo microbiano, con excepción de los tomates cuyo pH es inferior, situándose en valores comprendidos entre 4 y 4,4 (Brackett, 2001). Valores superiores los hacen más sensibles al crecimiento de determinadas especies de hongos (Lamúa, 2000).

En el caso de producción de tomate destinado a industria, los parámetros de calidad industrial, en el caso del pH se sitúa en valores entre 4,2 y 4,4, siendo muy raro que superen estos valores (Barrett et al 2010).

El pH está relacionado con la conservación post-cosecha de los tomates. Una vez recolectados, conforme evoluciona la maduración el pH se va incrementando (Hernández, 2013). Para alargar la conservación post-cosecha existen mecanismos basados en la estabilización o reducción del pH, por ejemplo el encerado de frutos. Aquellas entradas estudiadas con valores más bajos de pH mostrarían una mejor conservación post-cosecha y el coste de los tratamientos post-cosecha podrá reducirse.

4.3.6. Licopeno

El licopeno es uno de los carotenoides sintetizados por las plantas, responsables en parte, del color de los mismos (Clinton, 1998). Su actividad está relacionada con importantes efectos en la salud y nutrición humana (Nuguyen & Schwarz, 1999). En términos generales, el contenido en licopeno en el tomate varía significativamente de acuerdo con las distintas variedades de tomate, grado de madurez y condiciones estacionales (Periago et al. 2001).

En relación al contenido de licopeno en el tomate fresco, Clinton (1998) muestra una concentración de licopeno que oscila entre 8,8 y 42 mg/kg tomate, expresados en peso fresco. En cuanto a variedades comerciales, estudios realizados (Martinez-Valverde et al., 2002) aportan valores de 49,44 mg/kg en el tipo Canario, 63,37 mg/kg en el tipo Pera o 31,49 mg/kg en variedad de rama.

La entrada que obtuvo un mayor contenido en licopeno fue Rodolfo ($67,77 \pm 25,42$ mg/kg), seguido de Rosa de Huesca ($61,24 \pm 15,6$ mg/kg), Mala Cara ($60,32 \pm 2,9$ mg/kg) y Pera de Sesa ($57,61 \pm 17,2$ mg/kg), valores superiores al testigo Caramba ($42,69 \pm 8,2$ mg/kg). Los valores más bajos se obtuvieron en las entradas Bombilla amarillo ($2,09 \pm 0,25$ mg/kg) y Amarillo ácido ($6,31 \pm 1,14$ mg/kg), dos entradas de tomate con coloración amarilla (Figura 42). Salvo estas dos últimas entradas, el resto poseen contenidos en licopeno dentro de los valores encontrados en otros estudios. Valcárcel (2009) afirma que el contenido en carotenoides se halla en mayor proporción en los cultivares tradicionales, frente a variedades actuales en los que ha primado la productividad y características agronómicas de la planta antes que la calidad del fruto, siendo el licopeno el más abundante al representar más del 90% de los carotenoides totales. Esta afirmación está acorde con los resultados del ensayo realizado.

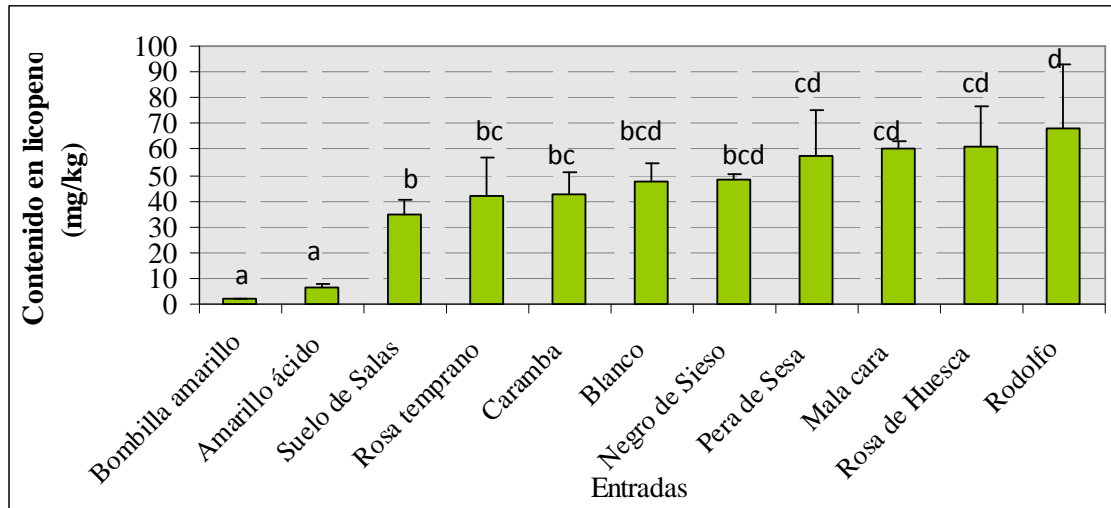


Figura 42. Valor del contenido en licopeno(mg/kg) y desviación estándar para las entradas estudiadas y el testigo Caramba. Las letras sobre las barras indican subconjuntos homogéneos obtenidos a partir de análisis posthoc (Tukey-b) en ANOVA.

Analizando las correlaciones entre variables pudo observarse que el contenido en licopeno está correlacionado con la colorimetría del fruto. En concreto, la coordenada “a” de color está relacionada con la presencia de pigmentos rojos y posee una correlación positiva con el contenido en licopeno de 0,411 ($p < 0,01$), es decir, valores altos de la coordenada “a” pertenece a entradas de tomate con un alto contenido en licopeno. Las coordenadas “L” (luminosidad) y “b” (presencia de pigmentos amarillos) poseen una correlación negativa con el contenido en licopeno de -0,467 ($p < 0,01$) y -0,513 ($p < 0,001$) respectivamente. Este hecho puede tener cierto interés para realizar una estimación del contenido en licopeno de una entrada de tomate mediante colorimetría, método más sencillo, aunque menos preciso, que el cálculo del licopeno en laboratorio

4.4. Caracterización multivariante de las variedades de tomate y su potencial comercialización

Uno de los objetivos del presente trabajo es estudiar el potencial de las entradas de tomate tradicionales como posibles variedades de cultivo comercial. Una variedad de tomate idónea para el cultivo a gran escala sería la que presenta características de alto rendimiento por planta, buen peso de fruto y adecuada firmeza con piel. Por ello, se ha seleccionada la variedad Caramba como modelo. A su vez, existen una serie de caracteres que pueden ser interesantes para la comercialización del tomate tales como: contenido en sólidos solubles (CSS), firmeza de la pulpa, color, pH y/o contenido en licopeno.

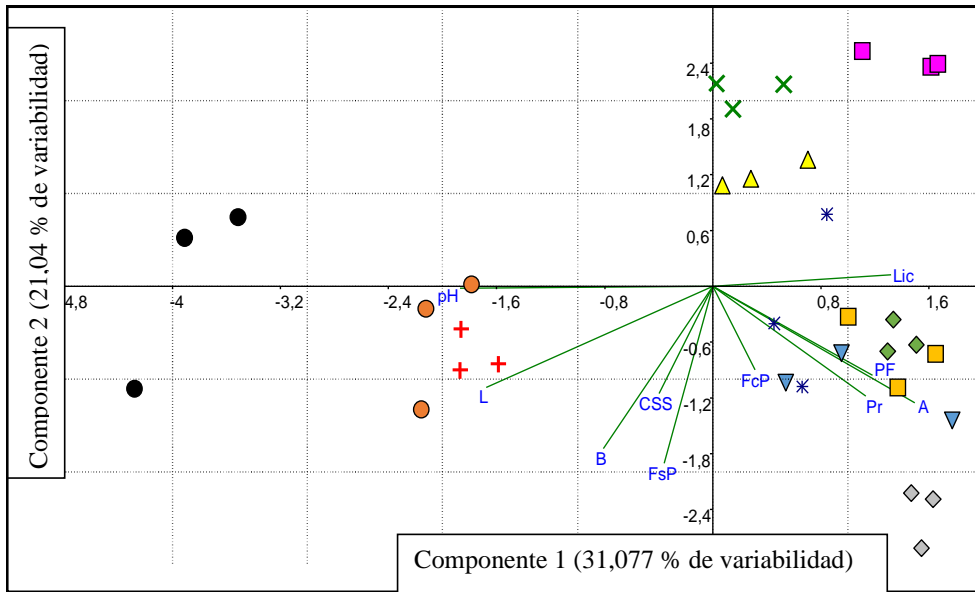
Para poder ordenar y posteriormente clasificar las estradas estudiadas por sus similitudes se realizaron tanto el análisis de componentes principales (PCA) como el discriminante.

El PCA mostró un 69% de variabilidad acumulada en las tres primeras componentes (Tabla 8). Este método de ordenación ha permitido diferenciar la separación por la primera componente principal de las entradas Bombilla amarillo, Mala cara y Amarillo ácido frente a las restantes entradas. El resto de variedades mostraron diferencias a lo largo de la segunda componente, ya que las variedades Negro de Sieso, Pera de Sesa y Blanco aparecen agrupadas y diferenciadas de las variedades Suelo de Salas, Rosa temprano, Rosa de Huesca, Rodolfo y Caramba. Finalmente, la tercera componente principal, que explica una menor proporción de variabilidad, muestra la tendencia de la entrada Amarillo ácido a separarse. Estos resultados aparecen reflejados en la Figura 43.

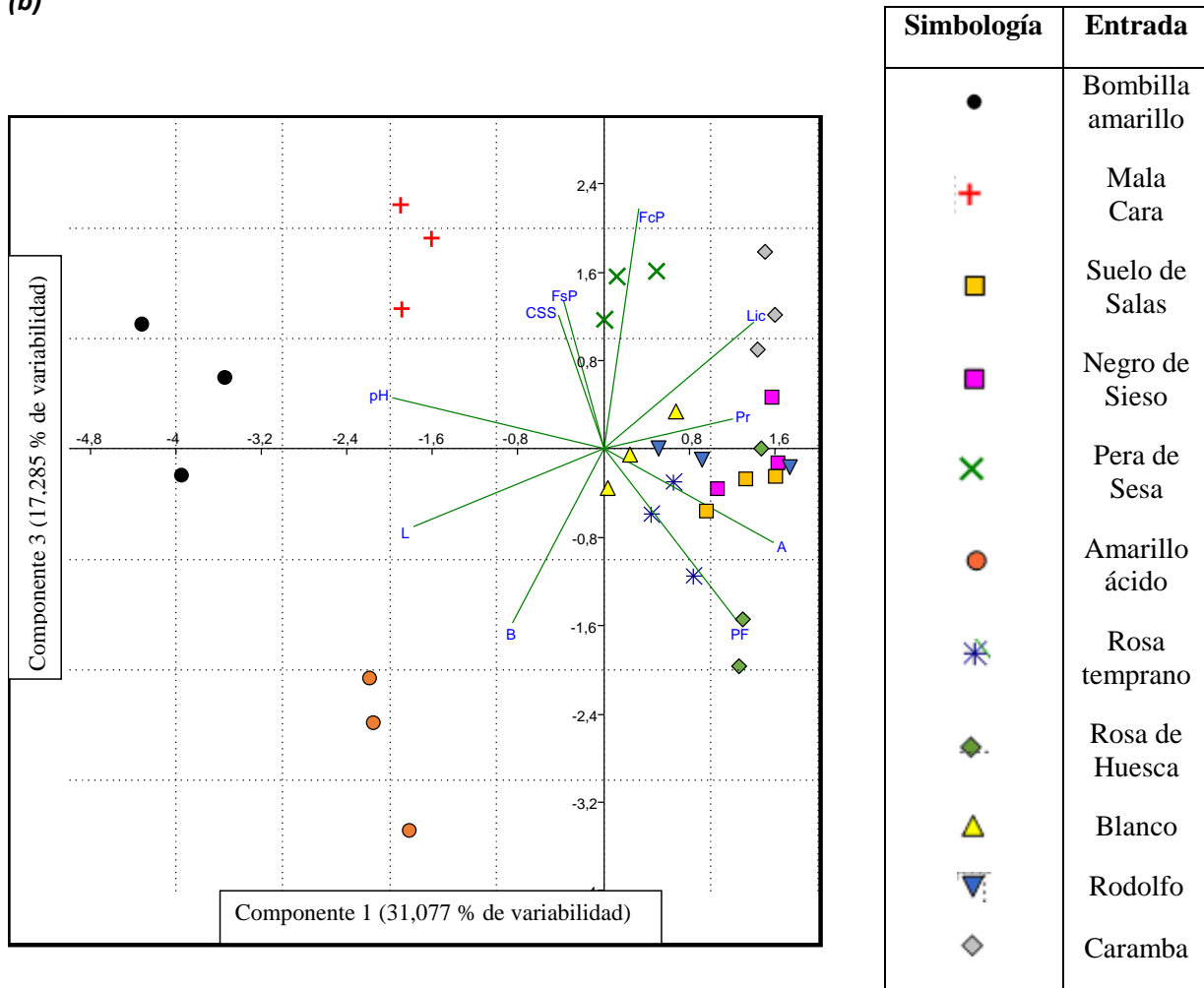
Tabla 8. Varianza total explicada. Método de extracción: Análisis de Componentes principales. Sólo aquellos casos para los que VAR00014 = 1, serán utilizados en la fase de análisis.

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,108	31,077	31,077
2	2,104	21,040	52,118
3	1,728	17,285	69,403
4	1,182	11,817	81,220
5	0,590	5,898	87,118
6	0,529	5,289	92,407
7	0,396	3,958	96,365
8	0,190	1,898	98,263
9	0,109	1,092	99,355
10	0,065	0,645	100,000

(a)



(b)



Figuras 43a y b. PCA de 9 variables para las 10 entradas tradicionales y el testigo Caramba. Pr, producción; PF, peso fruto; CSS, contenido en sólidos solubles; FcP, firmeza con piel; FSp, firmeza sin piel; L, A y B, color L, A y B, respectivamente; pH, pH; Lic, licopeno

Adicionalmente la figura 43 valida, aunque sea de manera indirecta, el diseño completamente aleatorizado ejecutado para la realización de este trabajo. Se pone en evidencia que los resultados obtenidos en cada una de las réplicas por entrada son similares dado que aparecen próximos entre sí.

A partir de los resultados de PCA se contrastaron cuatro hipótesis de agrupación de las entradas en los análisis discriminantes tal y como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Hipótesis de agrupación de las entradas según el análisis discriminante. 1-Bombilla amarillo, 2-Mala Cara, 3-Suelo de Salas, 4-Negro de Sieso, 5-Pera de Sesa, 6-Amarillo ácido, 7-Rosa temprano, 8-Rosa de Huesca, 9-Blanco, 10-Rodolfo, 11-Caramba.

Hipótesis	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
H1	1-2-6	3-4-5-7-8-9-10-11		
H2	1-2-6	4-5-9	3-7-8-10-11	
H3	1-2	6	3-4-5-7-8-9-10-11	
H4	1-2	6	4-5-9	3-7-8-10-11

La hipótesis de agrupación que mejor valor estadístico obtuvo, observado a través del valor más bajo de Lambda de Wilks, fue la H4. Además el porcentaje de clasificación posterior fue del 100% en todos los casos para esta hipótesis más probable (Tabla 10). A través de las pruebas de igualdad de las medias de los grupos en los análisis discriminantes, analizando los valores de los estadísticos Lambda de Wilks (λ) y de Fischer así como el nivel de significación (Tabla 11), se puede indicar qué caracteriza a las variedades de un mismo grupo y cuáles estarían más cercanas a la variedad comercial por tener caracteres comunes. La hipótesis de clasificación H4 es la que ofrece valores de lambda de Wilks más bajos y con mayor significación (y por tanto mejor discriminación) y más altos de Fisher, por lo que esta clasificación “es la más correcta” o la que mejor se discriminan con este conjunto de variables.

Tabla 10. Porcentajes de la calificación discriminante.

Grupo	H1		H2			H3			H4			
	Pronosticado		Pronosticado			Pronosticado			Pronosticado			
Propuesto	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4
1	100	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	0
2	0	100	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
3			0	6,7	93,3	0	0	100	0	0	100	0
4									0	0	0	100

Tabla 11. Pruebas de igualdad de las medias de los grupos en los análisis discriminantes, indicando los valores de los estadísticos Lambda de Wilks (λ) y de Fischer, así como el nivel de significación.

Variable	H1		H2		H3		H4	
	λ	F	λ	F	λ	F	λ	F
Producción (g/planta)	0,843*	5,772	0,716**	5,952	0,783*	4,150	0,656**	5,065
Peso fruto (g)	0,897	3,553	0,561***	11,747	0,742*	5,220	0,405***	14,175
CSS (°Brix)	0,977	0,720	0,819*	3,325	0,880	2,036	0,722*	3,727
Firmeza con piel (kg/cm ²)	0,977	0,726	0,970	0,467	0,773*	4,406	0,766*	2,959
Firmeza sin piel (kg/cm ²)	0,917	2,793	0,626***	8,959	0,693**	6,638	0,402***	14,384
Color L	0,278***	80,357	0,210***	56,469	0,273***	39,935	0,205***	37,592
Color A	0,651***	16,653	0,388***	23,680	0,545***	12,539	0,282***	24,619
Color B	0,824*	6,629	0,435***	19,462	0,648**	6,809	0,299***	22,639
pH	0,207***	118,407	0,186***	65,764	0,201***	59,612	0,179***	44,253
Licopeno (mg/kg)	0,722**	11,918	0,722**	5,786	0,651**	8,026	0,651**	5,188
Total f.1	0,043***		0,007***		0,007***		0,000***	
Total f. 2			0,174***		0,185***		0,013***	
Total f. 3							0,323***	

Una vez elegida la hipótesis de agrupación H4, en la tabla 12 se expresan los valores medios y desviación estándar de los grupos obtenidos en los análisis discriminantes.

Tabla 12. Valores medios y desviación estándar de los grupos obtenidos en los análisis discriminantes. El primer grupo está compuesto por las entradas bombilla amarillo y Mala cara; el segundo por Amarillo ácido, el tercero por Negro de Sieso, Pera de Sesa y Blanco; y el cuarto por Suelo de Salas, Rosa temprano, Rosa de Huesca, Rodolfo y Caramba.

Variable	Grupo 1°	Grupo 2°	Grupo 3°	Grupo 4°
Producción (g/planta)	10412,33 ± 3851	16938,33 ± 2585	14887,78 ± 3375	20564,00 ± 7353
Peso fruto (g)	51,20 ± 42,39	180,83 ± 31,43	81,62 ± 73,42	195,35 ± 49,01
CSS (°Brix)	6,23 ± 0,78	5,38 ± 0,56	5,31 ± 0,50	5,96 ± 0,61
Firmeza con piel ((kg/cm²))	1,87 ± ,021	1,17 ± 0,12	1,72 ± 0,19	1,80 ± 0,48
Firmeza sin piel (kg/cm²)	0,44 ± 0,08	0,22 ± 0,08	0,20 ± 0,05	0,35 ± 0,10
Color L	51,86 ± 2,23	53,00 ± 0,53	43,35 ± 2,51	45,80 ± 1,33
Color A	10,97 ± 9,06	25,37 ± 0,46	21,78 ± 8,53	35,31 ± 2,84
Color B	31,39 ± 7,83	43,44 ± 0,94	20,24 ± 5,89	32,38 ± 1,94
pH	4,86 ± 0,07	4,76 ± 0,53	4,28 ± 0,25	4,17 ± 0,05
Licopeno (mg/kg)	31,21 ± 31,95	6,31 ± 0,65	51,05 ± 11,14	49,61 ± 19,43

Grupo 1

El primer grupo engloba entradas que destacan por un alto contenido en sólidos solubles, valores de pH superiores al resto y buena firmeza de la piel y la pulpa.

Bombilla amarillo

Se trata de un tomate de tipo cereza por lo que no destaca por su rendimiento ni por su peso de fruto. Sin embargo, comparándolo con variedades de tipo “cherry” posee un buen rendimiento (Figás et al. 2014). Presenta cualidades interesantes como coloración amarilla y forma aplanada, aspectos originales dentro de las variedades tipo “cherry” que suelen ser de coloración roja y forma esférica. Podría comercializarse solo o mezclado con otras variedades de tipo cereza. Sus valores altos en dureza de la piel facilitarían la comercialización tanto en canales convencionales como de proximidad.



Figura 44. Entrada Bombilla amarillo

Mala Cara

Se trata de un tomate tipo Monkeymaker que no posee características propias de un tomate de ensalada puesto que su recolección no es escalonada sino se que concentra al final del ciclo de cultivo. Es por tanto una variedad “de guardar”, debe ser recolectada antes de su plena maduración y conservada en lugares frescos y secos para consumirlos durante la temporada invernal. Para evaluar los caracteres de esta entrada sería necesaria la realización de un ensayo con otras



Figura 45. Entrada Mala Cara

variedades de iguales características y hacer hincapié en caracteres de conservación post-cosecha. Destacar su interesante contenido en licopeno.

Grupo 2

Este grupo integra únicamente a una de las entradas estudiadas, el *Amarillo ácido*. Se trata de un tomate tipo Beefsteak el cual no destaca por las cualidades estudiadas salvo por un buen peso medio de fruto. Su baja firmeza de piel y pulpa lo hacen muy delicado de cara a su manejo y posterior comercialización en canales convencionales por lo cual es



Figura 46. Entrada Amarillo ácido

complicado plantearse una producción a mayor escala. Tiene tendencia al rajado de frutos por lo que se produce mucho destrío durante su cosecha. Para plantearse su comercialización sería necesaria su recolección en estado de envero lo que reduciría sus cualidades organolépticas. Destaca su color amarillo-anaranjado el cual no es habitual dentro de las variedades de tomates de ensalada que se comercializan habitualmente.

Grupo 3

Este grupo engloba entradas que poseen un alto contenido en licopeno.

Negro de Sieso

Se trata de un tomate tipo Beefsteak el cual no destaca por ninguno de los caracteres estudiados. Por tanto, en un principio no sería una



Figura 47. Entrada Negro de Sieso

entrada adecuada para su introducción en canales convencionales. Es un tomate de baja firmeza y se raja con facilidad debido a su fina piel. Sería necesaria su cosecha en estado de envero y controlar los riegos para evitar el rajado, estudiando a su vez si mantiene de este modo sus cualidades organolépticas y explotar su particular coloración no común en las variedades comerciales de tomate.

Pera de Sesa



Figura 48. Entrada Pera de Sesa

Se trata de un tomate tipo Cocktail con un destacable rendimiento a pesar del tamaño de fruto. Aunque a priori pudiera parecer un tomate de industria posee una maduración escalonada que permite su recolección a lo largo de todo el ciclo de cultivo. Es una planta de crecimiento determinado lo que reduce sus costes de cultivo porque no necesita entutorado por tanto podría plantearse su comercialización como tomate de consumo en fresco con unas cualidades organolépticas aceptables y a un precio mas asequible.

Blanco

Se trata de un tomate tipo cocktail que destaca por su rendimiento, a pesar su pequeño tamaño de fruto. Su tamaño de fruto es intermedio entre un tipo Cherry y un Monkeymaker, por tanto se podría plantear una comercialización en empaques similares a los tipo cherry. La buena firmeza de la piel con que cuenta lo hace resistente a su manejo en post-cosecha y posibilitaría el formato de distribución indicado.



Figura 49. Entrada Blanco

Grupo 4

Las entradas englobadas en este grupo presentan un buen rendimiento de planta y peso de fruto, además de un interesante valor en lo que se refiere a firmeza de piel y pulpa y licopeno. Dentro de este grupo se incluye el testigo Caramba, variedad elegida por unas cualidades que lo hacen apto para su consumo en fresco y que permite su distribución y comercialización en canales convencionales.

Suelo de Salas

Se trata de un tomate tipo Bush beefsteak con un rendimiento y tamaño de fruto sin diferencias significativas con el testigo comercial. Estos caracteres unidos a la dureza de la piel hacen de este tomate una entrada apta para su posible comercialización en canales convencionales. Una característica destacable es que no es necesario su entutorado (de suelo) lo que reduciría sus costes de producción.



Figura 50. Entrada Suelo de Salas

Rosa temprano

Se trata de un tomate tipo Beefsteak con un interesante rendimiento en comparación al popular tomate Rosa a pesar de su menor tamaño de fruto. El hecho de que posea caracteres similares al “tomate Rosa”, una variedad que ya se ha hecho un hueco en el mercado y es apreciada por los consumidores, favorecería su introducción en el mercado. El cultivo de esta variedad permitiría obtener frutos de tipo “rosa” de un tamaño menor con lo que se obtendría una producción más precoz y menos problemas en campo puesto que su ciclo de crecimiento y maduración es más corto. La firmeza de su piel es superior al Rosa de Huesca, a pesar de ello sigue siendo un tomate moderadamente blando y por tanto de manipulación complicada si se quiere introducir en canales de comercialización convencionales.



Figura 51. Entrada Rosa temprano

Rosa de Huesca

Se trata de un tomate tipo Beefsteak con un buen tamaño de fruto. De color rosado, baja firmeza de la piel y tendencia al rajado, es una variedad muy similar morfológicamente a otras variedades de tipo Rosa que están introduciéndose desde hace unos años en el mercado y cultivando a mayor escala como es el “Rosa de Barbastro”. Existen a día de hoy ecotipos de tomate “Rosa de Huesca” que se están produciendo para su comercialización en canales convencionales. Es una entrada de cualidades



Figura 52. Entrada Rosa de Huesca

organolépticas muy destacables pero muy condicionadas al estado de madurez en que son cosechados los frutos. La recolección en “estado pintón” alarga el periodo de vida de esta variedad pero sus cualidades organolépticas se reducen. Por tanto, las posibilidades de

comercialización de esta variedad deberían reducirse al comercio de proximidad o en todo caso buscar ecotipos que puedan adaptarse a las condiciones de cultivo de aquellos lugares donde pueda demandarse para su producción in situ.

Rodolfo

Se trata de un tomate tipo Beefsteak con buen peso medio de fruto y firmeza de la piel aceptable. Destaca a su vez su alto contenido en licopeno. Posee además un alto contenido en sólidos solubles, por lo tanto es un tomate muy carnoso y de poca agua. Esta serie de caracteres podrían hacerlo apto para su introducción en canales de comercialización convencionales explotando su peculiar forma que lo hace original frente al tomate tipo que el consumidor está habituado a adquirir.



Figura 53. Entrada Rodolfo

5. Conclusiones

5. CONCLUSIONES

1. El seguimiento de las 10 plantas por entrada a lo largo del ciclo de cultivo ha permitido elaborar para cada una de ellas la ficha tipo siguiendo los descriptores del IPGRI. Así mismo la ficha recoge el morfotipo de fruto para cada una de las entradas tradicionales.

2. Se ha cuantificado la producción de todas las entradas estudiadas destacándose “Suelo de Salas” como la más productiva sin mostrar diferencias significativas con el testigo Caramba.

3. La evaluación y comparación de los caracteres precocidad de floración, fructificación y maduración mostraron diferencias significativas. No obstante, para algunas entradas, se puso en evidencia la similitud para dichos caracteres. Una posible explicación a este hecho puede ser que tradicionalmente han sido cultivadas en comarcas con condiciones climáticas afines y sus ciclos de cultivo están adaptados a estas áreas geográficas.

4. Todas las entradas incluidas en este trabajo han sido evaluadas y comparadas para los parámetros de calidad tamaño de fruto, color, firmeza, contenido en sólidos solubles, pH y contenido en licopeno. Los resultados obtenidos han puesto en evidencia aquellos parámetros que destacan para cada entrada.

5. El estudio estadístico de todos los datos recopilados para cada una de las entradas ha agrupado 4 grandes grupos caracterizados por:

- *Grupo 1:* Alto contenido en sólidos solubles, valores de pH superiores al resto y buena firmeza en piel y pulpa. Entradas: Bombilla amarillo y Mala Cara. Ambas entradas poseen unas cualidades muy particulares, Bombilla amarillo se trata de un tipo cereza por lo que sería

interesante realizar futuros ensayos comparativos con tomates de su mismo tipo para valorar sus fortalezas. En el caso de Mala Cara se trata de un tomate de guardar, por tanto se podría proponer ensayos comparativos con variedades de guardar haciendo hincapié en el carácter de durabilidad en el tiempo una vez cosechado.

- *Grupo 2:* Particularidades de color y buen peso de fruto. Entradas: Amarillo ácido.

- *Grupo 3:* Alto contenido en licopeno. Negro de Sieso, Pera de Sesa y Blanco.

- *Grupo 4:* Buena producción y peso de fruto además de un interesante valor en lo que se refiere a firmeza de piel y pulpa y el licopeno. Entradas: Suelo de Salas, Rosa temprano, Rosa de Huesca, Rodolfo y Caramba.

6. Bibliografía

6. BIBLIOGRAFÍA

AGUAYO E., ARTÉS F. (2004). *Elaboración del tomate mínimamente procesado en fresco*. Capítulo 11 en: *Tomate: Producción y comercio*. Compendios de Horticultura 15. Ediciones de Horticultura S.L. Reus (España) 253 pp. ISBN: 84-87729-48-7.

ALTIERI M., NICHOLLS C. (2007). *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas*. Junta de Andalucía, consejería de agricultura y pesca. Barcelona. 274 pp. ISBN: 978-84-7426-764-8.

ALVAREZ RODRIGUEZ, A., J.I. RUIZ DE GALARRETA GÓMEZ (1995) *Variedades locales de maíz de Gipuzkoa. Evaluación y clasificación*. Diputación Provincial de Gipuzkoa (ed.); Vitoria-Gasteiz, España.

ANJANAPPA, M., JAYARAMANA-GOWDA, G.S., SURESH-KUMARA, B. (2013). Shelf life and quality of tomato (*Solanum lycopersicum L.*) as influenced by 1-methylcyclopropene (MCP) under cold storage conditions. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*.

ARANA, I., JARÉN, C., ARAZURI, S., GARCÍA-GEMBE, M.J., URSUA, A., RIGA, P. (2007). Calidad del tomate fresco: técnica de cultivo y variedad.

ARTÉS, F. (2007). Tratamientos Postrecolección del tomate fresco. Tendencias e innovaciones. Grupo de post-recolección y refrigeración. Departamento de Ingeniería de Alimentos, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, España.

BARETT, D.M., BEAULIEU, J.C., SHEWFELT, R. (2010). Color, flavour, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. *Crit. Rev. Food Sci.*

BLANDCARD D. (2011). *Enfermedades del tomate*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 679 pp. ISBN: 978- 84-8476-427-4

BRACKETT, R.E. (2001). Frutas, hortalizas y granos. Microbiología Moderna de los alimentos. Acirbia, Zaragoza.

- CARRAVEDO, M. (2006). *Variedades autóctonas de tomates de Aragón*. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) – Gobierno de Aragón. Zaragoza. 238 pp. ISBN: 84-7753-436-5
- CASTELL ROIG, V. (1998). *Recuperación y conservación de variedades locales de cultivo tradicional: Comunidad Valenciana*. En: Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio. Actas del III Congreso de SEAE, SEAE, Valencia.
- CEBOLLA CORNEJO, J. 2005. Recuperación de variedades tradicionales de tomate y pimiento. Caracterización y Mejora genética. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
- CECCARELLI, S., W. VALKOUN, S. ERSKINE, R. WEIGAND, R. MILLER, A.G. VAN LEER. 1992. Plant genetic resources and plant improvement as tools to develop sustainable agriculture. En: . Vol. 28. 89-98. Expl. Agric
- CHAMARRO J. (1995) *Anatomía y fisiología de la planta*. Capítulo 2 en: NUEZ F. (1995). *El cultivo del tomate*. Ediciones Mundi-Prensa. Bilbao. 793 pp. ISBN: 84-7114-549-9
- CIRUELOS, A., DE LA TORRE, R., GONZÁLEZ, C. (2007). Parámetros de calidad en tomate para industria. La agricultura y la ganadería extremeñas.
- CLEVELAND D.A., D. SOLERI, S.E. SMITH (1994) Do folk Crop varieties have a role in Sustainable Agriculture?. *Bioscience*, 44 (11), 740-751.
- CLINTON SK. (1998). Lycopene: Chemistry, biology and implications for human health and disease. *Nutrition Rev*, 56, 35-51.
- COHEN, J.I., J.B. ALCORN C.S. POTTER (1991) Utilization and conservation of genetic resources: international projects for sustainable agriculture. *Economic Botanic*, 45 (2), 190-199.
- DÍEZ M. J. (1995) *Tipos varietales*. Capítulo 3 en: NUEZ F. (1995). *El cultivo del tomate*. Ediciones Mundi-Prensa. Bilbao. 793 pp. ISBN: 84-7114-549-9
- DIVER S.; KUEPPER G.; BORN, (1999). Organic Tomato Production.
- DOMENE M., SEGURA M. (2014). Parámetros de calidad externa en la industria agroalimentaria. Ediciones Cajamar ADN agro.

EGEA-SÁNCHEZ JM, CATALÁ M, EGEA-FERNÁNDEZ JM. (2008) *Nuevos datos sobre variedades locales de solanáceas de la región de Murcia como base para la producción ecológica*. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), Murcia.

FAO (1996.a). Informe sobre el estado de los Recursos Fitogenéticos en el mundo. Dirección de Producción y Sanidad Vegetal, FAO, Roma.

FAO (1996.b). Plan de Acción Mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Dirección de Producción y Sanidad Vegetal. FAO, Roma.

FIGÁS M.R., PROHENS J., FERNANDEZ DE CÓRDOVA P., RAIGÓN M.D., FITA A., SOLER S. (2014). Caracterización productiva de variedades tradicionales de tomate (*Solanum Lycopersicum L.*) de Valencia. Insitut de Conservació i Millota de l'Agrodiversitat Valenciana, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera. Valencia.

FISH WW, PERKINS-VEAZIE P, COLLINS JK. (2002). A quantitative assay for lycopene than utilizes reduced volumes of organic solvents. *Journal of Food Composition and analysis*, 15:309-317.

GARCÉS, C. (2012). Caracterización y mejora del Tomate Rosa de Barbastro. Escuela Politécnica Superior de Huesca.

GUZMÁN CASADO, G.I., J.J. SORIANO NIEBLA, F.S. GARCÍA JIMENEZ, M.A. DÍAZ DEL CAÑIZO, 2000. La recuperación de variedades locales hortícolas en Andalucía (España) como base de la producción agroecológica. En: Guzmán Casado, G., M. González de Molina, E. Sevilla Guzmán (eds.). Introducción a la agroecología como desarrollo. Mundi-Prensa. Madrid 339-362.rural sostenible

HERNÁNDEZ, J. (2013). Caracterización físico-química y microbiológica del tomate margariteño (*Licopersicum esculentum* var. España) y evaluación de la efectividad de tratamientos pre-ensado para el incremento de su vida comercial a temperatura ambiente. Departamento de bromatología y tecnología de los alimentos, Universidad de Córdoba.

HUFF, A. (1984). Sugar regulation of plastid interconversions in epicarp of citrus fruit. *Plant Physiology* 76, 307-312.

IPGRI. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (1996). Descriptores para el tomate (*Lycopersicon* spp.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia, 48 pp.

JARAMILLO, J., RODRÍGUEZ, V., GUZMÁN, M., ZAPATA, M., RENGIFO, T. 2007. Buenas prácticas agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Manual Técnico. Tampillo, México. 122 pp.

JARAMILLO, S. y M. BAENA, 2000. Material de Apoyo a la Capacitación en Conservación Ex Situ de los Recursos Fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali Colombia. 209 pag

JIMÉNEZ, A., CASTILLO, J., y ORTIZ, R. (2010). Caracterización productiva y morfológica de variedades autóctonas de tomate. *Vida Rural* 305, 64-68. Nuez, F. (1995). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 775 pp.

JONES J. B. (2000). *Plagas y enfermedades del tomate*. THE AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 74 pp. ISBN: 84-7114-943-5

LAMÚA, M. 2000. Aplicación del Frío a los Alimentos. Mundi-Prensa, Madrid, España.

LEÑANO F. (1974) *Cómo se cultivan las hortalizas de fruto*. Editorial De Vecchi. Barcelona. 167 pp. ISBN: 84-315-2310-7

MARTÍN I. 2001. Conservación de recursos fitogenéticos. Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2114 HD.[en línea].[ref. 2 de mayo 2012].

MARTINEZ-VALVERDE I, PERIAGO MJ, PROVAN G, CHESSON A. (2002). Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82:323-330.

MAXTED N., FORD-LLOYD B.V., HAWKES J.G. 1997. Plant Genetic Conservation. The in situ approach. Chapman & Hall, Londres, UK.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (MAGRAMA) (2014). *Anuario de estadística 2013*.

PERIAGO MJ, MARTINEZ VALVERDE I, ROS G, MARTÍNEZ C, LÓPEZ G. (2001) Chemical and biological properties and nutritional value of lycopene. *An. Vet. (Murcia)*, 17:51-66.

RAS (2008). *Fomento de variedades locales en agricultura ecológica*. Red Andaluza de Semillas “Cultivando Biodiversidad”. Sevilla.

RAS (2011). *Manual para la utilización y conservación de variedades locales de cultivo*. Red Andaluza de Semillas “Cultivando Biodiversidad”. Sevilla.

ROSELLÓ J. (2010) *Cómo obtener tus propias semillas, manual para agricultores ecológicos*. Junta de Andalucía. Consejería de agricultura y pesca y red de semillas “Resembrando e intercambiando”. Sevilla. 138 pp. ISBN: 978-84-8474-256-2

RUBIO E. (2014) Valoración agronómica de la variedad de tomate Caramba (*Lycopersicon esculentum*) en invernadero: ensayo de distintos patrones. Universidad Pública de Navarra, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Navarra.

RUEDA, I.J. (2013). Estudio de la influencia de factores pre- y postcosecha en la calidad y vida útil del tomate tipo Raf. Facultad de ciencias experimentales, Universidad de Almería.

SÁDABA S.; URIBARRI A.; AGUADO G.; DEL CASTILLO J.; ASTIZ M., 2010. Ensayo de variedades de tomate en invernadero. Campaña de 2010. Navarra Agraría. 183. Pp.17- 22.

SALCES R.; CATALÁN G.; VERGARA G.; MAURI PV.; SÁNCHEZ FJ., 2004. Variedades tradicionales de tomate de la comunidad de Madrid. IMIA. Madrid.

SAN MIGUEL, B., FERNANDEZ, S., GUTIERREZ, S., GARCÍA, E., GUTIERREZ, M. (2008). Evaluación agronómica y de calidad de diferentes cultivares de tomate “CC. Calidad Controlada” de Cantabria. Centro de Investigación y Formación Agrarias. C.I.F.A. (Cantabria).

TOMÁS, M.; GOMARIZ, J.; COSTA, J.; CATALÁ, M.S.,1999. Recuperación de una variedad tradicional de tomate precoz de tipo pimiento. *Actas de Horticultura* (24):113-116.

UROZ S. (2012). Caracterización de variedades locales de solanáceas: cuatro de tomate y tres de pimiento. Master de Agricultura Ecológica, UB.

VALCÁRCEL, G.M. 2009. Optimización del proceso de evaluación y selección de germoplasma de tomate por características de calidad organoléptica: Uso de la tecnología NIR y sensores electrónicos. Tesis Doctoral Escola Superior de Tecnologia y Ciències Experimentals. Departament de Ciències Agràries i del medi Natural. Universitat Jaume I de Castellón.

VAN DIJK, C.; BOERIU, C.; PETER, F.; STOLLE-SMITS, T.; TIJSKENS, L. M. M. (2006). The firmness of stored tomatoes (cv. Tradiro). 1. Kinetic and near infrared models to describe firmness and moisture loss. *Journal of Food Engineering*. Vol. 77. pp. 575-584.

ZAPATA L.; GERARD L.; DAVIES C.; OLIVA L. y SCHVAB M., 2007. Correlación matemática de índices de color del tomate con parámetros texturales y concentración de carotenoides. *Ciencia, Docencia y Tecnología*. 34: 207-226.

ZECHMEISTER (1943a). L, Lerosen AL, Schroeder WA, Polgar A, Pauling L. (). Spectral characteristics and configuration of some stereo isomeric carotenoids including *Journal of American Chemical Society*,—prolycopene and procarotene. 65:1940–1951.

ZECHMEISTER (1943b). L, Polgar A. (). Cis-trans isomerization and spectral characteristics *Journal of American Chemical Society* of carotenoids and some related compounds. , 65:1522–1528.