

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
Departamento de Tecnología de Alimentos



**COMPORTAMIENTO POSTCOSECHA DE
VARIEDADES DE CAQUI Y DE NUEVAS
VARIEDADES DE FRUTA DE HUESO DE
INTERÉS COMERCIAL**

TESIS DOCTORAL

Presentada por:
Silvia Romaguera Romero

Directores:
Dra. M^a Bernardita Pérez Gago
Dra. Alejandra Salvador Pérez
Dr. Miguel Ángel Del Río Gimeno

Tutora:
Dra. M^a Dolores Ortolá Ortolá

Valencia, Abril 2013



Flying Squirrel With Persimmon
 Mark Catesby
 'The Natural History of Carolina,
 Florida, and the Bahama Islands
 (Animals)' (London, 1731-43)



Abricot-Pêche
 Pierre-Joseph Redouté
 'Choix des Plus Belles Fleurs'
 (Paris, 1731-43)



Plate 356 – Pêche blonde
 H.L. Duhamel Du Monceau
 'Traité des Arbres Fruitiers'
 (Paris, 1807-1835)



Plate XXXIV – Nectarine
 George Brookshaw
 'Pomona Britannica'
 (London, 1804-1812)

AGRADECIMIENTOS

A mis directoras, Dra. M^a Bernardita Pérez Gago y Dra. Alejandra Salvador Pérez, por su paciencia, apoyo y dedicación.

Al Dr. Miguel Ángel Del Río Gimeno, por ayudarme, enseñarme, apoyarme y sobre todo por su cariño y complicidad en muchos momentos. Te echaré mucho de menos.

A la Dr. Marisa Bádenes, al Dr. Gerardo Llácer, a José Martínez y a Julio Climent, por su ayuda y colaboración en la aportación del material vegetal utilizado.

A la Cooperativa San Bernat de Carlet, por proporcionarme las distintas variedades de albaricoque estudiadas, y en especial a Juan Carlos Monzó y Vicente Demófilo.

A la Dr. M^a Dolores Ortolá Ortolá, de la Universidad Politécnica de Valencia, por su colaboración como tutora.

Al Dr. Baltasar Cases, por la excelente aportación realizada a cerca del registro de variedades.

A Rafa Perucho, del Consejo Regulador de la Denominación de Origen ‘Kaki Ribera del Xúquer’, por su colaboración e interés mostrado en el trabajo realizado.

Al Dr. Emilio Carbonell y a Jordi Pérez, por su ayuda en el desarrollo del estudio estadístico del presente trabajo.

A Víctor Real y Pablo Lemos del IVIA, que me han sacado de algún apuro en el maravilloso mundo de la informática.

A los alumnos de prácticas, que colaboraron en las distintas experiencias realizadas.

A todo el personal del Departamento de Postcosecha del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.

Al Dr. José María Carrasco Dorrien, al Dr. José Luís Alonso Molina y a la Dr. Inmaculada Amorós, que me introdujeron en el mundo de la investigación, un mundo que tanto me apasiona y al que espero poder dedicarme en un futuro.

Dedico mi trabajo en especial al Sr. D. Vicente Hernández Martínez, una persona excepcional y un reconocido profesional de la agricultura valenciana, al cual tengo el placer de conocer. De él recibí sabios consejos y me animó a no perder nunca la ilusión por conseguir todos mis objetivos.

A todos mis amigos de Silla y Torrent, a mis amigos de Expo Hotel (Marta, José María, Enrique, Miguel Ángel y Miguel) y a Pilu y Alicia que tanto me han animado y apoyado.

Por último quiero dedicar esta tesis a mis padres, Ginesa M^a Carmen y Francisco, a mi hermano Fran y a mi marido Rafael, que son los que realmente han vivido conmigo todo el proceso de elaboración de mi tesis y los que me han apoyado y animado siempre que lo he necesitado. Gracias por estar siempre a mi lado.

RESUMEN

El cultivo de caqui en España ha experimentado en los últimos años un incremento importante, centralizado principalmente en la variedad Rojo Brillante. Los problemas asociados a la centralización del cultivo en una única variedad hacen necesario ampliar la gama varietal con variedades de recolección temprana y tardía, con el fin de ampliar el periodo de comercialización de este cultivo. En el caso de fruta de hueso, en los últimos años se ha producido una disminución de su consumo debido fundamentalmente a un descenso de calidad de los frutos, por lo que disponer de nuevas variedades adaptadas a las demandas del mercado es determinante para el sector productor.

El objetivo de esta Tesis fue la evaluación del comportamiento en frigoconservación de nuevas variedades de melocotón, nectarina y albaricoque, así como de variedades de caqui de distinto origen que amplíen la gama varietal de la Comunidad Valenciana. En fruta de hueso se seleccionaron dos variedades de melocotón, tres de nectarina y nueve de albaricoque, procedentes de los programas de mejora genética del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). En caqui, el estudio se realizó en veintiuna variedades de importancia agronómica, procedentes del banco de germoplasma del IVIA. La fruta de hueso de cada variedad y campaña se almacenó a 1°C (95% HR) durante un periodo entre 1 y 4 semanas, seguido de 3 días a 20°C, periodo de simulación de la comercialización. En caqui, los frutos se almacenaron 5 días a 20°C, simulando un periodo de comercialización directa, o durante un periodo variable de 1 a 4 semanas a 1°C (95% HR), seguido de 5 días a 20°C. En el momento de la recolección y durante el almacenamiento se evaluaron los siguientes parámetros: color, firmeza, pérdida de peso, contenido en sólidos solubles, acidez, índice de madurez, respiración y producción de etileno, producción de compuestos volátiles (acetaldehído y etanol) y calidad sensorial.

De las dos variedades de melocotón estudiadas, la variedad VIVAC0059-08 presentó una buena aptitud a la frigoconservación manteniendo una calidad aceptable tras 4 semanas de almacenamiento a 1°C, mientras que la conservación en la variedad IVIA0101-01, con una alta calidad en recolección, se vio limitada a su consumo directo. De igual manera, las variedades de nectarina y albaricoque estudiadas, con elevada calidad organoléptica, no mostraron una buena aptitud a la conservación en las condiciones de almacenamiento ensayadas. En todos los casos, el factor limitante en la frigoconservación de estas variedades fue el ablandamiento de los frutos.

Teniendo en cuenta que el parámetro limitante en la comercialización de caqui es la pérdida de firmeza, todas las variedades estudiadas presentaron una firmeza adecuada tras el periodo de comercialización de 5 días a 20°C, a excepción de la variedad Tonewase. Las variedades de polinización constante no astringente (PCNA) mantuvieron una firmeza comercial durante un periodo más prolongado (3-4 semanas) de almacenamiento a 1°C que el resto de variedades. Por otra parte, las variedades de polinización constante astringente (PCA) ‘Garidells’ y ‘Ferrán 12’, la variedad de polinización variable no astringente (PVNA) ‘La Selva 14’ y la variedad de polinización variable astringente (PVA) ‘Hiratanenashi’ mostraron una drástica pérdida de firmeza durante la conservación a 1°C, lo que podría indicar una alta susceptibilidad de estas variedades a las bajas temperaturas. De todas las variedades estudiadas que se mostraron aptas para una frigoconservación más o menos prolongada, destacan ‘Aizumishirazu-B’, ‘Reus 6’ y ‘Tomatero’ por su recolección más temprana en comparación con ‘Rojo Brillante’, mientras que ‘Constanti’ y ‘Amankaki’ destacaron por su recolección más tardía, lo que hace que estas variedades sean interesantes para ampliar la campaña de comercialización de caqui. En todas las variedades de PCA, PVNA y PVA el tratamiento aplicado para la eliminación de la astringencia con altas concentraciones de CO₂ fue efectivo.

RESUM

El cultiu de caqui a Espanya ha experimentat en els últims anys un increment important, centralitzat principalment en la varietat Rojo Brillante. Els problemes associats a la centralització del cultiu en una única varietat fan necessari ampliar la gamma varietal amb varietats de recol·lecció primerenca i tardana, a fi d'ampliar el període de comercialització d'este cultiu. En el cas de fruita d'os, en els últims anys s'ha produït una disminució del seu consum degut fonamentalment a un descens de qualita dels fruits, pel que disposar de noves varietats adaptades a les demandes del mercat és determinant per al sector productor.

L'objectiu d'esta Tesi va ser l'avaluació del comportament en frigoconservació de noves varietats de bresquilla, nectarina i albercoc, així com de varietats de caqui de distint origen que amplien la gamma varietal de la Comunitat Valenciana. En fruita d'os es van seleccionar dos varietats de bresquilla, tres de nectarina i nou d'albercoc, procedents dels programes de millora genètica de l'Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA). En caqui, l'estudi es va realitzar en vint-i-una varietats d'importància agronòmica, procedents del banc de germoplasma de l'IVIA. La fruita d'os de cada varietat i campanya es va emmagatzemar a 1°C (95% HR) durant un període entre 1 i 4 setmanes, seguit de 3 dies a 20°C, període de simulació de la comercialització. En caqui, els fruits es van emmagatzemar 5 dies a 20°C, simulant un període de comercialització directa, o durant un període variable d'1 a 4 setmanes a 1°C (95% HR), seguit de 5 dies a 20°C. En el moment de la recol·lecció i durant l'emmagatzemament es van avaluar els paràmetres següents: color, fermesa, pèrdua de pes, contingut en sòlids solubles, acidesa, índex de maduresa, respiració i producció d'etilé, producció de compostos volàtils (acetaldehid i etanol) i qualitat sensorial.

De les dos varietats de bresquilla estudiades, la varietat VIVAC0059-08 va presentar una bona aptitud a la frigoconservació mantenint una qualitat acceptable després de 4 setmanes d'emmagatzemament a 1°C, mentre que la conservació en la varietat IVIA0101-01, amb una alta qualitat en recol·lecció, es va veure limitada al seu consum directe. De la mateixa manera, les varietats de nectarina i albercoc estudiades, amb elevada qualitat organolèptica, no van mostrar una bona aptitud a la conservació en les condicions d'emmagatzemament assajades. En tots els casos, el factor limitant en la frigoconservació d'estes varietats va ser l'ablaniment dels fruits.

Tenint en compte que el paràmetre limitant en la comercialització de caqui és la pèrdua de fermesa, totes les varietats estudiades van presentar una fermesa adequada després del període de comercialització de 5 dies a 20°C, a excepció de la varietat Tonewase. Les varietats de pol·linització constant no astringent (PCNA) van mantindre un fermesa comercial durant un període més prolongat (3-4 setmanes) d'emmagatzemament a 1°C que la resta de varietats. D'altra banda, les varietats de pol·linització constant astringent (PCA) 'Garidells' i 'Ferrán 12', la varietat de pol·linització variable no astringent (PVNA) 'La Selva 14' i la varietat de pol·linització variable astringent (PVA) 'Hiratanenashi' van mostrar una dràstica pèrdua de fermesa durant la conservació a 1°C, el que podria indicar una alta susceptibilitat d'estes varietats a les baixes temperatures. De totes les varietats estudiades que es van mostrar aptes per a una frigoconservació més o menys prolongada, destaquen 'Aizumishirazu-B', 'Reus 6' i 'Tomatero' per la seua recol·lecció més primerenca en comparació amb 'Rojo Brillante', mentre que 'Constant' i 'Amankaki' van destacar per la seua recol·lecció més tardana, la qual cosa fa que estes varietats siguin interessants per a ampliar la campanya de comercialització de caqui. En totes les varietats de PCA, PVNA i PVA el tractament aplicat per a l'eliminació de l'astringència amb altes concentracions de CO₂ va ser efectiu.

ABSTRACT

In recent years, the cultivation of persimmon in Spain has significantly increased, being 'Rojo Brillante' the main cultivar. The problems associated with having the cultivation centralized in a single cultivar make necessary to search for other early and late season cultivars, in order to extend the harvest period. In the case of stone fruits, their consumption has experienced an important reduction in the last years, mainly attributed to a decrease in fruit quality. Therefore, the availability of new cultivars adapted to the market demand is vital for the fruit sector.

The aim of this Thesis was to evaluate the behavior during cold storage of new peach, nectarine and apricot cultivars, as well as persimmon cultivars from different origin that can extend the varietal range in the Comunidad Valenciana. In the case of stone fruit, two peach cultivars, three nectarine cultivars, and nine apricot cultivars, proceeding from the different breeding programs of the Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), were selected. In persimmon, the study was conducted in twenty-one cultivars with good agronomic features coming from the germplasm bank of the IVIA. The stone fruit cultivars were stored at 1°C (95% RH) for a period of 1 to 4 weeks, followed by 3 days at 20°C, simulating shelf-life conditions. Persimmon fruits were stored 5 days at 20°C, simulating retail handling conditions, or during a variable period from 1 to 4 weeks at 1°C (95% RH), followed by 5 days at 20°C. At harvest and during storage the following parameters were evaluated: color, firmness, weight loss, soluble solids content, acidity, maturity index, respiration and ethylene production, volatile compounds production (acetaldehyde and ethanol), and sensory quality.

From the two peach cultivars studied, 'VIVAC0059-08' maintained an acceptable quality after 4 weeks of storage at 1°C; whereas, 'TVIA0101-01', with a high quality at harvest, was only adequate for direct consumption. Similarly, the nectarine and apricot cultivars evaluated, with high sensory quality at harvest, were not suitable for cold storage. In all cases, the limiting factor was fruit softening.

Considering that the limiting factor for persimmon commercialization is the loss of firmness, all the cultivars studied, except 'Tonewase', presented a good firmness after 5 days of storage at 20°C. All the pollination constant non astringent (PCNA) cultivars maintained a commercial firmness during a longer storage period (3-4 weeks) at 1°C than the rest of cultivars. On the other hand, 'Garidells' and 'Ferrán 12' (pollination constant astringent (PCA) cultivars), 'La Selva 14' (pollination variant non astringent (PVNA) cultivar), and 'Hiratanenashi' (pollination variant astringent (PVA) cultivar) showed a drastic loss of firmness during storage at 1°C, which may indicate a high susceptibility of these cultivars to low temperatures. From all the cultivars studied that proved to be suitable for cold storage stand out 'Aizumishirazu-B', 'Reus 6', and 'Tomatero' as early season cultivars, and 'Constantí' and 'Amankaki' as late season cultivars, compared with the mid season cultivar Rojo Brillante, which makes them interesting to extend the marketing season of persimmon. In all the PCA, PVNA and PVA cultivars, the treatment applied with high concentrations of CO₂ was effective removing the astringency of the fruits.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA.....	3
1.1.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE FRUTA DE HUESO.....	3
1.1.1.1. Melocotón y nectarina.....	3
1.1.1.2. Albaricoque.....	3
1.1.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE CAQUI.....	4
1.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA.....	6
1.2.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE FRUTA DE HUESO	6
1.2.1.1. Melocotón y nectarina.....	6
1.2.1.2. Albaricoque.....	10
1.2.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CAQUI.....	14
1.3. INTRODUCCIÓN DE NUEVAS VARIEDADES.....	17
1.3.1. NECESIDAD DE LA AMPLIACIÓN VARIETAL.....	17
1.3.1.1. Melocotón y nectarina.....	17
1.3.1.2. Albaricoque.....	18
1.3.1.3. Caqui.....	18
1.3.2. NUEVAS VARIEDADES DE FRUTA DE HUESO.....	19
1.3.2.1. Nuevas variedades de melocotón y nectarina....	19
1.3.2.2. Nuevas variedades de albaricoque.....	23
1.3.3. VARIEDADES DE CAQUI.....	26

1.4. POSTCOSECHA.....	28
1.4.1. POSTCOSECHA DE FRUTA DE HUESO (MELOCOTÓN, NECTARINA Y ALBARICOQUE).....	28
1.4.1.1. Fisiología, maduración y recolección.....	28
1.4.1.2. Frigoconservación.....	30
1.4.2. POSTCOSECHA DEL CAQUI.....	33
1.4.2.1. Fisiología, maduración y recolección.....	33
1.4.2.2. Desastringencia del fruto.....	34
1.4.2.3. Frigoconservación.....	36
2. OBJETIVOS.....	39
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	43
3.1. MELOCOTÓN, NECTARINA Y ALBARICOQUE.....	45
3.1.1. MATERIAL VEGETAL.....	45
3.1.2. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO POSTCOSECHA.....	47
3.2. CAQUI	49
3.2.1. MATERIAL VEGETAL.....	49
3.2.2. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO POSTCOSECHA.....	52

3.3. DETERMINACIONES ANALÍTICAS.....	55
3.3.1. COLOR.....	55
3.3.2. FIRMEZA.....	55
3.3.3. PÉRDIDA DE PESO.....	56
3.3.4. CONTENIDO EN SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (CSS), ACIDEZ E ÍNDICE DE MADUREZ (IM).....	56
3.3.5. CONTENIDO EN TANINOS SOLUBLES.....	57
3.3.6. PRODUCCIÓN DE ACETALDEHÍDO (AcCOH) Y ETANOL (EtOH).....	58
3.3.7. TASA DE RESPIRACIÓN: PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂).....	59
3.3.8. PRODUCCIÓN DE ETILENO (C ₂ H ₄).....	60
3.3.9. ALTERACIONES FISIOLÓGICAS EN MELOCOTÓN, NECTARINA Y ALBARICOQUE.....	61
3.3.10. ANÁLISIS SENSORIAL.....	61
3.3.10.1. Análisis sensorial de melocotón, nectarina y albaricoque.....	62
3.3.10.2. Análisis sensorial de caqui.....	63
3.3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	65
4. RESULTADOS.....	67
4.1. RESULTADOS FRUTA DE HUESO.....	69
4.1.1. MELOCOTÓN.....	69
4.1.2. NECTARINA.....	80
4.1.3. ALBARICOQUE.....	90

4.2. RESULTADOS CAQUI.....	106
4.2.1. POLINIZACIÓN CONSTANTE NO ASTRINGENTE (PCNA).....	106
4.2.2. POLINIZACIÓN CONSTANTE ASTRINGENTE (PCA)..	114
4.2.3. POLINIZACIÓN VARIABLE NO ASTRINGENTE (PVNA).....	127
4.2.4. POLINIZACIÓN VARIABLE ASTRINGENTE (PVA).....	139
5. DISCUSIÓN.....	153
5.1. FRUTA DE HUESO: MELOCOTÓN, NECTARINA Y ALBARICOQUE.....	155
5.2. CAQUI	164
6. CONCLUSIONES.....	175
6.1. FRUTA DE HUESO.....	177
6.2. CAQUI	178
7. BIBLIOGRAFÍA.....	181
8. ANEJO.....	209

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Producción de melocotón y nectarina en toneladas (t) en los principales países productores.....	7
Tabla 2.	Producción de albaricoque en toneladas (t) en los principales países productores.....	11
Tabla 3.	Producción de caqui en toneladas (t) en los principales países productores.....	15
Tabla 4.	Programas públicos de mejora del melocotonero en el mundo y sus principales objetivos.....	20
Tabla 5.	Selecciones avanzadas de melocotón y nectarina resultantes del programa de mejora del IVIA.....	22
Tabla 6.	Programas públicos de mejora del albaricoquero en el mundo y sus principales objetivos.....	24
Tabla 7.	Calendario de maduración de las variedades preseleccionadas del programa de mejora genética del albaricoquero del IVIA.....	25
Tabla 8.	Programas de mejora del caqui en el mundo y sus principales objetivos.....	26
Tabla 9.	Estado del registro de las variedades estudiadas de melocotón, nectarina y albaricoque en el Registro de Variedades Protegidas (RVP) y en el Registro de Variedades Comerciales (RVC).....	46
Tabla 10.	Variedades de melocotón, nectarina y albaricoque, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.....	48
Tabla 11.	Variedades de caqui estudiadas procedentes del banco de germoplasma del IVIA: Clasificación según tipo de polinización y astringencia.....	49
Tabla 12.	Variedades de caqui, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.....	53

Tabla 13.	Variedades de melocotón, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.....	69
Tabla 14.	Calidad interna, tasa de respiración, producción de etileno, compuestos volátiles y análisis sensorial de las variedades de melocotón estudiadas.....	71
Tabla 15.	Variedades de nectarina, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.....	80
Tabla 16.	Calidad interna, tasa de respiración, producción de etileno, compuestos volátiles y análisis sensorial de las variedades de nectarina estudiadas.....	82
Tabla 17.	Variedades de albaricoque, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.....	90
Tabla 18.	Calidad interna, tasa de respiración, producción de etileno, compuestos volátiles y análisis sensorial de las variedades de albaricoque GG941, Moixent y HG963.....	92
Tabla 19.	Calidad interna, tasa de respiración, producción de etileno, compuestos volátiles y análisis sensorial de las variedades de albaricoque HM964 y Rafel.....	93
Tabla 20.	Calidad interna, tasa de respiración, producción de etileno, compuestos volátiles y análisis sensorial de las variedades de albaricoque Bélgida y Llíria.....	94
Tabla 21.	Calidad interna, tasa de respiración, producción de etileno, compuestos volátiles y análisis sensorial de las variedades de albaricoque GG979 y GG9871.....	95
Tabla 22.	Variedades de PCNA, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.....	106
Tabla 23.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Hana Fuyu.....	107
Tabla 24.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Cal Fuyu.....	107

Tabla 25.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad O'Gosho.....	108
Tabla 26.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Jiro (C-24276).....	108
Tabla 27.	Variedades de PCA, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.....	114
Tabla 28.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Aizumishirazu-A.....	116
Tabla 29.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Reus 6.....	117
Tabla 30.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Tomatero.....	118
Tabla 31.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Fuji.....	118
Tabla 32.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Garidells.....	119
Tabla 33.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Ferrán 12.....	120
Tabla 34.	Variedades de PVNA, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.....	127
Tabla 35.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Amankaki.....	130
Tabla 36.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Bétera 3.....	130
Tabla 37.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Kaki Tipo.....	131
Tabla 38.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Constantí.....	131

Tabla 39.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad La Selva 14.....	132
Tabla 40.	Variedades de PVA, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.....	139
Tabla 41.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Aizumishirazu-B.....	141
Tabla 42.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Tonewase.....	141
Tabla 43.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Hiratanenashi.....	142
Tabla 44.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Xato de Bonrepós.....	143
Tabla 45.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Bétera 2.....	144
Tabla 46.	Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Reus 15.....	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Producción de melocotón y nectarina en España.....	9
Figura 2.	Producción de nectarina en España.....	9
Figura 3.	Producción de melocotón en la Comunidad Valenciana..	10
Figura 4.	Producción de albaricoque en España.....	12
Figura 5.	Producción de albaricoque en la Comunidad Valenciana	13
Figura 6.	Producción de caqui 'Rojo Brillante' del C.R.D.O. 'Kaki Ribera del Xúquer'.....	16
Figura 7.	Ficha de análisis sensorial de albaricoque, melocotón y nectarina.....	63
Figura 8.	Ficha de análisis sensorial de caqui.....	64
Figura 9.	Curva no lineal con asíntota en 5 y ordenada en el origen en 1 que relaciona la firmeza sensorial con la firmeza instrumental.....	211

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.	Agrietamiento en las variedades de caqui Hana Fuyu (a), Cal Fuyu (b), Bétera 3 (c y d) y Constantí (e y f).....	51
Fotografía 2.	Color de la pulpa de la variedad de melocotón VIVAC0059-08 tras 1 semana a 1°C más 3 días a 20°C (a) y tras 2 semanas a 1°C más 3 días a 20°C (b) y de la variedad IVIA0101-01 tras 1 semana a 1°C más 3 días a 20°C (c y d).....	70
Fotografía 3.	Aspecto externo de las variedades de melocotón VIVAC0059-08 (a y c) e IVIA0101-01 (b y d) en el momento de recolección.....	73
Fotografía 4.	Aspecto externo de las variedades de melocotón VIVAC0059-08 (a) e IVIA0101-01 (b) tras 2 semanas a 1°C en la campaña 2009.....	74
Fotografía 5.	Síntomas de sobremaduración en las variedades de melocotón VIVAC0059-08 (a y b) e IVIA0101-01 (c y d) tras 1 semana de almacenamiento a 1°C más 3 días a 20°C.....	79
Fotografía 6.	Color de la pulpa de las variedades de nectarina IVIA9901-01 (a), IVIA0101-02 (b) e IVIA0001-01 (c).....	81
Fotografía 7.	Aspecto externo de las variedades de nectarina IVIA9901-01 (a y c), IVIA0101-02 (b y d) e IVIA0001-01 (e y f) en el momento de recolección.	84
Fotografía 8.	Aspecto externo de la variedad de nectarina IVIA0001-01 tras 1 semana de almacenamiento a 1°C más 3 días a 20°C.....	85

Fotografía 9.	Aspecto interno de frutos de las variedades de nectarina IVIA9901-01 (a), IVIA0001-01 (b) e IVIA0101-02 (c) tras 1 semana de almacenamiento a 1°C más 3 días a 20°C, y la variedad IVIA0101-02 (d) tras 2 semanas de almacenamiento en frío, con síntomas de sobremaduración.....	89
Fotografía 10.	Aspecto externo de las variedades de albaricoque 'Moixent' (a), 'GG9871' (b), 'HG963' (c) y 'HM964' (d) en el momento de la recolección.....	97
Fotografía 11.	Aspecto de la variedad de albaricoque 'Rafel' en el momento de recolección (a y b), tras 1 semana a 1°C más 3 días a 20°C (c) y tras 3 semanas a 1°C más 3 días a 20°C (d). Fotografías procedentes de la campaña 2009.....	98
Fotografía 12.	Aspecto de la variedad de albaricoque 'Bèlgida' en el momento de la recolección (a y b), tras 1 semana a 1°C más 3 días a 20°C (c) y tras 3 semanas a 1°C más 3 días a 20°C (d). Fotografías procedentes de la campaña 2009.....	99
Fotografía 13.	Aspecto de la variedad de albaricoque 'Lliria' en el momento de recolección en la campaña 2009 (a y b) y tras 1 semana a 1°C más 3 días a 20°C en la campaña 2008 (c) y en la campaña 2009 (d).....	100
Fotografía 14.	Zona pardeada alrededor del hueso de la variedad de albaricoque 'Lliria'.....	105
Fotografía 15.	Moteado de la pulpa en: la variedad Amankaki (a), Bétera 3 (b), Kaki Tipo (c), Constantí (d) y La Selva 14 (e).....	129
Fotografía 16.	Color externo en recolección de las variedades Bétera 3 (a, b, c), Constantí (d, e, f) y La Selva 14 (g, h, i), correspondiente a las campañas 2007 (a, d, g), 2008 (b, e, h) y 2009 (c, f, i).....	133
Fotografía 17.	Moteado negro en la pulpa de la variedad Bétera 2	152

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A: Astringencia

AcCOH: Acetaldehído

C: Comercialización

CAPAA: Conselleria de Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua

CD: Comercialización Directa

CF: Color de fondo o 'ground color'

CR: Zona de color más rojizo o 'blush color'

C.V.: Comunidad Valenciana

C.R.D.O.: Consejo Regulador de la Denominación de Origen

CSS: Contenido en Sólidos Solubles

EtOH: Etanol

F: Firmeza

FAO: Food and Agriculture Organization

IC: Índice de color

IM: Índice de madurez

ISO: Organización Internacional de Normalización o 'International Organization for Standardization'

IVIA: Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias

MAGRAMA: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

1-MCP: 1-metilciclopropeno

MDS: Mínima diferencia significativa

- MS:** Malos Sabores
- PCA:** Polinización constante astringente
- PCNA:** Polinización constante no astringente
- PEG:** Polietilenglicol
- PP:** Pérdida de peso
- PPV:** *Plum pox virus* (virus de la sharka)
- PVA:** Polinización variable astringente
- PVNA:** Polinización variable no astringente
- rpm:** revoluciones por minuto
- RVP:** Registro de Variedades Protegidas
- RVC:** Registro de Variedades Comerciales
- sem:** semana/semanas
- SG:** Sabor Global
- TS:** Taninos solubles
- UNE:** Una Norma Española

1. INTRODUCCIÓN

1.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

1.1.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE FRUTA DE HUESO

1.1.1.1. MELOCOTÓN Y NECTARINA

El melocotón [*Prunus persica* (L) Batsch] y la nectarina [*Prunus persica* (L) Batsch, var. nectarina] (mutante del melocotón de piel suave) pertenecen a la familia de las Rosaceae, subfamilia Prunoideae, género *Prunus* y subgénero *Amygdalus* (Joshi y Bhutani, 1995).

El melocotón es originario de China (Salunkhe y Desai, 1984) y fue difundido por el Mediterráneo por los romanos, extendiéndose rápidamente por Europa (Badenes, 2007). En el siglo XVI, se estableció en México y los misioneros españoles lo introdujeron en California en el siglo XVIII, que posteriormente se convirtió en la zona de producción más importante después de China e Italia (LaRue, 1989).

Se trata de los frutos de hueso más importantes cultivados en zonas templadas del mundo, aunque su cultivo se ha encontrado también en zonas subtropicales pero con una calidad más pobre. Los centros más importantes de producción comercial de melocotones se encuentran entre las latitudes 30 y 45° de ambos hemisferios (Hesse, 1975).

1.1.1.2. ALBARICOQUE

El albaricoque (*Prunus armeniaca*), al igual que el melocotón y la nectarina, pertenece a la familia de las Rosaceae y muchos de los albaricoques cultivados pertenecen a la especie *Prunus armeniaca* L.

El albaricoque es un fruto nativo del centro y del oeste de China (Magness, 1951). Según Vavilov (1951), se originó en 3 centros: China, Asia Central y Oriente Próximo. Los romanos difundieron esta especie en la cuenca mediterránea y los países europeos. Las nuevas rutas navales en los siglos XV y XVI determinaron su expansión por América y

Sudáfrica. Posteriormente en el siglo XVIII y XIX se introdujo el cultivo de estos frutales en Australia y Nueva Zelanda (Badenes *et al.*, 2006).

1.1.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE CAQUI

El caqui pertenece al género *Diospyros* de la familia botánica Ebenaceae (Roy *et al.*, 1995). El nombre botánico comúnmente aceptado para el caqui es *Diospyros caqui*. Este género, el cual comprende más de 2.000 especies, es originario de China, donde su cultivo se inició algunos siglos antes de Cristo. Posteriormente se introdujo en Japón y Corea en los siglos VII y XIV, respectivamente, y en Europa en el siglo XVII (Llácer y Badenes, 2002b). En España, el caqui fue introducido a final del siglo XIX. Su cultivo se desarrolló principalmente como árboles aislados, mezclados con otros frutales en los jardines, huertos familiares o en pequeñas plantaciones destinadas al consumo local (Llácer y Badenes, 2002a). En los últimos 15 años, sin embargo, se ha producido en España el mayor y más rápido crecimiento y expansión de la producción de caqui de toda la cuenca del Mediterráneo.

Los frutos de caqui se clasifican en cultivares ‘astringentes’ y ‘no astringentes’, dependiendo de si pierden o no la astringencia en el árbol en su madurez (Yamada *et al.*, 2012). Los primeros son aquellos que pueden ser consumidos inmediatamente tras la recolección; los segundos por el contrario, deben ser sometidos a procesos de sobremaduración o eliminación de la astringencia antes de ser consumidos (Arnal, 2003; Besada, 2008). A su vez, estos grupos se subdividen, en función de su respuesta a la polinización, en variedades de ‘polinización constante’ y ‘polinización variable’. Los cultivares de polinización constante se caracterizan por no mostrar cambios de color en la pulpa bajo la influencia de la polinización, mientras que en cultivares de polinización variable el color de la pulpa se oscurece como consecuencia de la polinización (Ito, 1980).

Teniendo en cuenta estas clasificaciones, Bellini (1982) describió cuatro grupos pomológicos en los que se agrupan las distintas variedades de caqui:

- Polinización constante no astringente (PCNA): Variedades no astringentes en el momento de la recolección comercial, independientemente de la presencia de semillas (Ito, 1971; Bellini, 1982; Sugiura, 1983; Ito, 1986; Naval *et al.*, 2012). La carne es clara y normalmente presentan pequeñas manchas oscuras.
- Polinización variable no astringente (PVNA): Variedades con frutos no astringentes en el momento de la recolección comercial si están fecundados (frutos con semillas), pero que pueden ser astringentes si no están fecundados (frutos sin semillas) (Mori, 1958; Hulme, 1971; Ito, 1971; Ito, 1986). En frutos fecundados, la carne es oscura y presenta manchas marrones alrededor de las semillas (Naval *et al.*, 2012). Si los frutos no están fecundados (partenocárpicos), la carne es clara en el momento de la recolección (Bellini, 1982; Sugiura, 1983; Naval *et al.*, 2012).
- Polinización constante astringente (PCA): Variedades con frutos astringentes en el momento de la recolección comercial, independientemente de la presencia de semillas (Ito, 1971; Bellini, 1982; Sugiura, 1983; Ito, 1986; Naval *et al.*, 2012). La carne es clara y no presenta manchas marrones (Mori, 1958; Hulme, 1971; Naval *et al.*, 2012).
- Polinización variable astringente (PVA): Variedades de caqui que presentan una pulpa no astringente únicamente alrededor de las semillas, donde se forma una zona marrón (Ito, 1971; Ito, 1986; Naval *et al.*, 2012). En la práctica este tipo de variedades se comportan como astringentes tanto si están fecundados como si no.

1.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA

1.2.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE FRUTA DE HUESO

1.2.1.1. MELOCOTÓN Y NECTARINA

El melocotonero es la tercera especie frutal de mayor producción a nivel mundial después del manzano y del peral. En la Unión Europea (UE) ocupa el segundo lugar tras el manzano, tanto en superficie como en producción, mientras que en España el melocotonero es la especie de fruta dulce más cultivada y se caracteriza por su extraordinario dinamismo varietal, por un incremento ligero de la superficie ocupada y un aumento mucho más acusado de la producción (Llácer *et al.*, 2009).

La Tabla 1 muestra la producción en toneladas de melocotón y nectarina en los principales países productores del mundo desde el año 1998 al 2010. Como se puede observar, la producción mundial de melocotón y nectarina se ha duplicado en los últimos 13 años. China es la principal responsable de esta situación ya que ha triplicado su producción, situándose como el primer productor mundial, seguida de Italia y Estados Unidos de América (USA).

España, en la actualidad se sitúa en cuarto lugar, con un 6% de la producción mundial, seguida de Grecia y otros países mediterráneos como Turquía, Francia, Egipto y la República Islámica del Irán.

Tabla 1: Producción de melocotón y nectarina en toneladas (t) en los principales países productores.

PAÍSES	PRODUCCIÓN (t)						
	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010
CHINA	3.237.215	3.851.919	5.259.806	7.040.472	8.243.298	9.563.679	10.718.048
USA	1.292.280	1.412.400	1.422.020	1.429.810	1.132.530	1.304.350	1.044.440
ITALIA	1.425.600	1.655.250	1.586.590	1.710.010	1.664.810	1.589.120	1.590.660
ESPAÑA	907.400	1.129.850	1.275.830	987.574	1.245.530	1.244.290	1.134.750
GRECIA	527.580	949.943	687.000	875.544	767.938	734.100	639.400
FRANCIA	341.300	480.657	455.461	396.652	394.541	299.096	324.401
EGIPTO	429.853	240.193	339.266	360.937	427.639	399.416	273.256
TURQUÍA	410.000	430.000	455.000	372.000	552.775	551.906	534.903
CHILE	206.300	260.000	293.000	311.000	345.000	372.000	357.000
SUDÁFRICA	214.040	223.064	189.647	183.652	166.955	182.784	152.240
ARGENTINA	261.648	209.634	211.922	272.442	260.000	308.731	318.000
R. ISLÁMICA DEL IRÁN	267.165	350.000	385.000	400.769	370.958	574.958	500.000
JAPÓN	169.700	174.600	175.100	151.900	146.300	157.300	136.700
R. DE COREA	151.313	170.044	187.542	200.534	193.816	189.064	138.580
MÉXICO	116.014	147.211	197.946	201.957	222.063	202.066	227.421
BRASIL	140.047	182.460	218.292	235.720	199.719	239.149	220.739
R.P.D. DE COREA	116.194	107.387	122.000	160.416	120.000	138.547	116.000
INDIA	101.000	120.000	146.176	163.851	193.342	229.557	286.500
PORTUGAL	66.034						
AUSTRALIA	87.564	112.000	117.474	99.489	139.570	128.000	
TÚNEZ		73.000	82.000	100.000			121.100
ARGELIA					117.504	118.757	174.200
TOTAL MUNDO	10.468.247	12.279.612	13.807.072	15.654.729	16.904.288	18.526.870	19.008.338

R.P.D.: República Popular Democrática. Fuente: FAO (FAOSTAT, 2011).

Según datos del Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA, 2011), la superficie total cultivada en España de melocotón y nectarina alcanzó sus valores máximos en los años 2006 y 2007 con 80,5 miles de ha. En el caso de la nectarina, la superficie cultivada casi se duplicó en un periodo de 8 años hasta alcanzar 28,6 miles de ha en el 2010.

El aumento de superficie cultivada, junto con la innovación varietal y la mejora tecnológica de los últimos años en España han propiciado un incremento progresivo de la producción de melocotón y nectarina, que ha permitido a su vez incrementar y diversificar notablemente la oferta (Iglesias *et al.*, 2010). Así, entre los años 1990 y 2010, la producción de melocotones y nectarinas se duplicó, pasando de 629,3 miles de t a 1.186,9 miles de t (Figura 1). De igual manera, la producción de nectarina pasó de 286 miles de t en el año 2003 a 429,5 miles de t en el 2010 (Figura 2).

En cuanto al volumen de importaciones de melocotón y nectarina en nuestro país es muy pequeño en comparación con el de las exportaciones, que se han multiplicado por 13 desde 1990, de tal forma que en el año 2009 España exportó casi el 47% de su producción total. Lo mismo ocurre con el cultivo de la nectarina, donde el volumen de exportación casi se ha duplicado desde el año 2003, exportando en el año 2009 casi el 79% de su producción total (MAGRAMA, 2011).

En España, el cultivo de melocotón y nectarina se localiza principalmente en las regiones del arco mediterráneo (Comunidad Valenciana, Cataluña y Región de Murcia), Andalucía, Aragón y Extremadura, siendo Cataluña, Aragón y Murcia las más importantes (Iglesias, 2010; Iglesias *et al.*, 2010; MAGRAMA, 2011). En la Comunidad Valenciana, la producción en la campaña 2011 fue de 32.440 t, observándose un aumento del 21% respecto a la campaña 2010 y rompiendo la tendencia de años anteriores con producciones en descenso (Figura 3) (Conselleria de Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua (CAPAA), 2012).

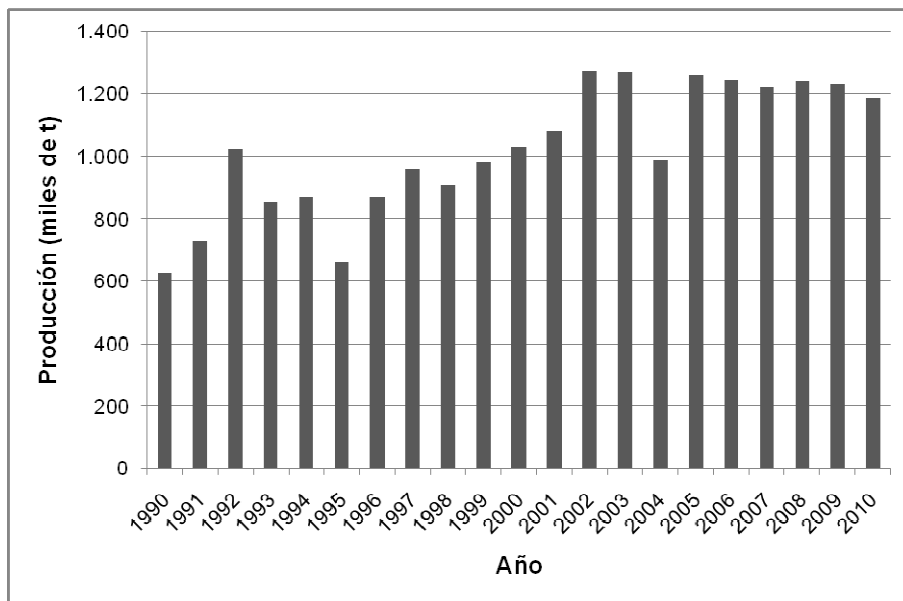


Figura 1: Producción de melocotón y nectarina en España.

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA, 2011).

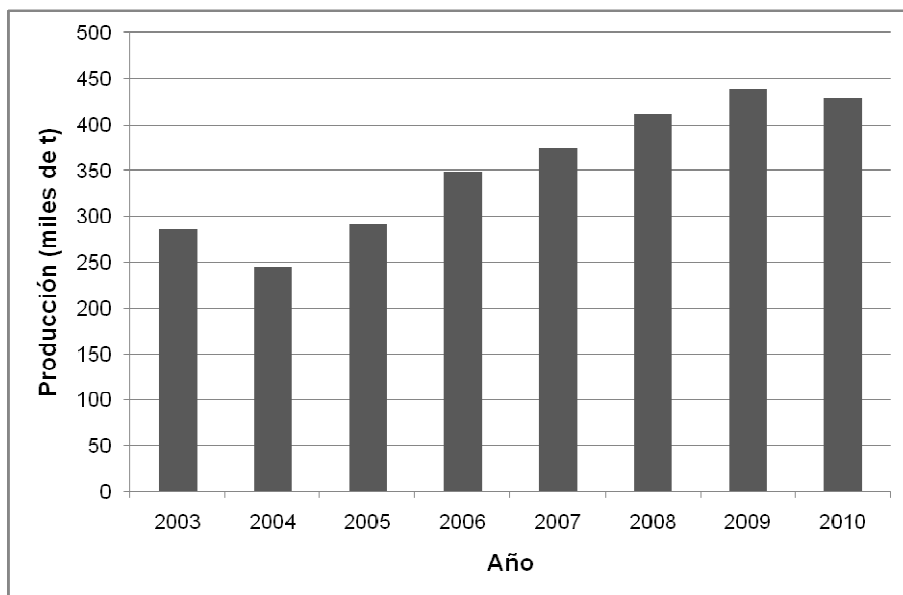


Figura 2: Producción de nectarina en España.

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA, 2011).

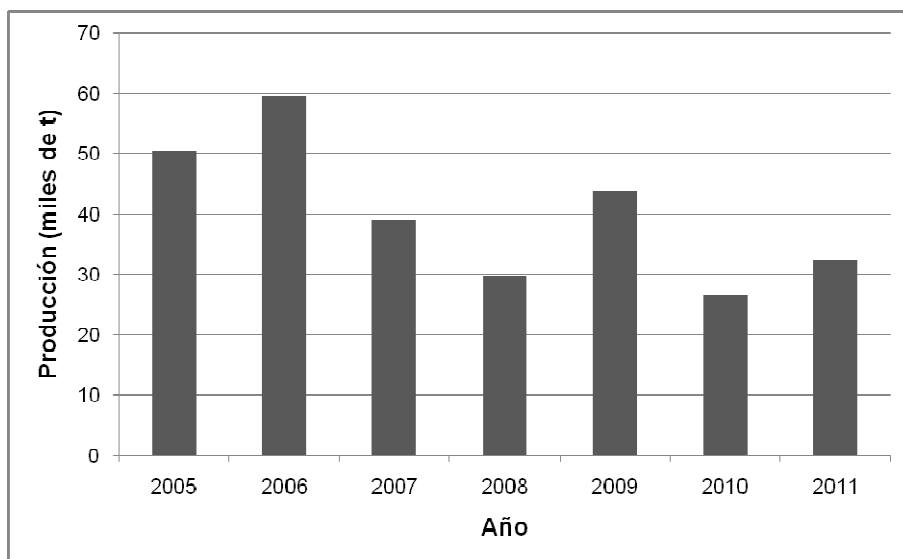


Figura 3: Producción de melocotón en la Comunidad Valenciana.

Fuente: Conselleria de Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua (CAPAA, 2012)

1.2.1.2. ALBARICOQUE

La Tabla 2 muestra la producción en toneladas de albaricoque en los principales países productores en los últimos 13 años (período 1998-2010). La producción mundial de albaricoque aumentó de manera progresiva en dicho periodo, hasta alcanzar 3.038.032 t en el año 2010, siendo Turquía el principal país productor con un 14 - 28% de la producción mundial, seguido de la República Islámica del Irán (7 - 15% de la producción mundial), Pakistán e Italia (6 - 9% de la producción mundial).

España, por el contrario, ha experimentado un descenso significativo en la producción de albaricoque (Figura 4), pasando de ser el cuarto país productor en 1998 a ocupar la posición número 15 en el año 2010.

Tabla 2: Producción de albaricoque en toneladas (t) en los principales países productores.

PAÍSES	PRODUCCIÓN (t)						
	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010
TURQUÍA	540.000	579.000	352.000	350.000	483.459	750.574	476.132
R. ISLAMICA DEL IRÁN	243.327	262.432	284.000	166.373	346.000	487.333	400.000
PAKISTÁN	190.852	125.889	129.700	214.800	177.266	237.937	200.300
FRANCIA	80.295	138.944	169.418	166.136	179.812	94.516	139.569
ESPAÑA	149.800	142.498	127.549	121.486	156.872	109.108	75.000
USA	107.501	79.650	81.647	91.716	40.530	74.035	59.400
CHINA	67.049	88.317	72.218	96.509	83.001	77.812	94.995
MARRUECOS	116.800	119.600	86.200	85.000	129.440	113.216	132.398
ITALIA	135.613	201.372	200.110	213.425	221.994	205.493	252.892
UCRANIA	59.600	102.100	68.500	99.300		88.900	77.200
SUDÁFRICA	64.217	57.258	56.672	96.968	83.639	61.222	58.942
FEDERACIÓN DE RUSIA	38.000	67.000	60.740	80.100	39.000	57.500	51.000
LÍBANO	47.700		39.300			32.500	33.900
UZBEKISTÁN	30.000	68.000	97.000	162.000	235.637	265.000	325.000
GRECIA	38.922	83.634	70.272	89.538	71.586	77.400	76.800
EGIPTO	45.110	62.613	103.070	72.523	100.799	106.165	92.704
AFGANISTÁN	42.462	38.207	39.532	44.258	50.000	57.457	66.000
ARGELIA	58.110	56.354	73.733	87.991	167.017	172.409	239.700
R. ÁRABE SIRIA	67.192	78.873	100.902	75.700	98.538	100.900	93.700
CHILE							
RUMANIA	37.000				38.754		
JAPÓN		121.200	112.600	113.600	119.700	121.000	92.400
HUNGRÍA				35.155	40.281		
ARMENIA		36.720					
TUKMENISTÁN							
TOTAL MUNDO	2.159.550	2.509.661	2.325.163	2.462.578	2.863.325	3.290.477	3.038.032

11 Fuente: FAO (FAOSTAT, 2011).

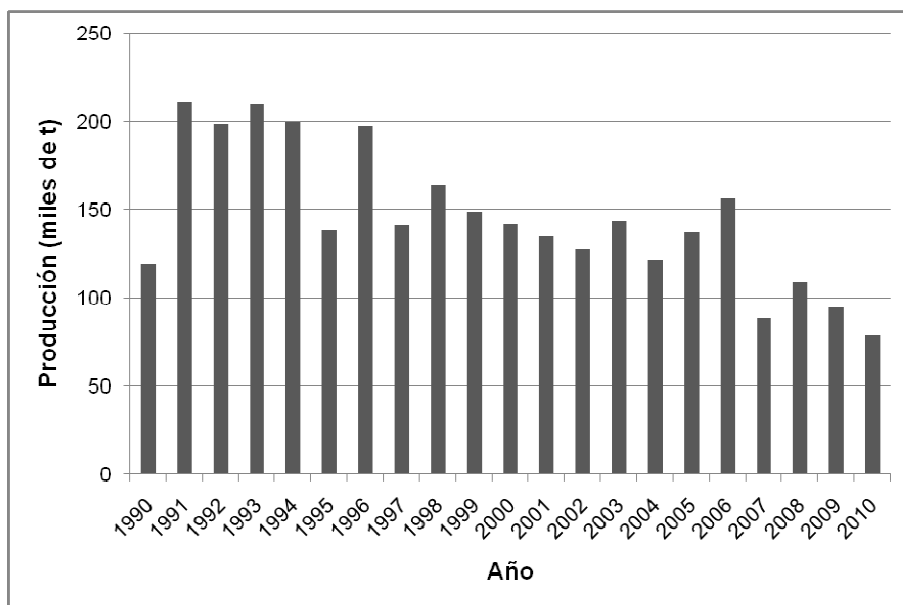


Figura 4: Producción de albaricoque en España.

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA, 2011).

A pesar del descenso en la producción de este frutal, el volumen de las importaciones de albaricoque en España es muy pequeño, entre 0,1 y 1,5 miles de t, mientras que el volumen de las exportaciones, durante el periodo comprendido entre el año 1990 y el 2010, se ha multiplicado por 4. De tal modo, que en el año 2009 España exportó casi el 43% de su producción total.

Las principales zonas productoras y de mayor superficie cultivada de albaricoque en España son la Región de Murcia (situada en primer lugar tanto en producción como en superficie cultivada y con una gran diferencia respecto al resto de Comunidades Autónomas), la Comunidad Valenciana, Castilla-La Mancha, Aragón y Baleares. En los últimos años, se ha observado un aumento de la producción en Cataluña y Andalucía, mientras que en Baleares ha disminuido (MAGRAMA, 2011).

En la Comunidad Valenciana la producción (Figura 5) se centra mayoritariamente en la provincia de Valencia (entre un 47 y un 85% de la producción total de la C.V.), tal y como ocurre en el caso del melocotón. Al igual que lo observado en la producción española, se ha registrado un descenso significativo en la producción de albaricoque, teniendo la última campaña una producción cercana a los 7.000 t (Conselleria de Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua, 2012).

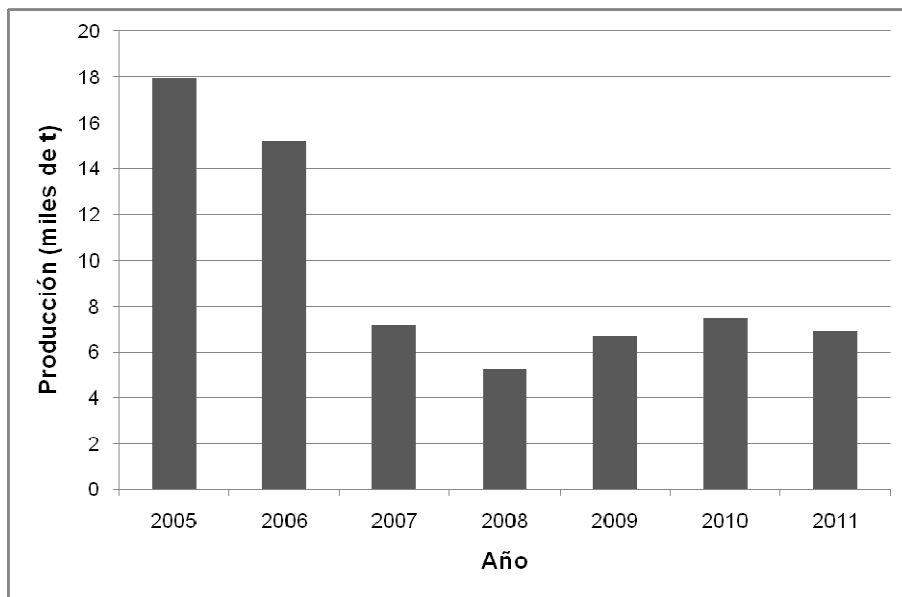


Figura 5: Producción de albaricoque en la Comunidad Valenciana.

Fuente: Conselleria de Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua (CAPAA, 2012)

1.2.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CAQUI

Según datos de la FAO (FAOSTAT, 2011), la producción mundial de caqui se ha duplicado desde el año 1998 hasta el 2010, donde se alcanzaron 4.056.986 t (Tabla 3).

China es, con mucha diferencia, el primer productor mundial de caqui con un porcentaje que varía entre el 60 y el 75% de la producción mundial total, seguido de la República de Corea y Japón. Dentro de los países no asiáticos, los países con tradición en plantaciones comerciales de caqui son Italia, Israel y Brasil.

España, a pesar de no aparecer en los datos aportados por la FAO, ha experimentado en los últimos 10 años la mayor y más rápida expansión de este cultivo entre los países de la cuenca mediterránea, alcanzando en el año 2010 una producción cercana a las 44.000 t (Figura 6). El motivo principal de esta expansión ha sido el incremento que ha tenido lugar en la zona de la Denominación de Origen 'Kaki Ribera del Xúquer' (Ribera Alta, Valencia) con la producción del cultivar autóctono 'Rojo Brillante'. Esta variedad, perteneciente al grupo de los cultivares astringentes en el momento de la recolección, tiene un gran interés debido a que los árboles son muy productivos, necesitan poco o ningún aclareo y proporcionan frutos muy grandes y atractivos por su forma y color con buen sabor y aroma, sin presentar dificultad para la eliminación de la astringencia (Arnal, 2003; Llácer y Badenes, 2003; Besada, 2008).

Tabla 3: Producción de caqui en toneladas (t) en los principales países productores.

PAÍSES	PRODUCCIÓN (t)						
	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010
CHINA	1.333.102	1.615.801	1.775.337	2.034.387	2.346.745	2.744.889	3.045.801
JAPÓN	260.100	278.800	269.300	232.500	232.700	266.600	189.400
R. DE COREA	260.671	287.847	281.143	299.046	352.822	430.521	390.611
AZERBAIYÁN	78.000	96.000	103.000	48.089	124.485	132.179	142.188
ITALIA	62.000	42.450	54.170	57.110	53.100	50.000	49.000
BRASIL	60.423	63.300	141.364	162.288	168.274	173.297	164.495
ISRAEL	17.400	13.121	35.700	38.700	24.606	45.350	30.216
UZBEKISTÁN		16.000	16.500	19.000	27.213	31.000	38.000
R. ISLÁMICA IRÁN	1.262	1.331	1.411	1.593	1.474	1.576	2.100
NUEVA ZELANDIA	1.194	1.352	2.900	3.000	2.428	2.900	2.600
AUSTRALIA	681	759	866	881	700	720	670
ESLOVENIA				525	398	441	805
MÉXICO	440	481	483	275	287	440	410
NEPAL	340	360	410	423	476	509	690
TOTAL MUNDO	2.075.613	2.417.602	2.682.584	2.897.817	3.335.708	3.880.422	4.056.986

Fuente: FAO (FAOSTAT, 2011).

En la actualidad, la producción del caqui 'Rojo Brillante' en la Ribera del Júcar representa el 96% de la producción total en la Comunidad Valenciana y el 83% de la producción española, habiendo superado ya a la producción italiana que durante muchos años ha sido la más importante de Europa (Bellini *et al.*, 2008). La aplicación de tecnologías postcosecha para eliminar la astringencia del fruto, que permiten comercializarlo como no astringente y firme, junto con sus características agronómicas y de calidad, han contribuido a su éxito comercial. Según datos facilitados por el Consejo Regulador de la Denominación de Origen (C.R.D.O.) 'Kaki Ribera del Xúquer', esta nueva forma de presentación representa más de un 99% del caqui comercializado, dedicándose aproximadamente un 70% a la exportación a países de la Unión Europea, principalmente Alemania y Francia.

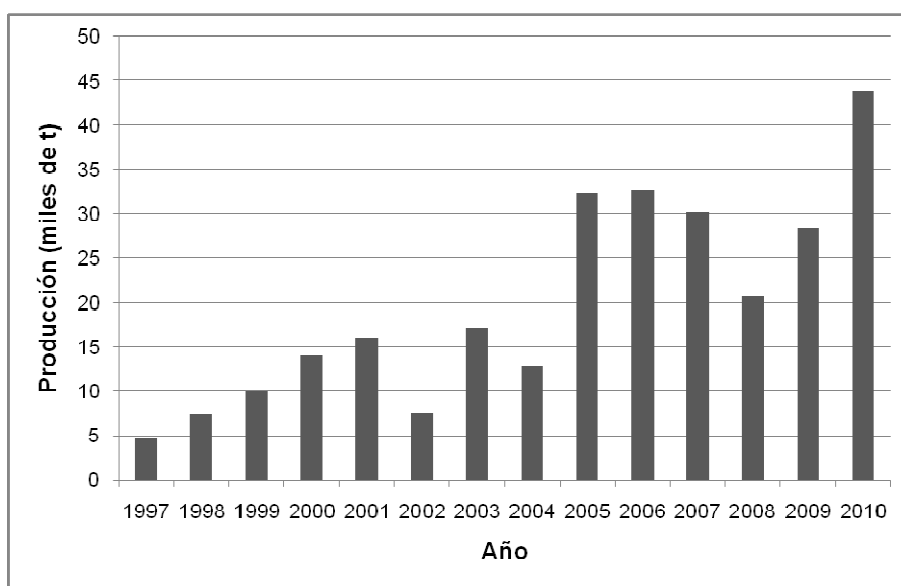


Figura 6: Producción de caqui 'Rojo Brillante' del C.R.D.O. 'Kaki Ribera del Xúquer'.

Fuente: C.R.D.O. 'Kaki Ribera del Xúquer'

1.3. INTRODUCCIÓN DE NUEVAS VARIEDADES

1.3.1. NECESIDAD DE LA AMPLIACIÓN VARIETAL

1.3.1.1. MELOCOTÓN Y NECTARINA

En España, el melocotonero es la especie de fruta dulce que ha experimentado un mayor crecimiento en producción en los últimos 20 años. Sin embargo, a pesar del progresivo aumento de la producción de este cultivo, diversas estadísticas indican una tendencia a la disminución del consumo, asociado principalmente a una falta de calidad interna de los frutos (Byrne, 2002; Iglesias *et al.*, 2005). En muchos casos, la recolección anticipada para evitar pérdidas en el proceso de comercialización y/o para adelantar el periodo de comercialización conlleva a ofertar al consumidor frutos con falta de sabor y excesiva firmeza, con una calidad irregular y falta de identificación del producto según la tipología de fruto (dulce-ácido) (Llácer *et al.*, 2009; Iglesias *et al.*, 2010). Además, gran parte de la innovación varietal en los últimos años ha ido dirigida a la mejora de la calidad externa de los frutos, sobre todo de la coloración y el calibre, sin tener en cuenta aspectos de sabor (Iglesias *et al.*, 2005).

Además de la falta de calidad interna de los frutos de muchas de las variedades cultivadas, existen otros problemas importantes que afectan a este cultivo (Llácer, 2009; Llácer *et al.*, 2009):

- Mala adaptación de muchas variedades foráneas, especialmente las californianas, a las condiciones agroclimáticas españolas, lo que origina frecuentemente bajas producciones.
- Excesiva dependencia de las variedades obtenidas en programas de mejora extranjeros, lo que hace que su disponibilidad en algunos casos esté restringida a determinados grupos y se requieran excesivos ‘royalties’ para su plantación.
- Incidencia de plagas, enfermedades y diferentes estreses abióticos.

- Costes de producción elevados (aclareo, poda, tratamientos y recolección, fundamentalmente).

1.3.1.2. ALBARICOQUE

La producción de albaricoque en España ha descendido significativamente en los últimos años. Este descenso ha sido especialmente importante en la Comunidad Valenciana donde la producción se ha reducido a la tercera parte en los últimos 15 años (Llácer, 2007). La causa principal de este descenso ha sido la aparición del virus de la sharka (*Plum pox virus* o PPV) que desde su detección en España en 1984 no ha cesado de progresar, produciendo graves deformaciones y alteraciones en los frutos que impiden su comercialización, tanto para fresco como para conserva (Llácer *et al.*, 1985; Llácer, 1987). Este grave problema ha sido el principal motor que ha llevado a la introducción de nuevas variedades resistentes al virus de la sharka que permitan recuperar el mercado de este frutal.

De manera adicional, otro objetivo en la búsqueda de nuevas variedades es la obtención de frutos con una firmeza adecuada que permita posteriores tratamientos postcosecha de almacenamiento, manipulación y transporte y que presenten buenas características organolépticas.

1.3.1.3. CAQUI

En España, y sobre todo en la Comunidad Valenciana, tal y como se ha indicado anteriormente, prácticamente la totalidad de la producción de caqui está centralizada en la variedad 'Rojo Brillante', la cual presenta una excelente calidad (Llácer y Bádenes, 2002b). El hecho de basar el cultivo del caqui en una única variedad puede comprometer el futuro del mismo, ya que ello presenta riesgos comerciales y sanitarios.

Además, hay que tener en cuenta que el periodo de recolección de esta variedad se centraliza en dos meses, de octubre a diciembre, con los problemas que plantea el no tener posibilidad de estratificar la

recolección de los frutos y su posterior comercialización. Es por ello que se hace necesario ampliar la gama varietal con variedades de recolección tanto temprana como tardía.

1.3.2. NUEVAS VARIEDADES DE FRUTA DE HUESO

1.3.2.1. NUEVAS VARIEDADES DE MELOCOTÓN Y NECTARINA

Los problemas del cultivo del melocotonero tratan de resolverse con la obtención de nuevas variedades a través de programas de mejora genética mediante cruzamientos dirigidos. Actualmente existen más de 70 programas de mejora en el mundo, liderados por Estados Unidos, de donde proceden el 50% de las nuevas variedades obtenidas, mientras que el 30% procede de Europa (principalmente de Francia e Italia) y el resto de Sudáfrica, Australia, China, Japón, México y Brasil (Byrne, 2002; 2005).

Los programas de mejora pueden ser públicos o privados, pero predominan los de financiación privada. La mayoría de los programas realizados por empresas privadas dedican casi todo su esfuerzo a la obtención de ‘novedades’ con variedades que el consumidor pueda distinguir de las demás por alguna característica en su presentación o de sabor particular. Por el contrario, los programas realizados por centros públicos se centran más en el desarrollo de bancos de germoplasma, estudios de genómica y tecnologías que permitan la selección, mejora e introducción de resistencias frente a factores bióticos y abióticos (Iglesias *et al.*, 2005), lo que indudablemente requiere más tiempo y es costoso, pero tiene un indudable interés. La Tabla 4 refleja los principales programas públicos de mejora del melocotonero en el mundo junto con la institución en que se desarrolla así como los objetivos de dichos programas.

Tabla 4: Programas públicos de mejora del melocotonero en el mundo y sus principales objetivos.

PAÍS	OBJETIVOS
Australia (Univ. Of Western Sydney)	Mejorar calibre, calidad interna del fruto y largo periodo de conservación postcosecha. Obtener variedades para conserva
Brasil (EMBRAPA)	Mejorar la adaptabilidad, resistencia a enfermedades y calidad del fruto. Obtener variedades para conserva.
China (Beijing Institute of Pomology)	Mejorar la calidad del melocotón 'Platicarpa'
China (Taiwan) (Agricultural Research Institute)	Obtener frutos con alto contenido en azúcares, productividad y adaptación a bajas horas frío.
España (IVIA, Valencia; Aula Dei CSIC, Zaragoza; CITA, Zaragoza)	Alargar la campaña con fruta de mayor calidad y resistente a la manipulación postcosecha. Producción de frutos con características peculiares
Italia (CRA-ISF Roma; CRA-ISF Forlì; Universidad de Florencia; Universidad de Bolonia; Universidad de Palermo)	Mejorar la adaptabilidad, precocidad, frutos con mayor sabor y firmeza, resistencia a la manipulación, mayor vida postcosecha y resistencia a enfermedades. Obtener variedades para conserva
Nueva Zelanda (HortResearch)	Mejorar calibre, calidad interna del fruto y largo periodo de conservación postcosecha.
Polonia (Research Institute of Pomology and Floriculture)	Obtener frutos con resistencia al frío.
Rumania (Research Station for Fruit Tree Growing Banaesa)	Mejorar la calidad del fruto fresco e industrialización. Mejora de la productividad.
USA (Univ. De Florida-Georgia; USDA Byron; North Carolina University; Rutgers University; Michigan University; USDA Belsville; Clemson University; Texas A & M University; USDA Fresno; California University; Arkansas University)	Mejorar resistencia a enfermedades, resistencia al frío, alargamiento de la campaña de recolección, adaptación a bajas necesidades de frío invernal, frutos con mayor contenido en compuestos beneficiosos para la salud, aumento de la diversidad en formas y colores de la pulpa, mejora del sabor y aptitud postcosecha. Obtener variedades para conserva.

Fuente: Ravaglia *et al.*, 1966; Bellini *et al.*, 1996a; 1996b; Porter *et al.*, 1996; Jiang *et al.*, 2002; Liverani *et al.*, 2002; Stanica *et al.*, 2002; Wen y Sherman, 2002; Hilaire, 2003; Badenes, 2005; Badenes *et al.*, 2006.

Aunque los objetivos de los distintos programas varían según la zona y los intereses de cada mejorador, en general se busca un escalonamiento en la recolección con el fin de cubrir la demanda del mercado de manera continua (Carrera *et al.*, 2005). La obtención de variedades tempranas y

tardías que amplíen el periodo de comercialización es fundamental para ampliar la competitividad del sector.

En España, los distintos programas de mejora del melocotonero surgieron de la necesidad de obtener variedades adaptadas a nuestras condiciones agroclimáticas, con buena calidad interna, sin depender en exceso de las variedades extranjeras (Llácer *et al.*, 2009; Martínez-Calvo *et al.*, 2011b). A finales del 2007, en España existían no menos de 14 programas activos de mejora de esta especie, número que probablemente ha aumentado en los últimos años (Llácer *et al.*, 2009; Martínez-Calvo *et al.*, 2011b). Dichos programas de mejora han permitido disponer ya en la actualidad de más de 70 variedades registradas y adaptadas tanto a las condiciones climáticas de las zonas de producción donde han sido seleccionadas, como a las exigencias de la distribución y del consumidor (Iglesias *et al.*, 2010).

Uno de estos programas es el que se viene desarrollando en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) desde 1997 por el Departamento de Fruticultura. El objetivo inicial del programa fue la obtención de variedades precoces y extra-precoces de melocotón y nectarina que superaran en calidad organoléptica y conservación postcosecha a las variedades disponibles en ese momento, garantizando la buena adaptación a nuestras condiciones agroclimáticas mediante la selección '*in situ*' de las descendencias procedentes de los cruzamientos (Badenes, 2006; 2007; Martínez-Calvo *et al.*, 2011b). Este objetivo fue posteriormente ampliado, en el año 2002, en el marco de un convenio del IVIA con la empresa Agromillora Iberia S.L., a la obtención de una gama de variedades de características similares, pero de maduración escalonada, dentro de cada tipo varietal, por ejemplo, nectarinas subácidas, melocotones rojos (con una extensión de la pigmentación cercana al 100%), y melocotones de carne dura con y sin chapa (Martínez-Calvo *et al.*, 2011b).

Desde que se empezó con el programa de mejora genética en el IVIA hasta la actualidad se han ido obteniendo familias que segregaban caracteres de interés como precocidad, color y firmeza del fruto, color de la carne, etc., a partir de las cuales se han seleccionado una serie de genotipos, tanto de melocotón como de nectarina, con buenas características en cuanto a la calidad del fruto que han pasado por la fase

de evaluación agronómica en campos experimentales de la Conselleria de Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua (CAPAA) (Badenes, 2006; Badenes *et al.*, 2006; Badenes, 2007).

Una vez superada esta fase de evaluación agronómica con resultados satisfactorios en cuanto a calidad, productividad, precocidad y adaptación al clima de la zona de cultivo, las variedades seleccionadas se presentaron a registro.

Como resultado de esta evaluación agronómica y caracterización, en el año 2010 se disponía de un total de 18 selecciones avanzadas procedentes de los cruzamientos del IVIA (5 selecciones) y de IVIA-Agromillora Iberia (13 selecciones) (Tabla 5) (Martínez-Calvo *et al.*, 2011b).

Tabla 5. Selecciones avanzadas de melocotón y nectarina resultantes del programa de mejora del IVIA.

PROCEDENCIA	CULTIVO Y TIPO	SELECCIONES
IVIA	Nectarinas de carne amarilla	IVIA9901-01
		IVIA0003-02
		IVIA0101-02
	Nectarina de carne blanca	IVIA0001-01
	Melocotón de carne amarilla	IVIA0101-01
IVIA- AGROMILLORA IBERIA	Nectarina de carne blanca	VIVAC0019-06
	Nectarinas subácidas de carne amarilla	VIVAC0101-25
		VIVAC0101-20
		VIVAC0101-20
	Melocotones rojos de carne amarilla	VIVAC9602-03
		VIVAC0302-08
		VIVAC0301-21
		VIVAC0302-04
	Melocotones de carne dura (pavía) con chapa	VIVAC0059-08
		VIVAC0304-02
		VIVAC0304-09
VIVAC0050-05		
Melocotones de carne dura (pavía) sin chapa	VIVAC0306-09	
	VIVAC0305-05	

Fuente: Martínez-Calvo *et al.*, 2011b.

1.3.2.2. NUEVAS VARIETADES DE ALBARICOQUE

En el cultivo del albaricoque existen variedades autóctonas adaptadas al país o región donde se cultiva, que son la base a partir de la cual se ha desarrollado el cultivo comercial actual (Cociu, 2006; Guerriero *et al.*, 2006; Gülcan *et al.*, 2006; Kramarenko, 2006; Krichen *et al.*, 2006; Wang y Liu, 2006). Así, entre las distintas variedades tradicionales cultivadas en España destacan 'Búlida', 'Canino' y 'Moniqui' (Egea, 2006).

Los distintos programas de mejora utilizan estas variedades autóctonas combinadas con otras fuentes que aportan las características de interés. Por ejemplo, las variedades procedentes de Estados Unidos y Canadá han sido la fuente principal para aumentar el calibre de las variedades autóctonas europeas (Bassi y Bartolozzi, 1993). Algunos cultivares norteamericanos se han utilizado también como fuente de resistencia al virus de la sharka ('Plum pox virus' o PPV), aunque con el inconveniente de que suelen aportar mayor acidez en las variedades europeas. Como alternativa, también se han utilizado las variedades de origen asiático con baja acidez y alto contenido en azúcares (Ledbetter *et al.*, 2006).

En la Tabla 6 se muestran los principales programas públicos de mejora del albaricoquero. Todos los programas tienen como objetivo la obtención de variedades que mejoren la calidad del fruto y amplíen el calendario de recolección. Aunque, en general, la mayoría están centrados en la selección de variedades resistentes a la sharka.

Tabla 6: Programas públicos de mejora del albaricoquero en el mundo y sus principales objetivos.

PAÍS	OBJETIVOS
Australia	Resistencia a PPV
Austria	Resistencia a PPV
Bulgaria	Resistencia a PPV y enfermedades
España (IVIA; CEBAS-CSIC)	Obtención de variedades de calidad resistentes al virus de la sharka (PPV) y autocompatibles
Francia (INRA)	Resistencia a PPV, fitoplasmas y bacterias
Grecia (NAGREF)	Resistencia a PPV y mayor calidad para conserva
Hungría	Tolerancia al frío
Italia (Universidad de Milán; ISF Caserta; ISF Roma)	Resistencia a PPV, enfermedades y tolerancia al frío
Japón	Resistencia a enfermedades bacterianas
Nueva Zelanda	Mejora la aptitud postcosecha
República Checa	Resistencia a PPV y tolerancia al frío
Rumanía	Tolerancia al frío y resistencia a enfermedades
Rusia	Tolerancia al frío y resistencia a enfermedades
Sudáfrica	Mejora de la aptitud postcosecha
Turquía	Mejora de la aptitud para el secado y resistencia a enfermedades
Ucrania	Tolerancia al frío y resistencia a enfermedades
USA	Alto contenido en azúcares y mejora de la aptitud postcosecha

Fuente: Egea *et al.*, 1999; Badenes *et al.*, 2001; 2006; Bassi y Audergon, 2006.

Actualmente, existen en España dos programas de mejora genética del albaricoquero. Uno de ellos es llevado a cabo por el IVIA (Valencia) y el otro por el CEBAS-CSIC (Murcia). En ambos casos, el objetivo principal es la obtención de variedades resistentes al virus de la sharka (*Plum pox virus* o PPV).

En la Comunidad Valenciana, en 1993 se inició el programa de mejora genética del albaricoquero en el IVIA, con el objetivo fundamental de obtener variedades resistentes al virus de la sharka y que tuvieran, además, buenas características agronómicas y comerciales, incluyendo como requisitos un peso medio del fruto superior a 50 g, precocidad en la recolección, buena calidad gustativa y autocompatibilidad. De estas características, las tres últimas están presentes en las variedades tradicionales valencianas precoces, por lo que el objetivo era, por tanto,

mantenerlas o incluso mejorar la precocidad y la calidad gustativa en las nuevas variedades (Llácer, 2007).

En las etapas de mejora se eligieron inicialmente como genitores para introducir la resistencia a sharka algunas de las variedades norteamericanas procedentes de Canadá o del Norte de Estados Unidos que mejor se adaptaban a nuestras condiciones de cultivo. Estas variedades ('Goldrich', 'Stark Early Orange' y 'Harcot') fueron cruzadas con variedades autóctonas valencianas ('Ginesta', 'Palau', 'Mitger' y 'Canino'), seleccionando los híbridos que reunieron las características deseadas (Llácer, 2007; Martínez-Calvo *et al.*, 2011a).

Desde el inicio del programa de mejora genética del albaricoque hasta el año 2009 se han obtenido cerca de 5.000 híbridos intraespecíficos de albaricoquero. De ellos, unos 3.000 han sido evaluados completamente, preseleccionando 17 híbridos que superaron los requisitos establecidos inicialmente (resistencia a la sharka y buenas características pomológicas). La Tabla 7 muestra el calendario de maduración que provisionalmente podría establecerse con estas 17 selecciones (Martínez-Calvo *et al.*, 2011a).

Tabla 7. Calendario de maduración de las variedades preseleccionadas resultantes del programa de mejora genética del albaricoquero del IVIA.

VARIEDAD	FECHA MADURACIÓN
GG931	21 mayo
GG9310	26 mayo
HG9850	29 mayo
HP983	29 mayo
GG9318	1 junio
GK988	1 junio
SEOP934	2 junio
GG941	2 junio
GG9869	2 junio
GM961	2 junio
HG9821	2 junio
HG963	3 junio
HM964	4 junio
GP9817	4 junio
HG9869	5 junio
GG9871	7 junio
GG979	13 junio

Fuente: Llácer, 2007

1.3.3. VARIEDADES DE CAQUI

La Tabla 8 muestra algunos de los principales programas de mejora del caqui en el mundo con sus principales objetivos.

Tabla 8: Programas de mejora del caqui en el mundo y sus principales objetivos.

PAÍS	OBJETIVOS
Brasil (Istituto Agronomico di Campinas (Sao Paolo))	Obtener variedades de tipología PCNA, maduración precoz, alta productividad y buena robustez del árbol, frutos elevada calidad
Corea	Obtener nuevas variedades del tipo de PCNA
China	Selección varietal en el ámbito del germoplasma local
España (IVIA (Valencia))	Resolver el problema del cultivo monovarietal aumentando la gama varietal de caqui con variedades alternativas al 'Rojo Brillante', mediante la introducción u obtención de nuevas variedades de caqui.
Ex Unión Soviética	Obtener cultivares resistentes al frío
Italia (Dipartimento di Ortoflorofruitticoltura de la Universidad de Florencia)	Obtener variedades de tipología PCNA, árbol monoico de vigor moderado, maduración precoz, elevada productividad por partenocarpia, resistencia a daños por frío y compatibilidad con <i>D. kaki</i> L. y <i>D. lotus</i> L.
Japón (National Institute of Fruit Tree Science (NIFTS) de Akitsu)	Desarrollar nuevos cultivares del tipo PCNA de maduración precoz
Turquía	Selección del germoplasma local

Fuente: Rigitano *et al.*, 1984; Ojima *et al.*, 1985; Wang *et al.*, 1997; Yonemori *et al.*, 2000; Giordani, 2002; 2003; Bellini y Giordani, 2005; Romaguera *et al.*, 2009; Naval *et al.*, 2012; Yamada *et al.*, 2012.

En España, y más concretamente en la cuenca mediterránea, tal y como se ha indicado anteriormente, prácticamente la totalidad de la producción de caqui se basa en el único cultivo de la variedad 'Rojo Brillante'. Conscientes de este problema, el IVIA y la Cooperativa Virgen del Oreto de L'Alcúdia (Valencia) firmaron en 2004 un primer convenio para el desarrollo de un proyecto de mejora genética y renovación varietal del caqui, convenio que posteriormente se ha ido renovando hasta la actualidad.

El objetivo general de este programa de mejora es resolver el problema del cultivo monovarietal aumentando la gama de variedades de caqui con dos objetivos concretos (Romaguera *et al.*, 2009; Naval *et al.*, 2012):

- Introducción de variedades de otras áreas geográficas y estudio de su comportamiento en condiciones de cultivo de la Comunidad Valenciana.
- Obtención de nuevas variedades mediante el programa de mejora genética que permitan ampliar el periodo de comercialización del caqui.

Para alcanzar estos objetivos se requiere como primer paso el establecimiento de un banco de germoplasma donde reunir la máxima variabilidad posible de la especie y evitar la pérdida de materiales tradicionales, así como la caracterización y evaluación del material conservado para su posterior utilización (Naval *et al.*, 2012).

El banco de germoplasma de caqui del IVIA se empezó a constituir en 2004 con la introducción de 27 accesiones. Actualmente, mediante sucesivas ampliaciones, el banco cuenta con 107 accesiones de distinto tipo (polinización constante o variable, astringente y no astringente) y procedencia (japonesas, italianas, autóctonas, etc.).

En el proceso de introducción de variedades de otras áreas geográficas, de las 27 accesiones iniciales del banco de germoplasma, se seleccionaron inicialmente 5 variedades como posibles alternativas para ampliar el calendario de recolección de ‘Rojo Brillante’. Estas variedades fueron: ‘Tonewase’, ‘Aizumishirazu-B’, ‘Bétera 3’, ‘Amankaki’ y ‘La Selva 14’ (Naval *et al.*, 2012).

En la campaña del 2006 se realizaron los dos primeros cruzamientos dirigidos (‘Rojo Brillante’ (PVA) x ‘Cal Fuyu’ (PCNA) y ‘Hana Fuyu’ (PCNA) x ‘Cristalino B’ (PVA)) con el objetivo de obtener descendencia no astringente y también se permitió la polinización abierta (cruzamiento no dirigido) del resto de variedades del banco de germoplasma, para obtener semillas de posibles variedades que resultasen interesantes como alternativa al ‘Rojo Brillante’.

Cruzamientos dirigidos y no dirigidos se han llevado a cabo en campañas posteriores y en la actualidad se está realizando la caracterización de los primeros híbridos obtenidos de la primera campaña de 2006. Para obtener híbridos del tipo PCNA en segunda generación, en 2011 se han elegido los híbridos de PCA de primera generación y se han retrocruzado con 'Cal Fuyu' (Naval *et al.*, 2012).

1.4. POSTCOSECHA

1.4.1. POSTCOSECHA DE FRUTA DE HUESO (MELOCOTÓN, NECTARINA Y ALBARICOQUE)

1.4.1.1. FISIOLOGÍA, MADURACIÓN Y RECOLECCIÓN

Los melocotones, las nectarinas y albaricoques son frutos climatéricos, lo que significa que durante el proceso de maduración de los mismos tiene lugar un incremento tanto en la tasa respiratoria, como en la producción de etileno (Abeles *et al.*, 1992). Teniendo en cuenta su tasa de respiración y de producción de etileno, estos frutos se clasifican con una velocidad de respiración moderada y una producción de etileno alta, aunque ambos valores dependen del fruto, cultivar, estado fisiológico y temperatura de almacenamiento (Kader y Barrett, 2005; Kader, 2007a).

En general, los melocotones, nectarinas y albaricoques son frutos altamente perecederos, que presentan una vida postcosecha muy corta. Históricamente el almacenamiento prolongado no ha sido un requerimiento debido a la rápida comercialización de estos frutos. Sin embargo, el potencial de exportación y el deseo de alargar el periodo de comercialización está incrementando el interés por variedades y/o tecnologías que permitan extender su vida postcosecha.

Si en todos los frutos es fundamental la recolección en un estado adecuado de madurez para alcanzar una elevada calidad y buena conservación, en el caso de la fruta de hueso resulta esencial la recolección en estado óptimo de madurez. La madurez a la cual se cosechan las frutas de hueso influye de manera decisiva en su aroma y vida de mercado.

Frecuentemente, los melocotones, nectarinas y albaricoques se recolectan habiendo alcanzado la madurez fisiológica, pero sin haber alcanzado la madurez organoléptica debido a que en este caso su vida útil después de la cosecha es muy corta. Pero si se cosecha antes que su desarrollo fisiológico sea suficiente no podrán completar la evolución climatérica durante la conservación y su calidad será muy pobre (Ferrer *et al.*, 2001). Generalmente, la fruta inmadura se ablanda lenta e irregularmente y nunca alcanza la textura deseada de fruta completamente madura. Además, el color verde de fondo de la fruta cosechada inmadura puede no desaparecer completamente y la falta de un desarrollo completo de la cutícula la hace más susceptible a la pérdida de agua en comparación con la fruta madurada adecuadamente. Por otra parte, la fruta recolectada con baja madurez tiene un contenido más bajo de sólidos solubles y más alto en ácidos que la fruta con madurez óptima, lo que contribuye a un desarrollo inadecuado del aroma, afectando negativamente a su aceptación por parte del consumidor.

Por el contrario, la recolección de frutos en estado avanzado de maduración reduce significativamente la vida postcosecha, principalmente porque están acercándose a una etapa senescente en el momento de la cosecha. Además, el ablandamiento de la pulpa como consecuencia de la maduración la hace más susceptible al daño mecánico y a la invasión microbiológica, y en el momento de consumo puede estar sobremadura, desarrollando malos aromas y presentando textura harinosa (Crisosto y Mitchell, 2007).

En la práctica no es fácil determinar el momento de la recolección de los frutos de hueso. Para ello, se establecen índices de madurez generalmente basados en el color de la piel, utilizando guías de colores para ajustar la madurez de cada variedad (Ferrer *et al.*, 2001). En general, la fecha de cosecha del melocotón y la nectarina se determina por los cambios del color de fondo (“ground color”) de la piel de verde a amarillo. La evolución del color rojo (“blush color”) de la piel, por el contrario, no es un buen indicador del grado de madurez del fruto, dado que en algunas variedades muestran ya un color rojo intenso desde el comienzo de la segunda etapa de crecimiento (meses antes de alcanzar su madurez). En el caso del albaricoque, en mercados como el americano se recomienda cosechar el fruto cuando al menos el 85% de la superficie

presente un color amarillo-verdoso o al menos el 50% de la superficie muestre un color amarillo (Scorza, 2005; Badenes *et al.*, 2006).

En estos frutales de hueso existen variedades, sin embargo, en las que predomina el color rojo que enmascara el color de fondo. En esos casos, el color de la pulpa y la firmeza del fruto se consideran un buen indicador para determinar el momento adecuado para su recolección (Badenes *et al.*, 2006).

Aunque ni en Estados Unidos ni en Europa existe un estándar oficial de calidad basado en el contenido en sólidos solubles (CSS) o en la relación CSS/Acidez para fruta de hueso, distintos trabajos recomiendan en el momento de la recolección un mínimo de 10°Brix de CSS y una acidez titulable máxima de 0,6% para el melocotón y la nectarina, y de 0,8% en el caso del albaricoque (Kader, 2007b). Sin embargo, la madurez óptima para la cosecha de las frutas de hueso debe estar definida para cada uno de los cultivares. Además, la madurez más alta a la cual un cultivar pueda ser cosechado estará limitada por el manejo postcosecha y las condiciones de almacenamiento a las que vaya a ser sometido (Crisosto y Mitchell, 2007).

1.4.1.2. FRIGOCONSERVACIÓN

El manejo de la temperatura es la herramienta más efectiva para extender la vida de los productos hortofrutícolas. El almacenamiento de las frutas a su temperatura óptima permite reducir la actividad fisiológica, la pérdida de peso por transpiración y ayuda a controlar el crecimiento de patógenos (Wang *et al.*, 2005).

En el caso de la fruta de hueso, numerosa bibliografía muestra como la temperatura óptima de almacenamiento durante la postcosecha se encuentra en el rango entre -0,5 - 0°C (Crisosto *et al.*, 1998; Crisosto y Kader, 1999; Gorny *et al.*, 1999; Zhou *et al.*, 2000; Dong *et al.*, 2001; Ihl *et al.*, 2006; Infante *et al.*, 2006; 2007; Crisosto *et al.*, 2009a; Defilippi *et al.*, 2009; Jin *et al.*, 2009). Dependiendo del cultivar, el periodo de almacenamiento a esta temperatura puede variar entre una y cuatro semanas (Crisosto y Kader, 1999). Cantwell (2007) establece para

melocotón y nectarina como periodo estimado de almacenamiento a 0°C de dos a cuatro semanas, mientras que para albaricoque el tiempo de almacenamiento a dicha temperatura lo establece entre una y tres semanas. Según Artés (2003), los albaricoques admiten un almacenamiento de dos a tres semanas a una temperatura de 0 - 1°C y 90 - 95% de HR.

La principal causa de deterioro de la fruta de hueso durante el almacenamiento es debido a la manifestación de daños por frío (degradación interna o 'internal breakdown'). Los daños por frío en fruta de hueso se manifiestan con la aparición de pigmentación roja en la pulpa o 'bleeding', harinosidad del tejido o 'mealiness', acorchado, pardeamiento interno de la pulpa o 'browning', vitrescencia, pérdida de jugosidad, incapacidad de maduración y pérdida de sabor (Crisosto *et al.*, 1999; 2008; 2009b). En melocotón y nectarina hay una mayor incidencia de harinosidad o 'mealiness' y de lanosidad de la pulpa o 'woolliness' (Luchsinger y Walsh, 1998; Zhou *et al.*, 2000; 2001), mientras que en albaricoque el síntoma más frecuente es el pardeamiento de la pulpa junto al hueso (Artés y Artés-Hernández, 2003).

Estos síntomas se desarrollan durante la maduración, tras un período de almacenamiento de la fruta en frío, por lo que usualmente son detectados por el consumidor (Lill *et al.*, 1989; Artés *et al.*, 1999a; Crisosto *et al.*, 2009b). La fruta más susceptible a este problema es la que se almacena dentro de un rango de temperaturas de 2,2 a 7,6°C, aunque almacenamientos prolongados a 0°C también pueden dar lugar al mismo (Crisosto *et al.*, 2009b).

Son varios los factores que influyen en la incidencia y severidad de los síntomas de daños por frío. La susceptibilidad de los distintos frutos a daños por frío tiene un importante componente genético (cultivar), que además se ve afectado por la temperatura de almacenamiento y el tiempo de exposición a esas bajas temperaturas (Mitchell and Kader, 1989; Murray *et al.*, 1994; Crisosto *et al.*, 1999; Lurie y Crisosto, 2005; Crisosto y Valero, 2006; Murray, 2007). Así por ejemplo, en un estudio realizado en variedades de melocotón y nectarina cultivadas en California, se agruparon las mismas en tres categorías de acuerdo con su susceptibilidad a daños por frío tras almacenamiento a 0 y 5°C. En esta clasificación se encontraron: (1) variedades no susceptibles a daños por

frío en ninguna de las temperaturas tras cinco semanas de almacenamiento, (2) variedades que desarrollaron los síntomas tras almacenamiento a 5°C durante cinco semanas, y (3) variedades que desarrollaron los síntomas en ambas temperaturas para un mismo periodo de almacenamiento (Crisosto *et al.*, 1999). Crisosto y Valero (2006) reportaron que la falta de sabor y aroma, el desarrollo de harinosidad y pardeamiento interno son menos problemáticos cuando la fruta de hueso se conserva a 2°C que a 5°C.

Otros factores que afectan a la intensidad de estos síntomas producidos por daños por frío es el estado de madurez del fruto en el momento de la recolección (Von Mollendorff, 1987), el tamaño del fruto (Crisosto y Valero, 2006), las prácticas de cultivo (Crisosto y Valero, 2006) y condiciones climáticas en la zona de cultivo (Murray, 2007). Se ha visto que los síntomas de daños por frío son más severos en fruta verde o inmadura que en la fruta madura (O'Reilly, 1947; Ben-Arie and Lavee, 1971). Así por ejemplo, el melocotón 'Paraguayo' verde es más sensible a desarrollar daños por frío que cuando está maduro (Fernández-Trujillo y Artés, 1997; Artés y Fernández-Trujillo, 1999). Otros trabajos, sin embargo, asocian una mayor incidencia en algunos de los síntomas con estados de madurez más avanzados. En un grupo de melocotones y nectarinas de carne amarilla cultivados en California, los frutos más inmaduros mostraron una mayor desarrollo de pardeamiento de la pulpa, mientras en frutos maduros se observó harinosidad del tejido y pérdida de firmeza (Crisosto *et al.*, 1997). También, se ha descrito que, dentro de una misma temporada de recolección, los frutos más grandes tienen una menor vida comercial que los pequeños y medianos, lo que se ha asociado a una mayor incidencia de daños por frío (Crisosto y Valero, 2006).

La tecnología poscosecha más adecuada para reducir daños por frío en melocotón, nectarina y albaricoque es el almacenamiento de los frutos a la temperatura óptima de 0°C. Además, en la bibliografía se describen diversas tecnologías que se han aplicado a estos frutos para disminuir, paliar o evitar estas alteraciones, como por ejemplo, atmósferas controladas (Zhou *et al.*, 2000; Crisosto, 2002a; Akbudak y Eris, 2003), atmósferas modificadas (Lurie, 1993), calentamientos intermitentes (Fernández-Trujillo y Artés, 1997; Fernández-Trujillo *et al.*, 1998; Artés *et al.*, 1999a; Perkins-Veazie *et al.*, 1999), retrasos en el almacenamiento en

frío (Perkins-Veazie *et al.*, 1999, Zhou *et al.*, 2000; 2001), aplicación de etileno (Zhou *et al.*, 2001), preacondicionados (Crisosto, 2001), aplicación de aire caliente (Budde *et al.*, 2006, Jin *et al.*, 2009), inmersión en agua caliente (Budde *et al.*, 2006), premaduración (Crisosto y Valero, 2006), uso de pretratamientos de estrés térmico (Budde *et al.*, 2002; 2005; Murray *et al.*, 2007), aplicación de métodos o tratamientos químicos como la utilización de ácido salicílico o jasmonato de metilo (Jin *et al.*, 2009), la aplicación de recubrimientos comestibles (Pérez-Gago *et al.*, 2003; Navarro-Tarazaga *et al.*, 2008; 2011) o incluso combinaciones de ellos.

1.4.2. POSTCOSECHA DEL CAQUI

1.4.2.1. FISIOLOGÍA, MADURACIÓN Y RECOLECCIÓN

Al igual que los frutos de hueso, el caqui es también un fruto climatérico, por lo que durante el proceso de maduración muestran un incremento en la velocidad de producción de dióxido de carbono (CO₂) y de etileno (C₂H₄) (Abeles *et al.*, 1992). Teniendo en cuenta su tasa de respiración y de producción de etileno, este fruto se clasifica con una velocidad de respiración y una producción de etileno bajas, aunque ambos valores dependen del fruto, cultivar, estado fisiológico y temperatura de almacenamiento (Kader, 2007a).

Durante el proceso de crecimiento los frutos de caqui experimentan un evidente cambio de color externo. Al inicio de su crecimiento el fruto es de color verde oliva y poco antes de su maduración la degradación de clorofilas y la síntesis de carotenoides promueven el cambio de color que pasa por una coloración amarillenta, más tarde anaranjada y finalmente roja, que es el color característico de los frutos maduros (Ragazzini, 1985).

El índice de madurez utilizado por el agricultor para determinar el momento de la recolección es el color externo del fruto. Los frutos de caqui 'Rojo Brillante' para su comercialización como 'caqui duro' son recolectados cuando han perdido todo el color verde y presentan una tonalidad anaranjada homogénea (Besada, 2008).

Además del cambio en el color, durante la maduración se producen variaciones en el aroma y en el sabor de los frutos. El primero se incrementa por la producción de compuestos orgánicos volátiles. El segundo es consecuencia del descenso de la acidez de la pulpa simultáneo al aumento de la concentración de los sólidos solubles totales, consecuencia de la hidrólisis de sacarosa en fructosa y glucosa (Mowat y George, 1996). En caqui 'Rojo Brillante', Besada (2008) ha establecido la relación entre los cambios de color y los cambios fisicoquímicos que tienen lugar durante la maduración, siendo caracterizados seis estados de madurez comercial. Los cambios de color característicos de la maduración de esta variedad, se han relacionado con un descenso de la firmeza y del contenido de taninos solubles responsables de la astringencia. La fruta presenta además un máximo de producción de etileno en los estados de madurez intermedios, coincidiendo con una mayor actividad de la enzima pectinmetilesterasa y un posterior incremento de la producción de CO₂, mostrando el carácter climatérico de este fruto.

1.4.2.2. DESASTRINGENCIA DEL FRUTO

Las variedades pertenecientes a los grupos de PCA, PVNA y PVA son astringentes en el momento de la recolección, como consecuencia de la acumulación de taninos hasta la etapa más tardía del desarrollo del fruto (Yonemori y Matsushima, 1985; Yamada *et al.*, 2012). En el caso de los cultivares pertenecientes al grupo de PCNA, estos dejan de acumular taninos en una etapa temprana de crecimiento del fruto, perdiendo la astringencia de forma natural durante el desarrollo de la fruta en el árbol (Yonemori y Matsushima, 1985; Yonemori *et al.*, 2000).

El carácter astringente de las variedades de caqui pertenecientes a los grupos PCA, PVNA y PVA hace necesario la aplicación de tratamientos postcosecha para la eliminación de la astringencia, previos a la comercialización de los frutos. Esta desastringencia ha sido lograda por diferentes métodos basados en la exposición del fruto a condiciones de respiración anaerobia (Pesis *et al.*, 1986; Ben-Arie y Sonogo, 1993). Tratamientos como la aplicación de CO₂, de vapor de etanol, altas concentraciones de N₂ y el secado después de pelar los frutos cambian

los taninos solubles en formas insolubles al producirse su polimerización en presencia del acetaldehído producido en la respiración anaerobia, forma en la cual no provocan sensación de astringencia al paladar (Matsuo e Itoo, 1982; Taira *et al.*, 1997; Besada, 2008; Yamada *et al.*, 2012).

De entre todos los tratamientos existentes, la aplicación de altas concentraciones de CO₂ ha mostrado ser el método más efectivo para eliminar la astringencia de los frutos manteniendo su firmeza (Pesis y Ben-Arie, 1984; 1986; Zavrtnik *et al.*, 1999; Yamada *et al.*, 2002; Arnal y del Río, 2003). Esta tecnología por tanto permite comercializar el caqui como ‘caqui duro’, lo que ha contribuido a que en los últimos años la producción y comercialización de este fruto se haya visto incrementada de manera significativa en la Comunidad Valenciana, siendo la variedad ‘Rojo Brillante’ la variedad predominante (Besada, 2008).

La eficacia en la eliminación de la astringencia al aplicar altas concentraciones de CO₂, depende del cultivar y de otros factores como la duración del tratamiento, la temperatura y el estado de madurez del fruto (Ben-Arie y Sonogo, 1993). En el Centro de Tecnología Postcosecha del IVIA se han establecido para caqui ‘Rojo Brillante’ las condiciones óptimas para la eliminación de la astringencia, que son la aplicación durante 24 horas de 95 - 98% CO₂, en unas condiciones de temperatura y humedad relativa de 20°C y 90% (Arnal, 2003; Arnal y del Río, 2003, Salvador *et al.*, 2004a). Concentraciones de 100% CO₂ también han resultado efectivas en la eliminación de la astringencia de las variedades ‘Kaki Tipo’ y ‘Hiratanenashi’ (Vidrih *et al.*, 1994; Yamada *et al.*, 2002). Esta concentración de CO₂, además provocó un descenso mucho mayor del contenido en sólidos solubles que tratamientos con vapor de etanol en la variedad Hiratanenashi (Yamada *et al.*, 2002).

1.4.2.3. FRIGOCONSERVACIÓN

El caqui, al igual que otros frutos tropicales y subtropicales almacenados a bajas temperaturas, son sensibles a sufrir daños por frío, aunque la susceptibilidad depende de la variedad (Melvin, 1982). Así por ejemplo, la variedad Hachiya no es sensible al daño por frío, mientras que las variedades Fuyu, Suruga y Rojo Brillante sí lo son (Sargent *et al.*, 1993; Collins y Tisdell, 1995; 1996; Crisosto *et al.*, 2007; Kader y Arpaia, 2007; Salvador, 2007). Por tanto, el periodo de almacenamiento de estas variedades varía en función de las condiciones de almacenamiento.

Las alteraciones fisiológicas asociadas al almacenamiento a bajas temperaturas en caqui están muy relacionadas con cambios en la textura del fruto (Woolf *et al.*, 1997). En general, estos síntomas se manifiestan cuando el fruto es almacenado a temperatura ambiente tras el almacenamiento en frío (MacRae, 1987; Grant *et al.*, 1992; Woolf *et al.*, 1997; Salvador, 2007).

En la variedad de caqui 'Rojo Brillante', la aparición de síntomas por daños por frío se observa cuando la fruta es sometida a temperaturas inferiores a 11°C, manifestándose como pérdida de firmeza de la pulpa (Arnal y del Río, 2004a; Salvador *et al.*, 2005c; 2006; 2007b; Salvador, 2007). Relacionado también con cambios en la textura del fruto, se ha observado que en esta variedad tras un periodo variable a 1 °C se puede producir un cambio estructural en la pulpa del fruto, y en lugar de sufrir un ablandamiento drástico cuando se transfiere el caqui a 20°C (temperatura de comercialización), la pulpa adopta una textura dura y gomosa (Arnal *et al.*, 2005; Salvador *et al.*, 2005a). El pardeamiento interno, manifestado como un oscurecimiento del área central del fruto, así como la aparición de nódulos por compactación de áreas localizadas de la pulpa en la zona superior del fruto también se han asociado con síntomas de daño por frío en diferentes trabajos (Arnal *et al.*, 2005). Por lo tanto, la sensibilidad a los daños por frío hace que el uso de las bajas temperaturas tenga una importante limitación en el caqui 'Rojo Brillante'. Es por ello que tras distintos estudios, la temperatura propuesta como más adecuada para la conservación de esta variedad evitando daños por frío sea de 15°C; sin embargo, a esta temperatura se ve limitado el

almacenamiento a un periodo de aproximadamente 10 - 15 días (Arnal y del Río, 2004a; Salvador, 2007; Salvador *et al.*, 2007b).

En otros cultivares de caqui, como las variedades Fuyu y Suruga, además del ablandamiento, también se describe como principal síntoma de daño por frío la gelificación de la pulpa a temperaturas de almacenamiento entre 0 y 5°C (MacRae, 1987; Grant *et al.*, 1992; Sargent *et al.*, 1993; Collins y Tisdell, 1995; 1996; Woolf *et al.*, 1997).

Se han propuesto diversos métodos para reducir los síntomas de daños por frío. Entre ellos, la aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP) en tratamientos postcosecha se presenta como una importante alternativa a tener en cuenta en la conservación del caqui. El 1-MCP es un potente inhibidor de la acción del etileno, por lo que resulta una tecnología muy útil para retrasar la maduración y de este modo extender la vida comercial de los frutos (Salvador *et al.*, 2007b). La aplicación del 1-MCP en la variedad de caqui 'Rojo Brillante' se muestra muy efectivo en la reducción de los síntomas de daños por frío (Salvador *et al.*, 2004a; 2006); su aplicación antes o después de la conservación frigorífica reduce la pérdida de firmeza del fruto y retrasa la evolución del color del caqui (Salvador *et al.*, 2004a; 2004b; 2007b). En esta variedad, además, ha sido muy efectivo la aplicación postcosecha del 1-MCP combinado con tratamientos precosecha con ácido giberélico y nitrato cálcico para alargar su conservación (Besada *et al.*, 2008). Así mismo, en otras variedades de caqui, como la variedad Fuyu (Girardi *et al.*, 2003; Brackmann *et al.*, 2004; Kim y Lee, 2005; Tibola *et al.*, 2005), Triumph (Tsviling *et al.*, 2003), Tonewase y Saijo (Harima *et al.*, 2003), la aplicación del 1-MCP reduce los daños por frío y el ablandamiento del fruto.

2. OBJETIVOS

El **Objetivo General** de esta Tesis es la **caracterización postcosecha** de nuevas variedades de melocotón, nectarina y albaricoque, así como de variedades de caqui de distinto origen que amplíen la gama varietal de la Comunidad Valenciana.

Objetivos específicos:

1. Evaluación del comportamiento en frigoservación de nuevas variedades de melocotón y nectarina obtenidas en el programa de mejora genética del IVIA, que permiten ampliar el rango varietal de fruta de hueso.
2. Evaluación del comportamiento en frigoconservación de nuevas variedades de albaricoque, obtenidas en el programa de mejora genética del albaricoquero del IVIA, que presentan resistencia al virus de la sharka (*Plum pox virus* o PPV) y que ofrecen al sector una alternativa a las variedades existentes.
3. Evaluación del comportamiento en frigoconservación de variedades de caqui de diferente origen, incluidas en el banco de germoplasma de caqui del IVIA, que permitan ampliar el periodo comercial de este fruto. Además se estudia la respuesta al tratamiento de desastringencia en aquellas variedades astringentes en cosecha.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. MELOCOTÓN, NECTARINA Y ALBARICOQUE

3.1.1. MATERIAL VEGETAL

Teniendo en cuenta la caracterización previa realizada por el Departamento de Fruticultura del IVIA, en esta Tesis se seleccionaron 2 variedades de melocotón, 3 de nectarina y 9 de albaricoque, procedentes de los programas de mejora genética del melocotonero y del albaricoquero, caracterizadas con una alta calidad organoléptica y buen comportamiento agronómico (Tabla 9).

Para los ensayos llevados a cabo en dos campañas, se trabajó con frutos recolectados al azar en estado de madurez comercial procedentes de 3-4 árboles por variedad. En el caso del melocotón y nectarina, los árboles estaban ubicados en una finca experimental del IVIA denominada ‘Masía Marfil’ (Latitud: 39° 34’ N; Longitud: 0° 24’ W; Altura: 55 m), mientras que las variedades de albaricoque proceden de una finca experimental del campo de ensayos de la Cooperativa ‘San Bernat de Carlet’ que pertenece a la red experimental de la Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación.

La mayoría de estas variedades han sido registradas y en el caso de algunas variedades de albaricoque se les ha asignado nombre de fantasía. En la Tabla 9 se muestra la fecha de solicitud y el número de inscripción en el Registro de Variedades Protegidas y en el Registro de Variedades Comerciales de cada una de las variedades estudiadas. Además, para cada variedad aparece la nomenclatura inicial o ‘referencia inicial’ dada por el Departamento de Fruticultura del IVIA, el nombre técnico de referencia denominado ‘referencia del obtentor’, que es el que se le asigna a cada variedad para tramitar su inscripción en el registro, y el ‘nombre de fantasía’, que es el nombre que se le asigna al final del proceso de registro y por el que será conocida por los agricultores y viveristas.

46 Tabla 9. Estado del registro de las variedades estudiadas de melocotón, nectarina y albaricoque en el Registro de Variedades Protegidas (RVP) y en el Registro de Variedades Comerciales (RVC).

CULTIVO	VARIEDAD			RVP		RVC	
	Referencia inicial	Referencia del obtentor	Nombre fantasía	Fecha Solicitud	Nº Registro	Fecha Solicitud	Nº Registro
Melocotón	VIVAC0059-08	IVIA MEL AC 59		30/07/2009	20094871	30/07/2009	20090251
	IVIA0101-01	IVIA MEL 01		08/06/2009	20094865	08/06/2009	20090235
Nectarina	IVIA9901-01	IVIA MEL 99		08/06/2009	20094863	08/06/2009	20090233
	IVIA0101-02				n.r.		n.r.
	IVIA0001-01	IVIA MEL 00		08/06/2009	20094864	08/06/2009	20090234
Albaricoque	GG941				n.r.		n.r.
	GM961	IVIA ALBA 961	Moixent (BOE, 2010a)	17/03/2008	20084813		20080249 (BOE, 2009)
	HG963				n.r.		n.r.
	HM964				n.r.		n.r.
	GG9310	IVIA ALBA ROS 1	Rafel				20070251 (BOE, 2010b)
	GG9318	IVIA ALBA ROS 3	Bèlgida	21/09/2007	20074737		20070250 (BOE, 2010b)
	SEOP934	IVIA ALBA 934	Llíria	17/03/2008	20084812		20080250 (BOE, 2010b)
	GG979				n.r.		n.r.
GG9871	IVIA ALBA GG9871		16/11/2009	20094891	16/11/2009	20090344	

n.r.: no registradas.

Fuente: Comunicación personal de Baltasar Cases, responsable del registro de variedades en el IVIA.

3.1.2. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO POSTCOSECHA.

Los frutos de las distintas variedades de melocotón, nectarina y albaricoque estudiadas, tras la cosecha, se transportaron al Centro de Tecnología Postcosecha del IVIA, donde fueron seleccionados para obtener lotes homogéneos de 30 ó 40 frutos cada uno. En todos los casos, uno de los lotes fue destinado a evaluar la calidad inicial de los frutos y los otros lotes fueron sometidos a un almacenamiento a 1°C (95% HR) durante un periodo entre 1 y 4 semanas, dependiendo de la disponibilidad de la fruta, seguido de 3 días a 20°C, periodo de simulación de la comercialización (C).

En el momento de la recolección y tras los distintos periodos de almacenamiento se evaluaron los siguientes parámetros: color, firmeza, pérdida de peso, contenido en sólidos solubles totales, acidez, índice de madurez, contenido en acetaldehído y etanol, tasa de respiración (producción de CO₂), producción de etileno, alteraciones o desórdenes fisiológicos y análisis sensorial.

La Tabla 10 muestra para cada una de las variedades de fruta de hueso estudiadas y para cada campaña objeto de estudio las fechas de recolección y los distintos periodos de almacenamiento ensayados, que dependió de la disponibilidad de la fruta.

Tabla 10. Variedades de melocotón, nectarina y albaricoque, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.

Cultivo	Variedad	Campaña	Fecha Cosecha	Condiciones de almacenamiento
Melocotón	VIVAC0059-08	2008	12-mayo	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
		2009	14-mayo	1 y 2 sem 1°C + C
	IVIA0101-01	2008	23-mayo	1, 2 y 3 sem 1°C + C
		2009	18-mayo	1, 2 y 3 sem 1°C + C
Nectarina	IVIA9901-01	2008	12-mayo	1 sem 1°C + C
		2009	18-mayo	1 y 2 sem 1°C + C
	IVIA0101-02	2008	22-mayo	1, 2 y 3 sem 1°C + C
	IVIA0001-01	2009	14-mayo	1 sem 1°C + C
Albaricoque	GG941	2008	26-mayo	1 y 2 sem 1°C + C
	Moixent	2008	26-mayo	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
		2009	28-mayo	1, 2 y 3 sem 1°C + C
	HG963	2008	26-mayo	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
	HM964	2008	26-mayo	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
	Rafel	2008	3-junio	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
		2009	28-mayo	1, 2 y 3 sem 1°C + C
	Bélgida	2008	3-junio	1, 2 y 3 sem 1°C + C
		2009	1-junio	1, 2 y 3 sem 1°C + C
	Lliria	2008	3-junio	1, 2 y 3 sem 1°C + C
		2009	1-junio	1, 2 y 3 sem 1°C + C
	GG979	2008	3-junio	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
	GG9871	2008	6-junio	1 y 2 sem 1°C + C
		2009	1-junio	1 sem 1°C + C

C= Comercialización (3 días a 20°C)

3.2. CAQUI

3.2.1. MATERIAL VEGETAL

La Tabla 11 muestra las variedades de caqui estudiadas, clasificadas según tipo de polinización (constante o variable) y astringencia (astringente o no astringente). Estas variedades forman parte del amplio banco de germoplasma de caqui que el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) dispone desde el año 2002 con el objetivo de aumentar la gama varietal de este cultivo. Esta Tesis se ha centrado en el estudio de 21 variedades procedentes de dicho banco de gran importancia agronómica y económica, con una alta calidad organoléptica.

Tabla 11: Variedades de caqui estudiadas procedentes del banco de germoplasma del IVIA: Clasificación según tipo de polinización y astringencia.

Variedad	Tipo	Origen	Variedad	Tipo	Origen
Hana Fuyu	PCNA	Japón	Amankaki	PVNA	Japón
Cal Fuyu	PCNA	Japón	Bétera 3	PVNA	C.V.
O'Gosho	PCNA	Japón	Kaki Tipo	PVNA	Italia
Jiro (C-24276)	PCNA	Japón	Constantí	PVNA	Cataluña
Aizumishirazu-A	PCA	Japón	La Selva 14	PVNA	Cataluña
Reus 6	PCA	Cataluña	Aizumishirazu-B	PVA	Japón
Tomatero	PCA	C.V.	Tonewase	PVA	Japón
Fuji	PCA	Japón	Hiratanenashi	PVA	Japón
Garidells	PCA	Cataluña	Xato de Bonrepós	PVA	C.V.
Ferrán 12	PCA	Cataluña	Bétera 2	PVA	C.V.
			Reus 15	PVA	Cataluña

PCNA= Polinización constante no astringente; PCA= Polinización constante astringente; PVNA= Polinización variable no astringente; PVA= Polinización variable astringente; C.V.= Comunidad Valenciana

De cada cultivar se trabajó con frutos en estado de madurez comercial procedentes de dos árboles situados bajo maya en una parcela experimental del IVIA (Latitud: 39° 35' N; Longitud: 0° 23' W), durante tres campañas consecutivas correspondientes a los años 2007, 2008 y 2009.

Algunos aspectos que influyeron en la disponibilidad de fruta en las diferentes campañas para alguna de las variedades estudiadas fueron:

- La baja productividad de algunas variedades, como 'Hana Fuyu' y 'Amankaki', que suelen tener una productividad aproximada de 12 Kg/árbol, frente a otras variedades más productivas, como 'Kaki Tipo' y 'Constantí' que alcanzan los 60 Kg/árbol.
- La aparición de síntomas de agrietamiento en el extremo del cáliz en la variedad Hana Fuyu como consecuencia del gran tamaño que llega a alcanzar (≈ 500 g por fruto) (Fotografía 1a).
- La incidencia de agrietamiento del ápice en la variedad Cal Fuyu (Fotografía 1b).
- La aparición de anillado o agrietamiento concéntrico superficial alrededor del ápice en todas las variedades de PVNA (Fotografía 1c, 1d, 1e y 1f), que dan lugar a un aceleramiento de la maduración del fruto y mayores pérdidas durante el almacenamiento.



Fotografía 1: Agrietamiento en las variedades de caqui Hana Fuyu (a), Cal Fuyu (b), Bétera 3 (c y d) y Constantí (e y f).

3.2.2. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO POSTCOSECHA.

En cada una de las campañas de estudio, tras la recolección, los frutos se trasladaron a las instalaciones del Centro de Tecnología Poscosecha del IVIA donde se seleccionaron, eliminando fruta con heridas o alteraciones, y se distribuyeron en lotes homogéneos de entre 30 y 40 frutos correspondientes a las distintas condiciones de almacenamiento y un lote adicional para realizar el análisis de calidad en el momento de cosecha. Dependiendo de la disponibilidad de la fruta en cada variedad y campaña, los distintos lotes se almacenaron 5 días a 20°C, simulando un periodo de comercialización directa (CD), o durante un periodo variable de 1 a 4 semanas a 1°C (95% HR) seguidas de una simulación de comercialización durante 5 días a 20°C (C).

En el caso de las variedades de PCA, PVNA y PVA, previamente al almacenamiento a 20°C durante 5 días, los frutos fueron sometidos a un tratamiento de eliminación de astringencia con altas concentraciones de CO₂ (95 - 98%) en cabinas de flujo continuo, durante 24 horas a 20°C y con un 85 – 90% de HR. Este tratamiento corresponde al tratamiento estándar aplicado para eliminar la astringencia del caqui ‘Rojo brillante’ (Arnal y del Río, 2003).

En el momento de la recolección, tras el período de comercialización directa, y tras los diferentes periodos de frigoconservación seguidos de 5 días a 20°C, se evaluaron los siguientes parámetros: color, firmeza, pérdida de peso, contenido en sólidos solubles totales, acidez, contenido en taninos solubles, producción de acetaldehído y etanol, y además se realizó una evaluación sensorial de la astringencia, sabor del fruto y firmeza.

En la Tabla 12 se muestran para cada variedad y campaña de estudio las fechas de recolección y las condiciones de almacenamiento ensayadas, que dependió de la disponibilidad de la fruta en cada momento.

Tabla 12. Variedades de caqui, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.

Variedad	Campaña	Fecha Cosecha	Condiciones de almacenamiento	
			CD	Frigoconservación
Hana Fuyu	2007	-	-	-
	2008	30-oct	CD	1 sem 1°C + C
	2009	-	-	-
Cal Fuyu	2007	-	-	-
	2008	30-oct	CD	1 sem 1°C + C
	2009	30-oct	CD	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
O'Gosho	2007	-	-	-
	2008	7-nov	-	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	5-nov	CD	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
Jiro (C-24276)	2007	24-oct	CD	-
	2008	-	-	-
	2009	27-oct	CD	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
Aizumishirazu-A	2007	24-oct	CD	-
	2008	17-oct	CD	1, 2, y 3 sem 1°C + C
	2009	19-oct	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
Reus 6	2007	-	-	-
	2008	13-oct	CD	1, 2 sem 1°C + C
	2009	5-oct	CD	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
Tomatero	2007	24-oct	CD	2 sem 1°C + C
	2008	13-oct	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	6-oct	CD	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
Fuji	2007	-	-	-
	2008	17-oct	CD	-
	2009	19-oct	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
Garidells	2007	24-oct	CD	2, y 4 sem 1°C + C
	2008	30-oct	CD	1, 2, y 3 sem 1°C + C
	2009	27-oct	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
Ferran 12	2007	24-oct	CD	2, 4 y 7 sem 1°C + C
	2008	13-oct	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	6-oct	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
Amankaki	2007	13-nov	CD	2, 4 y 7 sem 1°C + C
	2008	7-nov	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	-	-	-
Bétera 3	2007	13-nov	CD	-
	2008	4-nov	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	1-nov	CD	2 y 3 sem 1°C + C
Kaki Tipo	2007	13-nov	CD	2 sem 1°C + C
	2008	4-nov	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	-	-	-

CD= Comercialización directa; C= Comercialización

Tabla 12. Variedades de caqui, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña (continuación).

Variedad	Campaña	Fecha Cosecha	Condiciones de almacenamiento	
			CD	Frigoconservación
Constantí	2007	13-nov	CD	2 sem 1°C + C
	2008	7-nov	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	5-nov	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
La Selva 14	2007	13-nov	CD	2 sem 1°C + C
	2008	7-nov	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	5-nov	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
Aizumishirazu-B	2007	11-oct	CD	2 y 4 sem 1°C + C
	2008	13-oct	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
	2009	-	-	-
Tonewase	2007	11-oct	CD	2 y 4 sem 1°C + C
	2008	2-oct	CD	1, 2, y 3 sem 1°C + C
	2009	-	-	-
Hiratanenashi	2007	15-oct	CD	2 y 4 sem 1°C + C
	2008	28-oct	CD	1, 2, y 3 sem 1°C + C
	2009	19-oct	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
Xato de Bonrepós	2007	15-oct	CD	2 sem 1°C + C
	2008	17-oct	CD	1, 2, y 3 sem 1°C + C
	2009	19-oct	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
Bétera 2	2007	24-oct	CD	2 y 4 sem 1°C + C
	2008	28-oct	CD	1, 2, y 3 sem 1°C + C
	2009	27-oct	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
Reus 15	2007	8-nov	CD	2 sem 1°C + C
	2008	4-nov	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	27-oct	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C

CD= Comercialización directa; C= Comercialización

3.3. DETERMINACIONES ANALÍTICAS

3.3.1. COLOR

La medición de color se realizó con un colorímetro (Minolta, modelo CR-300, Ramsey, N.Y., U.S.A.), utilizando como referencia el iluminante C y el observador 2°. En caqui, el color se midió en el espacio de color Hunter Lab (L, a, b); mientras que en melocotón, nectarina y albaricoque se midió en el espacio de color CIELab* (L*, a*, b*) (CIE = Commission Internationale de l'Eclairage).

El color fue evaluado en 20 frutos realizando dos mediciones por fruto. En caqui las mediciones fueron en los dos lados opuestos de la zona ecuatorial del mismo, evitando cualquier zona defectuosa y los resultados se expresaron como índice de color (IC) ($IC = 1000 a / L b$) (Jiménez-Cuesta *et al.*, 1981). En los frutos de melocotón, nectarina y albaricoque, como no presentan una coloración externa uniforme en toda la superficie, las mediciones se realizaron en las dos zonas de color presentes (Fan *et al.*, 2000; Iglesias y Echeverría, 2009). Una de las dos zonas es la de color más rojizo o 'blush color' (CR), que es la parte más expuesta a la luz del sol ('sun-exposed side'), y la otra zona es la de color más amarillento o amarillo-verdoso o 'ground color' (CF = color de fondo), que se corresponde con la parte expuesta más a la sombra ('shaded side'). En cada una de las zonas los resultados se expresaron como L* (representa la luminosidad y va de 0 (negro) a 100 (blanco)), a* (que va del verde-azulado (a* negativa) al rojo-púrpura (a* positiva)) y b* (que va del color azul (b* negativo) al color amarillo (b* positivo)) (McGuire, 1992).

3.3.2. FIRMEZA

La firmeza se evaluó utilizando un texturómetro (Instron Universal Machine, modelo 3343, Instron Corp., Canton, Mass., U.S.A.) provisto de un punzón de 8 mm de diámetro y una velocidad de punción de 10 mm/min. En todos los casos los resultados fueron expresados como la fuerza en Newtons (N) necesaria para romper la pulpa. La evaluación se

realizó sobre 20 frutos, haciéndose dos medidas por fruto en lados opuestos de la zona ecuatorial, a los que previamente se les había retirado la piel.

3.3.3. PÉRDIDA DE PESO

La pérdida de peso, tras los distintos periodos de almacenamiento, se determinó de forma individual sobre 20 frutos sin daños externos, expresándose el resultado como porcentaje de pérdida de peso respecto del peso inicial del fruto.

3.3.4. CONTENIDO EN SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (CSS), ACIDEZ E ÍNDICE DE MADUREZ (IM)

El CSS y acidez se determinó en zumo de fruta utilizando un refractómetro digital (Atago, modelo PAL-3, Atago CO., LTD, Tokio, Japón) y un valorador automático (Mettler Toledo, modelo T50, Mettler-Toledo AG, Schwerzenbach, Switzerland), respectivamente. La evaluación se realizó sobre 3 zumos correspondientes a 3 réplicas.

En el caso del caqui cada zumo se preparó a partir de 5 frutos que fueron divididos en 4 trozos, escogiendo dos cuartos opuestos para obtener el zumo y los otros dos cuartos restantes se destinaron al análisis del contenido en taninos solubles y la evaluación organoléptica.

En el caso de variedades de caqui astringentes se procedió a precipitar los taninos solubles previamente a la determinación del CSS, para evitar valores de lectura erróneos (Sugiura *et al.*, 1983). Para ello, primero se mezclaron en un tubo de centrífuga 5 ml de zumo con 5 ml de una solución de polietilenglicol (PEG) al 5% y a continuación se centrifugó durante 5 min a 5.000 rpm y 20°C. Las medidas del CSS se realizaron a partir del sobrenadante. El cálculo del CSS se realizó restando el valor obtenido para un blanco (5 ml de la solución de PEG al 5% con 5 ml de agua) a la lectura obtenida de los zumos y considerando el factor de dilución (1:2).

Para melocotón, nectarina y albaricoque, cada réplica de zumo se obtuvo a partir de 10 frutos que fueron divididos por la mitad, de manera que una parte fue destinada a la preparación del zumo y la otra al análisis sensorial.

El zumo se preparó a partir de fruta pelada, a excepción del albaricoque que no se peló, con una licuadora semi-industrial (Sammic, modelo LI-240, Sammic, S.L., Azkoitia, Guipuzkoa, España). En todos los casos se realizaron dos medidas por zumo y los resultados se expresaron en °Brix.

La acidez se determinó mediante una valoración de alícuotas de 5 ml de zumo con una solución de NaOH 0,1 N hasta pH 8,2 siendo los resultados expresados como g ácido málico / 100 ml zumo.

En melocotón, nectarina y albaricoque se determinó además el índice de madurez (IM) que se calculó como el cociente entre el CSS y la acidez.

3.3.5. CONTENIDO EN TANINOS SOLUBLES

El método utilizado para determinar el contenido en taninos solubles del caqui fue el 'Folin-Denis Method' (Taira, 1996). Este es un método colorimétrico basado en la reducción del reactivo Folin-Denis (reactivo fosfomolibdico-fosfotúngstico) por los taninos solubles en una solución alcalina. Debido a la mayor sensibilidad frente a la reducción del reactivo fenólico Folin-Ciocalteu que el reactivo Folin-Denis se suele utilizar el reactivo Folin-Ciocalteu (Deshpande *et al.*, 1986).

El contenido de taninos solubles se determinó a partir de 15 frutos de caqui. Tras el pelado de los frutos, un cuarto de cada uno de ellos fue troceado, se mezclaron debidamente y se congelaron 3 muestras de 5 g cada una a -21°C para posteriormente ser analizadas.

La muestra previamente congelada fue homogeneizada con 25 mL de una solución de metanol al 80% con la ayuda de un homogeneizador (Politron[®], modelo PT 2100, Kinematica, AG, Lucerne, Switzerland). El homogeneizado obtenido se centrifugó (Centrífuga SIGMA Laborzentrifugen, modelo 3K30, Osterode am Harz, Germany) a 14.000

rpm durante 20 minutos a 4°C. El sobrenadante se filtró a través de papel de filtro y se reservó a una temperatura de 4°C. Con el precipitado obtenido se volvió a repetir la operación de homogeneización con otros 25 mL de metanol, seguido de otra centrifugación y posterior filtración. El nuevo sobrenadante obtenido se mezcló con el reservado anteriormente y esta mezcla se aforó a 100 mL con agua destilada. A continuación se tomó 1 mL de la solución obtenida y se realizó una dilución 1:6 en agua destilada. Seguidamente, se añadieron 0,5 mL de reactivo Folin-Ciocalteu 1 N, se agitó y tras 3 minutos de reposo, se añadió 1 mL de Na₂CO₃ saturado. Se agitó de nuevo y finalmente se adicionó 1,5 mL de agua destilada llevando así la muestra a un volumen total de 10 mL. Tras 1 hora, se midió la absorbancia a 725 nm con un espectrofotómetro (Thermo Electron Corporation, modelo UV1, UK). Los valores obtenidos fueron contrastados con la curva patrón obtenida a partir de diferentes concentraciones de ácido gálico y se expresaron como porcentaje de peso fresco (% p.f.).

3.3.6. PRODUCCIÓN DE ACETALDEHÍDO (AcCOH) Y ETANOL (EtOH)

La concentración de acetaldehído y etanol en zumo se determinó por cromatografía gaseosa de espacio de cabeza en 3 zumos correspondientes a 3 réplicas, según el método descrito por Ke y Kader (1990). De cada zumo se transfirieron alícuotas de 5 mL a 3 viales de 20 mL de capacidad (Catalana de Frascos, S.A., Montornès del Vallès, Barcelona, España). Éstos viales fueron sellados con tapón de PTFE/Silicona (CromLab, S.L., Barcelona, España), rotulados debidamente y congelados a -21°C hasta el momento del análisis.

En el momento de las determinaciones, los viales se acondicionaron en un baño a 20°C durante una hora para su descongelación. A continuación, se procedió al análisis con un cromatógrafo de gases (Modelo Trace GC 2000, Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, MA, USA) equipado con un muestreador automático (Modelo HS 2000), detector de ionización de llama (FID: 'Flame Ionization Detector') y columna empacada Porapack QS 80/100 de 1,2 m de longitud y 1/8 pulgadas de diámetro. Los viales se incubaron en el horno del

automuestreador durante 10 minutos a 60°C y después se inyectó 1 mL de aire del espacio de cabeza del vial. Las temperaturas de trabajo del cromatógrafo fueron 150, 175 y 200°C para horno, inyector y detector respectivamente (Salvador *et al.*, 2004a). Como gas portador se utilizó helio con un caudal de 28 mL/min.

La concentración de acetaldehído y etanol de las muestras se determinaron mediante comparación de los tiempos de retención y áreas con las de soluciones patrón. Los resultados se expresaron como mg de acetaldehído y etanol en 100 mL de zumo, siendo presentadas las medias de las tres réplicas.

3.3.7. TASA DE RESPIRACIÓN: PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

En frutos de melocotón, nectarina y albaricoque se determinó la tasa de respiración como la producción de dióxido de carbono (CO₂). Para ello se midió su concentración en la atmósfera generada por el fruto tras permanecer en un frasco cerrado herméticamente por un periodo de 2 horas (Salvador *et al.*, 2004a).

Cinco frutos fueron pesados e introducidos individualmente en frascos de vidrio de 450 mL de capacidad. Una vez cerrados, dichos frascos se colocaron en una cámara a 20°C (90% HR) durante 2 horas. Tras dicho periodo se extrajeron muestras de 1 mL del espacio de cabeza de cada recipiente con una jeringa Hamilton 1001 LT y se analizaron en un cromatógrafo de gases (Modelo Trace GC 2000, Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, MA, USA) equipado con detector de termoconductividad (TCD: 'Thermal Conductivity Detector') y columna Porapak QS 80/100 (1,2 m x 1/8"). Las temperaturas de trabajo del cromatógrafo fueron 35, 125 y 180°C para el horno, inyector y detector, respectivamente. Como gas portador se utilizó helio a un caudal de 22 mL/min.

La concentración de CO₂ se calculó usando como referencia las áreas obtenidas a partir de una mezcla de gases estándar con una concentración del 2,5% en CO₂. Los resultados se expresaron como mL CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹, siendo presentada la media de las distintas réplicas.

3.3.8. PRODUCCIÓN DE ETILENO (C₂H₄)

La producción de etileno se determinó en melocotón, nectarina y albaricoque mediante cromatografía gaseosa de espacio de cabeza (Juan *et al.*, 2009).

Tras cada periodo de almacenamiento estudiado, se introdujeron 5 frutos individualmente en frascos de vidrio de 450 mL de capacidad. Para evitar la inhibición del etileno como consecuencia de la acumulación del CO₂ se introdujo en el interior de cada uno de los frascos un vial con 5 mL de KOH 1N para absorber el CO₂ producido (Salvador *et al.*, 2004a; Ziliotto *et al.*, 2008). Una vez cerrados y sellados, estos frascos se transfirieron a una cámara a 20°C (90% HR) durante un periodo mínimo de 20 horas. Tras este periodo, se extrajeron muestras de 1 mL de aire del espacio de cabeza de cada recipiente y se analizaron con un cromatógrafo de gases (Modelo Trace GC 2000, Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, MA, USA) equipado con detector de ionización de llama (FID) y una columna empacada Porapak QS 80/100 (1,2 m x 1/8"). Las temperaturas de trabajo del cromatógrafo fueron 75°C para el horno, y 175°C para el inyector y detector. Helio fue el gas portador con un caudal de 25 mL/min.

La concentración de C₂H₄ se calculó por comparación con el área obtenida a partir de una mezcla estándar con una concentración en etileno conocida de 3 ppm. Los resultados se expresaron como µL C₂H₄ Kg⁻¹ h⁻¹.

3.3.9. ALTERACIONES FISIOLÓGICAS EN MELOCOTÓN, NECTARINA Y ALBARICOQUE.

En melocotón, nectarina y albaricoque, tras los distintos periodos de almacenamiento, se evaluaron las alteraciones fisiológicas de la pulpa del fruto: pigmentación roja o 'bleeding', harinosidad, acorchado, pardeamiento o 'browning', vitrescencia y pérdida de jugosidad, utilizando la escala descrita por Crisosto *et al.* (1999; 2008).

Para su determinación 30 frutos se cortaron por la zona ecuatorial y se hizo una evaluación visual del mesocarpo y del área circundante al hueso. La pigmentación roja o 'bleeding', la harinosidad y el acorchado se evaluó con una escala de 1 a 3 (1: ausencia; 2: moderada; 3: severa). El pardeamiento y la vitrescencia se valoró según una escala gradual de 1 a 6 (1: ausencia; 2: muy ligera; 3: ligera; 4: moderada; 5: severa; 6: extrema). En todos los casos se consideraron daños moderados cuando el área afectada fue inferior al 50% y daños extremos cuando superó el 75%. La jugosidad del fruto ('flesh texture') se midió de forma cualitativa tras comprimir el fruto con la mano de acuerdo con una escala de 1 a 3 (1: fruto jugoso; 2: moderada o poca cantidad de zumo; 3: severo o no zumo). Para cada una de las alteraciones se calculó la media ponderada sobre un total de 30 frutos y se expresó como índice de deterioro.

Además de las alteraciones mencionadas, se evaluó la sobremaduración de los frutos que se valoró con la misma escala utilizada para el pardeamiento y la vitrescencia. El resultado se expresó como porcentaje de frutos sobremaduros correspondientes a cada escala.

3.3.10. ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial de los frutos fue realizada por un panel constituido por un mínimo de 10 jueces semientrenados, pertenecientes al Centro de Tecnología Postcosecha del IVIA, con experiencia en la evaluación organoléptica de frutas, en una sala de análisis sensorial ubicada en el mismo centro, libre de olores y ruidos y equipada con

cabinas individuales que cumplen todos los requisitos exigidos por la norma UNE-EN ISO 8589:2010 (AENOR, 2010).

Las muestras fueron obtenidas a partir de 15 frutos en el caso del caqui, y de 30 frutos en el caso del melocotón, nectarina y albaricoque. Los frutos se pelaron, excepto en el caso de las variedades de albaricoque, y se cortaron en secciones longitudinales, las cuales fueron mezcladas debidamente. Los jueces recibieron dos secciones de cada material vegetal, identificando cada muestra con un código de tres dígitos al azar. Antes y después de cada muestra, los jueces se enjuagaron la boca con agua mineral para evitar interferencias entre muestras. En el análisis sensorial correspondiente al caqui, se les proporcionó también leche por si alguna de las muestras resultaba astringente, ya que las proteínas de la leche resultan efectivas para eliminar la sensación de astringencia. En función del tipo de fruto se evaluaron distintos parámetros, que se describen a continuación.

3.3.10.1. Análisis sensorial de melocotón, nectarina y albaricoque

El análisis sensorial de los frutales de hueso se realizó en el momento de la recolección y al final de cada uno de los periodos de almacenamiento estudiados.

Los parámetros evaluados fueron el sabor global ('flavor') y la textura. El sabor global se valoró con una escala del 1 a 9, donde 1 representa un sabor de pésima calidad, con presencia de malos sabores ('off flavor'), y 9 un sabor excelente. En cuanto a la textura se evaluó con una escala gradual de 1 a 5, donde 1 indica una textura muy blanda y 5 una textura muy firme. La Figura 7 reproduce la ficha presentada a los jueces para el análisis organoléptico de las diferentes variedades de albaricoque, melocotón y nectarina.

ALBARICOQUE, MELOCOTÓN Y NECTARINA
 Nombre:
 Fecha:

SABOR GLOBAL (SABOR + AROMA)	TEXTURA
9. Perfectamente equilibrado, marcado aroma floral-frutal.	1. Muy blando
8. Bastante equilibrado, bastante aroma floral-frutal.	2. Blando
7. Equilibrado, aroma floral-frutal.	3. Ni firme ni blando
6. Algo desequilibrado.	4. Firme
5. Insípido, falta aroma.	5. Muy firme
4. Pobre o atípico, pero no con <i>off-flavors</i> .	
3. Ligeramente <i>off-flavor</i> .	
2. Bastante <i>off-flavor</i> .	
1. Mucho <i>off-flavor</i> .	

Código	Sabor Global	Textura

Figura 7: Ficha de análisis sensorial de albaricoque, melocotón y nectarina.

3.3.10.2. Análisis sensorial de caqui

El análisis sensorial del caqui se realizó en el momento de la recolección tan solo en las variedades no astringentes y en todas las variedades tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados.

Los parámetros evaluados fueron presencia de astringencia, presencia de malos sabores, la firmeza y el sabor global. La astringencia se valoró con una escala de 1 a 3, donde 1 representa astringente y 3 no astringente. Los malos sabores se evaluaron con una escala gradual de 0 a 3, donde 0 corresponde a ausencia de malos sabores y 3 presencia acusada. La firmeza se valoró con una escala de 1 (muy blando) a 5 (muy firme). Para

la evaluación del sabor global se utilizó una escala gradual de 1 a 9, donde se agruparon los valores en tres grados de calidad: 1 - 3: calidad mala; 4 - 6: calidad aceptable; 7 - 9: calidad excelente. La Figura 8 reproduce la ficha presentada a los jueces para el análisis organoléptico de frutos de caqui.

VARIEDADES DE CAQUI					
Nombre:					
Fecha:					
ASTRINGENCIA		MALOS SABORES		FIRMEZA	
1	Astringente	0	Ausencia	1	Muy Blando
2	Ligeramente Astringente	1	Ligeramente Perceptibles	2	Blando
3	No Astringente	2	Perceptibles	3	Ni Firme Ni Blando
		3	Presencia Acusada	4	Firme
				5	Muy Firme
				SABOR GLOBAL (Flavor: Sabor + Aroma)	
				1	Mala Calidad (no satisfactorio)
				2	
				3	
				4	Calidad Aceptable
				5	
				6	
				7	Calidad Excelente
				8	
				9	
Código	Astringencia	Malos Sabores	Firmeza	Sabor Global	Observaciones

Figura 8: Ficha de análisis sensorial de caqui.

3.3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico Statgraphics Plus Versión 4.1, mediante el análisis de la varianza (ANOVA). Las diferencias significativas entre las medias obtenidas para los distintos periodos de almacenamiento se establecieron a partir del análisis MDS (mínima diferencia significativa) con un nivel de confianza del 95%.

4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS FRUTA DE HUESO

4.1.1. MELOCOTÓN

La Tabla 13 muestra las fechas de recolección y las condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña de las dos variedades de melocotón.

Tabla 13. Variedades de melocotón, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.

Variedad	Campaña	Fecha Recolección	Condiciones de almacenamiento
VIVAC0059-08	2008	12-mayo	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
	2009	14-mayo	1 y 2 sem 1°C + C
IVIA0101-01	2008	23-mayo	1, 2 y 3 sem 1°C + C
	2009	18-mayo	1, 2 y 3 sem 1°C + C

C= Comercialización (3 días a 20°C)

Según datos proporcionados por el Departamento de Fruticultura del IVIA, la variedad VIVAC0059-08 está en plena floración el 22 de febrero y la maduración suele ser el 16 de mayo, mientras que la variedad IVIA0101-01 está en plena floración el 11 de febrero y madura el 20 de mayo. En nuestro estudio, la recolección de la variedad VIVAC0059-08 se realizó entre 1 y 2 semanas antes que la variedad IVIA0101-01 (Tabla 13). Una de las características que diferencia ambas variedades es el menor calibre de VIVAC0059-08 con un peso medio de 112,71 g, frente a IVIA0101-01 (131,63 g). El menor calibre y la precocidad de la variedad VIVAC0059-08 es consecuencia del parental masculino utilizado para la obtención de la misma. Este parental es una variedad de origen brasileño ("Precocinho") de carne dura muy precoz pero de bajo calibre. Según las características pomológicas descritas por el Departamento de Fruticultura del IVIA, en el momento de madurez fisiológica (i.e. cuando el fruto está apto para consumo), el fruto de la variedad VIVAC0059-08 tiene una forma redondeada simétrica con una extensión de la pigmentación (superficie en % de color rojo que recubre la piel del fruto) del 45%, un color de pulpa naranja-amarillenta, un color de fondo naranja-claro, una calidad gustativa media y de gran aroma; mientras que los frutos de la variedad IVIA0101-01 tienen una forma

Resultados

ovalada no simétrica con una extensión de la pigmentación del 90%, un color de pulpa naranja, un color de fondo amarillo-anaranjado y una calidad gustativa buena (Martínez-Calvo *et al.*, 2011b). En este estudio, los frutos se recolectaron con madurez comercial para su posterior almacenamiento en frigoconservación. En estas condiciones, el color de la pulpa de la variedad VIVAC0059-08 fue amarillo-anaranjado, mientras que en el caso de la variedad IVIA0101-01 presentó una tonalidad amarillo-verdosa (Fotografía 2). En cuanto al color externo, el color de fondo en la variedad VIVAC0059-08 fue naranja-amarillento y en la variedad IVIA0101-01 amarillo-verdoso (Fotografía 3).



Fotografía 2: Color de la pulpa de la variedad de melocotón VIVAC0059-08 tras 1 semana a 1°C más 3 días a 20°C (a) y tras 2 semana a 1°C más 3 días a 20°C (b) y de la variedad IVIA0101-01 tras 1 semana a 1°C más 3 días a 20°C (c y d).

La Tabla 14 muestra la calidad interna, la tasa de respiración, la producción de etileno, los compuestos volátiles y el análisis sensorial de estas variedades de melocotón tras los distintos periodos de almacenamiento ensayados en cada campaña objeto de estudio.

Tabla 14. Calidad interna, tasa de respiración, producción de etileno, compuestos volátiles y análisis sensorial de las variedades de melocotón estudiadas.

	Color (CR-CF)			F (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/ 100 ml)	IM	CO ₂ (ml/ Kg h)	C ₂ H ₄ (μL/ Kg h)	AcCOH (mg/ 100 ml)	EtOH (mg/ 100 ml)	Análisis Sensorial	
	L*	a*	b*										SG	F
VIVAC0059-08														
2008														
Recolección	43bc-69ab	30 a-9 a	20 b-52 a	9,9 a	-	6,6 ab	0,543 a	12,2 c	55,4 a	12,8 a	2,05 a	44,88 a	4,6 a	3,6 ab
1 sem 1°C + C	37 a-68 a	30 a-13 b	14 a-53 a	10,3 a	8,0 a	6,5 a	0,503 a	13,2 c	57,7 ab	12,6 a	2,70 ab	55,74 a	5,2 ab	3,6 ab
2 sem 1°C + C	42 b-70 ab	32 a-13 b	21 b-52 a	11,2 a	7,5 a	7,0 b	0,813 c	8,6 a	44,4 a	11,7 a	2,46 ab	50,23 a	5,6 bc	3,8 ab
3 sem 1°C + C	47 d-70 b	31 a-12 b	28 c-52 a	11,2 a	9,3 b	6,5 a	0,695 b	9,3 ab	71,1 bc	13,8 a	2,80 b	54,15 a	4,3 a	3,4 a
4 sem 1°C + C	45 cd-72 c	31 a-11 b	23 b-54 b	10,9 a	12,2 c	7,4 c	0,750 bc	9,9 b	75,1 c	11,7 a	2,12 ab	30,83 a	6,4 c	4,0 b
2009														
Recolección	59 b-67 a	20 a-10 a	40 b-49 a	14,6 b	-	9,9 a	0,981 b	11,0 a	55,9 a	8,1 a	0,73 a	16,24 a	5,9 a	3,6 a
1 sem 1°C + C	50 a-70 b	30 b-11 a	29 a-54 b	9,0 a	6,9 a	11,3 b	0,864 a	13,1 b	68,5 b	11,5 a	1,66 b	58,84 b	6,9 a	3,2 a
2 sem 1°C + C	50 a-72 c	30 b-11 a	29 a-55 c	9,6 a	6,9 a	10,9 ab	0,860 a	12,6 b	69,4 b	31,8 b	1,36 b	40,34 b	6,2 a	3,5 a
IVIA0101-01														
2008														
Recolección	34 a-62 a	27 a-9 a	12 a-39 a	24,1 b	-	9,2 a	1,214 c	7,6 a	45,3 a	0,7 a	0,28 a	0,45 a	6,3 ab	3,7 b
1 sem 1°C + C	39 b-67 b	28 a-9 a	14 a-43 b	2,8 a	4,4 a	10,1 b	0,962 b	10,5 b	67,3 b	3,3 ab	1,14 b	11,54 b	6,9 b	2,0 a
2 sem 1°C + C	42 c-68 b	30 b-12 ab	17 b-43 b	3,4 a	5,3 b	10,2 b	0,906 b	11,3 b	64,3 b	6,8 bc	0,93 b	8,66 b	6,0 ab	1,6 a
3 sem 1°C + C	42 c-68 b	31 b-15 b	18 b-42 b	2,8 a	8,1 c	10,1 b	0,763 a	13,2 c	86,5 c	11,8 c	0,91 b	7,16 b	5,0 a	1,6 a
2009														
Recolección	39 a-63 a	30 a-16 b	17 a-36 a	26,8 b	-	10,4 a	1,274 c	8,2 a	42,1 a	2,2 a	0,25 a	0,24 a	6,7 a	4,3 b
1 sem 1°C + C	46 b-65 b	31 ab-16 b	23 b-41 b	3,0 a	2,4 a	10,5 a	0,978 b	10,7 b	37,7 a	17,9 ab	0,79 b	4,62 b	6,6 a	1,9 a
2 sem 1°C + C	41 a-69 c	32 b-12 a	19 a-45 c	2,6 a	4,0 b	10,9 a	0,932 b	11,7 c	54,6 b	29,4 bc	0,77 b	4,00 b	6,6 a	1,6 a
3 sem 1°C + C	40 a-71 d	30 ab-11 a	18 a-45 c	3,0 a	4,6 c	10,7 a	0,832 a	12,9 d	58,1 b	37,3 c	0,79 b	8,49 c	6,3 a	2,0 a

C= Comercialización (3 días a 20°C); Color: CR: Color zona más rojiza ("blush color"); CF: Color de fondo ("ground color"); F: Firmeza; PP: Pérdida de peso; CSS: Contenido en sólidos solubles; IM: Índice de madurez; C₂H₄: Etileno; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS (p<0,05)

Color

Una característica en la coloración externa de los frutos de melocotón es que no presentan un color uniforme en toda la superficie, observándose un color de fondo (CF) o 'ground color' con tonalidades amarillo o amarillo-verdoso y una zona más coloreada con colores rojizos (CR) o 'blush color'. Por este motivo, el color de los frutos se midió en las dos áreas correspondientes al CF y CR.

Visualmente, en el momento de la recolección, se observó que el CF de la variedad VIVAC0059-08 era naranja-amarillento (Fotografías 3a y 3c), mientras que en la variedad IVIA0101-01 presentaba un color amarillo-verdoso (Fotografía 3b y 3d). En el caso de la variedad VIVAC0059-08, el CF fue virando hacia tonalidades naranja intenso con el tiempo de almacenamiento, mientras que en la otra variedad se acercó más a un amarillo-anaranjado (Fotografía 4). En la zona de CR, en el momento de cosecha, la variedad VIVAC0059-08 presentó un rojo menos intenso que la variedad IVIA0101-01 (Fotografía 3). Además, en la variedad IVIA0101-01 la extensión del CR fue mayor que en la otra variedad (Fotografía 3). En ambos casos, el CR se volvió más intenso con el aumento del tiempo de almacenamiento (Fotografía 4).

Teniendo en cuenta los cambios ocurridos en los parámetros de color evaluados, en la zona de CR el más indicativo de lo que ocurre durante el almacenamiento es el parámetro a^* , mientras que en la zona del CF lo es el parámetro b^* .

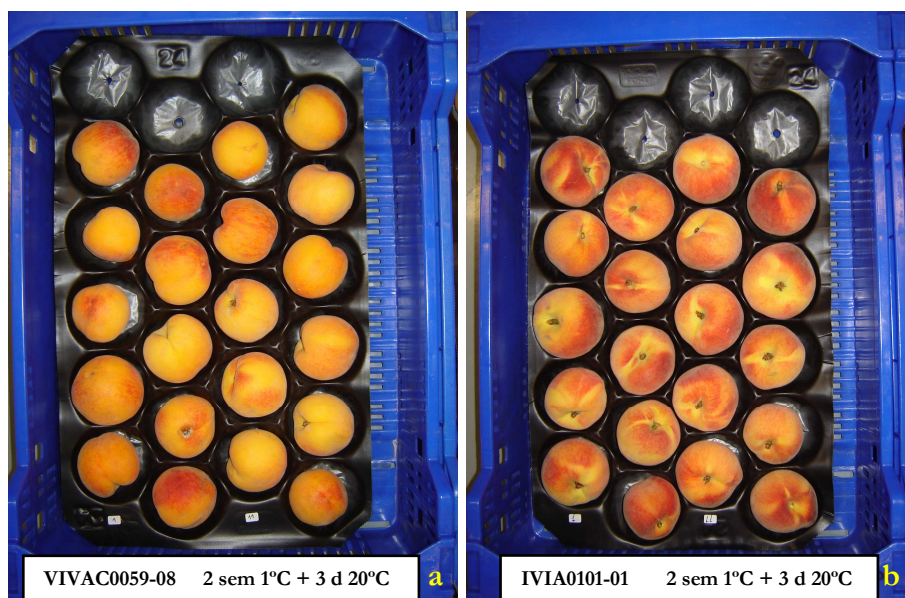
En las dos variedades analizadas el valor de los parámetros de color L^* y a^* en las dos zonas y en ambas campañas fue muy similar, mientras que el parámetro b^* , en ambas zonas pero sobre todo en la zona de CR, fue mayor en la variedad VIVAC0059-08 que en la variedad IVIA0101-01. Esto se corrobora con lo observado visualmente en ambas variedades, donde destaca en la variedad VIVAC0059-08 el CF con un amarillo más intenso y en la variedad IVIA0101-01 el CR con un rojo más intenso.

En general, en este estudio se observó que el parámetro a^* en la zona de CR y el parámetro b^* en la zona de CF aumentaron con el tiempo de almacenamiento. En cuanto al parámetro L^* no siguió una tendencia clara en lo que respecta a la zona más rojiza de los frutos, mientras que en la zona más amarillenta aumentó ligeramente en las dos variedades de

melocotón, indicando una mayor luminosidad en el CF con el almacenamiento.



Fotografía 3: Aspecto externo de las variedades de melocotón VIVAC0059-08 (a y c) e IVIA0101-01 (b y d) en el momento de recolección.



Fotografía 4: Aspecto externo de las variedades de melocotón VIVAC0059-08 (a) e IVIA0101-01 (b) tras 2 semanas a 1°C en la campaña 2009.

Firmeza Instrumental (F)

En las dos campañas de estudio la variedad VIVAC0059-08 presentó en el momento de recolección una firmeza menor (9,9 y 14,6 N) que la variedad IVIA0101-01 (24,1 y 26,8 N).

Los frutos de la variedad VIVAC0059-08 en la campaña 2008 mantuvieron la firmeza constante tras 4 semanas de almacenamiento a 1°C, mientras que en la segunda campaña, la firmeza disminuyó un 33% tras 1 y 2 semanas de almacenamiento en frío, alcanzando un valor aproximado de 10 N.

En el caso de la variedad IVIA0101-01, en ambas campañas al conservar la fruta a 1°C se produjo una reducción de la firmeza en torno al 88% alcanzando valores no comerciales de 3 N. Este drástico ablandamiento podría indicar una sensibilidad de esta variedad a bajas temperaturas.

Pérdida de peso (PP)

Las pérdidas de peso de las dos variedades de melocotón aumentaron con el tiempo de almacenamiento. En la variedad VIVAC0059-08, tras 2 semanas de almacenamiento a 1°C la PP fue aproximadamente un 7%, mientras que tras 4 semanas en frío, la PP fue de un 12%. En el caso de la variedad IVIA0101-01, en la campaña 2008 se alcanzó una PP de 8,1% tras 3 semanas de almacenamiento a 1°C, mientras que en la campaña 2009 esa PP fue menor alcanzando un valor de 4,6%.

Contenido Sólidos Solubles (CSS)

En la campaña 2009 de la variedad VIVAC0059-08 y en las dos campañas de la variedad IVIA0101-01 los frutos se recolectaron con un CSS de 10°Brix, mientras que en la campaña 2008 los frutos de la variedad VIVAC0059-08 se cosecharon con un CSS menor (6,6°Brix). Tras el periodo de frigoconservación, se observó un ligero aumento en el CSS, excepto en la campaña 2009 de la variedad IVIA0101-01 que se mantuvo constante.

Acidez

La acidez en el momento de la recolección varió entre 1,0 y 1,3 g ácido málico/100 ml, excepto en la campaña 2008 de la variedad VIVAC0059-08 que presentó una acidez de 0,5 g ácido málico/100 ml. De las dos variedades de melocotón estudiadas, la variedad VIVAC0059-08 presentó una menor acidez, tanto en el momento de la cosecha como tras los distintos periodos de frigoconservación. En general, se observó una disminución de la acidez con el tiempo de almacenamiento, excepto en la campaña 2008 de la variedad VIVAC0059-08, en la que la acidez aumentó ligeramente respecto al valor inicial. En la mayoría de los casos, no se observaron diferencias significativas en la acidez de los frutos tras 1 y 2 semanas de almacenamiento a 1°C.

Índice de madurez (IM)

En la variedad VIVAC0059-08, el IM en el momento de la recolección varió entre 11 y 12, mientras que en el caso de la variedad IVIA0101-01 el IM fue menor (8) debido a su mayor acidez. El aumento del CSS y el descenso de la acidez provocó un incremento del IM con el tiempo de

almacenamiento, excepto en la campaña 2008 de la variedad VIVAC0059-08 en la que el IM disminuyó como consecuencia del aumento de la acidez.

Producción de dióxido de carbono (CO₂)

La producción de CO₂ en el momento de la cosecha fue de aproximadamente 55 ml CO₂/Kg·h en la variedad de melocotón VIVAC0059-08; mientras que en la variedad IVIA0101-01 fue menor y varió entre 42 y 45 ml CO₂/Kg·h, lo que indica que ésta última variedad tiene una menor tasa respiratoria. En general, y siguiendo además el patrón característico de los frutos climatéricos, en las dos variedades de melocotón estudiadas se observó un aumento de la producción de CO₂ al aumentar el tiempo de almacenamiento en frigoconservación, alcanzando valores superiores a 70 ml CO₂/Kg·h tras 3 semanas de almacenamiento a 1°C.

Producción de etileno (C₂H₄)

En el momento de recolección la producción de etileno en la variedad VIVAC0059-08 (9 - 13 µL/Kg·h) fue mucho mayor que en la variedad IVIA0101-01 (0,7 - 2,2 µL/Kg·h). En ambas variedades, en general se observó un aumento en la producción de etileno con el tiempo de almacenamiento, excepto en la campaña 2008 de la variedad VIVAC0059-08 en la que la producción de etileno se mantuvo constante. Por otro lado, en la campaña 2008 de las dos variedades estudiadas la producción de etileno tras 3 y 4 semanas a 1°C presentó valores entre 11,7 y 13,8 µL/Kg·h, mientras que en la campaña 2009 se alcanzaron valores cercanos o superiores a 30 µL/Kg·h tras 2 semanas en frío.

Contenido en acetaldehído y etanol (AcCOH y EtOH)

El contenido de acetaldehído en el momento de la cosecha fue muy bajo (0,2 - 0,7 mg/100 ml), excepto en la campaña 2008 de la variedad VIVAC0059-08 cuyo contenido fue de 2 mg/100 ml. En este último caso, el nivel de este compuesto volátil se mantuvo casi constante con el tiempo de almacenamiento. En cambio, en la campaña 2009 de la variedad VIVAC0059-08 y en las dos campañas estudiadas de

IVIA0101-01 se produjo un ligero aumento durante la conservación de la fruta a 1°C, alcanzando valores de acetaldehído comprendidos entre 0,8 y 1,7 mg/100 ml, sin mostrar diferencias significativas entre los distintos periodos de frigoconservación.

En cuanto al contenido de etanol, se observó que en el momento de la recolección el contenido de este compuesto volátil fue mayor en la variedad VIVAC0058-09 (44,9 y 16,2 mg/100 ml, en las campañas 2008 y 2009 respectivamente) que en la variedad IVIA0101-01 (0,2 – 0,5 mg/100 ml). En casi todos los casos, el contenido en etanol sufrió un incremento durante la conservación de la fruta a 1°C, sin apreciar diferencias significativas entre los distintos periodos de frigoconservación estudiados, tal y como ocurrió con el contenido de acetaldehído. No obstante, en la campaña 2008, la variedad VIVAC0059-08 mantuvo el contenido en etanol constante con el tiempo de almacenamiento.

En general, se observó que tanto el contenido en acetaldehído como el contenido en etanol, tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados, fueron mayores en la variedad VIVAC0059-08 que en la variedad IVIA0101-01.

Análisis Sensorial

Sabor Global (SG)

El sabor global de la fruta prácticamente no se vio afectado por el almacenamiento a bajas temperaturas, manteniéndose en valores comprendidos entre 5 y 7 (calidad aceptable - excelente) en la variedad VIVAC0059-08 y entre 6 y 7 (calidad excelente) en el caso de la variedad IVIA0101-01.

Hay que destacar que en la variedad de melocotón VIVAC0059-08 los jueces indicaron como característica general que se trataba de una variedad muy aromática pero con poco sabor y dulzor. De la variedad IVIA0101-01 los jueces afirmaron que se trataba también de una variedad con poco sabor y dulzor, e incluso en algunos casos, mencionaron que eran frutos ligeramente ácidos, sobre todo en los estados más inmaduros.

Firmeza sensorial (F)

Si se establece que valores de firmeza de la escala sensorial de 3 (ni firme ni blando) corresponden al límite de almacenamiento para la comercialización de estos frutos, se puede concluir que la variedad VIVAC0059-08 mantiene valores comerciales tras los distintos periodos de frigoconservación estudiados. En cambio, en el caso de la variedad IVIA0101-01, tras 1 semana de almacenamiento a 1°C, los jueces consideraron los frutos como blandos, con valores por debajo del límite comercial, indicando la no adecuación del fruto para su conservación en frío.

Alteraciones fisiológicas

Ninguna de las variedades de melocotón estudiadas mostraron en ningún momento alteraciones relacionadas con síntomas de daños por frío descritos por Crisosto *et al.* (1999; 2008) (pigmentación roja o 'bleeding', harinosidad, acorchado, pardeamiento o 'browning', vitrescencia y pérdida de jugosidad).

Tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados se determinó el porcentaje de frutos no comerciales por sobremaduración y se observó que en el caso de la variedad VIVAC0059-08, un 20% de los frutos presentaban una sobremaduración muy ligera tras 1 y 2 semanas de almacenamiento a 1°C (Fotografía 5a y 5b). En el caso de la variedad IVIA0101-01 se observó un porcentaje mucho mayor (95 - 100%) de frutos que tenían una sobremaduración muy ligera o ligera tras 1, 2 y 3 semanas de conservación en frío, lo que se corrobora con la gran pérdida de firmeza que sufrió esta variedad durante la frigoconservación (Fotografía 5c y 5d).



Fotografía 5: Síntomas de sobremaduración en las variedades de melocotón VIVAC0059-08 (a y b) e IVIA0101-01 (c y d) tras 1 semana de almacenamiento a 1°C más 3 días a 20°C.

4.1.2. NECTARINA

En la Tabla 15 se muestran las variedades de nectarina evaluadas, las fechas de recolección y las condiciones de almacenamiento a las que se han sometido cada una de ellas en las diferentes campañas.

Tabla 15. Variedades de nectarina, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.

Variedad	Campaña	Fecha Recolección	Condiciones de almacenamiento
IVIA9901-01	2008	12-mayo	1 sem 1°C + C
	2009	18-mayo	1 y 2 sem 1°C + C
IVIA0101-02	2008	22-mayo	1, 2 y 3 sem 1°C + C
IVIA0001-01	2009	14-mayo	1 sem 1°C + C

C= Comercialización (3 días a 20°C)

Según datos proporcionados por el Departamento de Fruticultura del IVIA, la variedad IVIA0001-01 es la que tiene una floración más temprana (31 de enero), seguida de IVIA9901-01 (9 de febrero) e IVIA0101-02 (12 de febrero). En general, estas tres variedades de nectarina tienen un periodo de recolección muy similar (alrededor del 20 de mayo). En este estudio, se cosecharon entre el 12 y el 22 de mayo, siendo la variedad IVIA0101-02 la que se recolectó más tarde. Las tres variedades presentaron además un peso medio muy similar (≈ 100 g). Una característica que las diferencia es el color de la pulpa, ya que la variedad IVIA0001-01 es una nectarina de carne blanca, mientras que las otras dos variedades tienen un color de pulpa naranja-amarillenta (Fotografía 6). También se diferencian en el CF, ya que en la variedad IVIA9901-01 predomina el rojo, en la variedad IVIA0101-02 es amarillo-verdoso y en la variedad IVIA0001-01 es blanco-verdoso. En cuanto a la extensión de la pigmentación del fruto (CR), en la variedad IVIA9901-01 es del 100%, en la variedad IVIA0101-02 es del 65% y en la variedad IVIA0001-01 es del 85%. Por otro lado, la forma del fruto en la variedad IVIA9901-01 es redondeada y simétrica en su vista frontal, redondeada no simétrica en el caso de la variedad IVIA0101-02, y el fruto de la variedad IVIA0001-01 tiene una forma ligeramente achatada no simétrica. Y en general se trata de frutos con una calidad gustativa entre buena y muy buena (Martínez-Calvo *et al.*, 2011b).



Fotografía 6: Color de la pulpa de las variedades de nectarina IVIA9901-01 (a), IVIA0101-02 (b) e IVIA0001-01 (c).

La Tabla 16 muestra la calidad interna, la tasa de respiración, la producción de etileno, el contenido en acetaldehído y etanol y el análisis sensorial de las diferentes variedades de nectarina evaluadas tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados en cada campaña.

∞ Tabla 16. Calidad interna, tasa de respiración, producción de etileno, compuestos volátiles y análisis sensorial de las variedades de nectarina estudiadas.

	Color (CR-CF)			F (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/ 100 ml)	IM	CO ₂ (ml/ Kg h)	C ₂ H ₄ (μL/ Kg h)	AcCOH (mg/ 100 ml)	EtOH (mg/ 100 ml)	Análisis Sensorial	
	L*	a*	b*										SG	F
IVIA9901-01														
2008														
Recolección	33 a-34 a	28 a-28 a	8 a-23 a	36,0 b	-	7,4 a	1,148 b	6,5 a	41,5 a	2,0 a	0,45 a	1,89 a	5,4 a	4,5 b
1 sem 1°C + C	31 a-44 b	27 a-32 b	6 a-24 a	3,4 a	5,8	7,7 a	0,943 a	8,1 b	56,2 b	11,4 b	1,72 b	23,82 b	6,4 b	2,3 a
2009														
Recolección	35 a-57 a	30 a-22 a	9 a-34 a	29,6 b	-	12,2 a	1,698 b	7,2 a	30,7 a	1,0 a	0,43 a	0,35 a	6,4 a	4,0 b
1 sem 1°C + C	34 a-59 ab	28 a-21 a	7 a-37 ab	3,0 a	2,4 a	11,5 a	1,312 a	8,8 b	40,4 b	1,6 a	0,59 b	1,67 a	6,9 ab	2,9 a
2 sem 1°C + C	34 a-61 b	31 a-19 a	9 a-42 b	2,6 a	3,8 b	11,6 a	1,198 a	9,7 b	58,2 c	13,8 b	0,88 c	7,81 b	7,4 b	2,5 a
IVIA0101-02														
2008														
Recolección	33 a-62 ab	26 a-6 a	7 a-37 a	22,7 b	-	8,2 a	1,906 c	4,3 a	36,3 a	1,0 a	0,42 a	2,21 a	5,7 a	4,4 b
1 sem 1°C + C	35 b-60 a	28 a-14 b	9 a-37 a	4,9 a	4,5 a	8,4 a	1,631 b	5,1 b	45,6 ab	2,8 ab	1,31 b	20,31 b	5,6 a	3,1 a
2 sem 1°C + C	36 b-64 b	30 b-12 b	12 b-40 b	4,4 a	4,3 a	8,2 a	1,164 a	7,1 c	40,9 ab	4,4 b	1,70 b	20,94 b	5,3 a	2,6 a
3 sem 1°C + C	36 b-62 ab	31 b-16 b	12 b-41 b	5,2 a	7,8 b	8,4 a	1,274 a	6,6 c	51,3 b	13,0 c	1,21 b	16,12 b	5,7 a	2,6 a
IVIA0001-01														
2009														
Recolección	36 a-63 a	27 a-14 a	12 b-26 a	13,6 b	-	12,6 a	1,403 a	9,0 a	52,0 a	1,6 a	0,67 a	1,14 a	6,6 a	3,8 b
1 sem 1°C + C	33 a-70 b	28 a-12 a	8 a-24 a	3,1 a	6,0	12,8 a	1,122 a	11,5 a	76,2 b	29,9 b	1,38 b	28,31 b	6,7 a	1,5 a

C= Comercialización (3 días a 20°C); Color: CR: Color zona más rojiza ('blush color'); CF: Color de fondo ('ground color'); F: Firmeza; PP: Pérdida de peso; CSS: Contenido en sólidos solubles; IM: Índice de madurez; C₂H₄: Etileno; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; SG: Sabor Global
Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS (p<0,05)

Color

Al igual que en melocotón, en nectarina se determinaron los parámetros de color (L^* , a^* y b^*) en la zona de CF y CR. En el momento de la recolección, en la piel de todas las variedades de nectarina estudiadas predominó el color rojo, sobre todo en la variedad IVIA9901-01 en la que prácticamente no se distingue CF (Fotografías 7a y 7c). Aún así, en aquellos frutos de esta variedad que presentaron una pequeña zona de CF y en la variedad IVIA0101-02, el color de esta zona fue entre amarillo-anaranjado y amarillo-verdoso (Fotografías 7a, 7b, 7c y 7d), mientras que en la variedad IVIA0001-01 el CF era verde (Fotografías 7e y 7f).

Con el aumento del tiempo de almacenamiento, visualmente el color rojo no varió mucho, mientras que el CF en las variedades IVIA9901-01 e IVIA0101-02 viró hacia un color más amarillo-anaranjado, y en la variedad IVIA0001-01 mantuvo el tono verde (Fotografía 8).

En la zona de CR el parámetro a^* , que es el más representativo, en las variedades IVIA9901-01 e IVIA0001-01 se mantuvo constante tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados, mientras que en la variedad IVIA0101-02 sufrió un ligero aumento con el tiempo de almacenamiento. En todos los casos el valor de a^* fue muy similar y varió entre 26 y 31. El parámetro L^* , que indica luminosidad o claridad, en la zona de CR siguió el mismo comportamiento que el parámetro a^* . Por lo tanto, tan sólo en la variedad IVIA0101-02 la zona de CR sufrió un aumento de la luminosidad, al aumentar el almacenamiento. En cambio, en la zona de CF, el parámetro b^* , que es el más representativo de los cambios de tonalidad en dicha zona, sufrió un ligero aumento con el almacenamiento, indicando que el fruto adquiere un color amarillo más intenso. Por otro lado, en la zona de CF el parámetro L^* en general aumentó ligeramente con el tiempo de almacenamiento, excepto en la variedad IVIA0101-02 en la que no se vio modificado. De las tres variedades estudiadas, IVIA0101-02 e IVIA0001-01 fueron las que presentaron mayor luminosidad en el CF.



Fotografía 7: Aspecto externo de las variedades de nectarina IVIA9901-01 (a y c), IVIA0101-02 (b y d) e IVIA0001-01 (e y f) en el momento de recolección.



Fotografía 8: Aspecto externo de la variedad de nectarina IVIA0001-01 tras 1 semana de almacenamiento a 1°C más 3 días a 20°C.

Firmeza Instrumental (F)

La variedad IVIA9901-01 se cosechó en la campaña 2008 con 36 N y en la campaña 2009 con 30 N. Las variedades IVIA0101-02 e IVIA0001-01, de las que se tienen datos de una única campaña, presentaron una firmeza en el momento de la recolección de 23 y 14 N, respectivamente. En todos los casos, cuando la fruta se conservó a 1°C durante 1 semana, la firmeza sufrió una drástica reducción del 90% en la variedad IVIA9901-01 y del 77% en las variedades IVIA0101-02 y IVIA0001-01, alcanzando valores no comerciales entre 3 y 5 N. Los valores de firmeza fueron similares en los diferentes periodos de frigoconservación.

Pérdida de peso (PP)

En las tres variedades de nectarina la pérdida de peso aumentó con el tiempo de almacenamiento. La fruta de la variedad IVIA9901-01 en la campaña 2008 y de la variedad IVIA0001-01 en la campaña 2009, tras 1 semana de conservación en frío, tuvo una PP del 6%, mientras que la variedad IVIA9901-01 en la campaña 2009 y la variedad IVIA0101-02 en la campaña 2008 presentaron unas PP del 4% tras 2 semanas de conservación a 1°C. La variedad IVIA0101-02 tras 3 semanas de almacenamiento a 1°C alcanzó un valor de PP más elevado (7,8%).

Contenido Sólidos Solubles (CSS)

Las variedades IVIA9901-01 e IVIA0101-02, en la campaña 2008, se recolectaron con un CSS de 7,4 y 8,2°Brix respectivamente, mientras que en la campaña 2009 de la variedad IVIA9901-01 y la variedad IVIA0001-01, se cosecharon con un CSS mayor de 12°Brix. En todos los casos no se mostraron cambios durante el periodo de almacenamiento.

Acidez

En el momento de cosecha la acidez de las tres variedades de nectarina estudiadas varió entre 1,2 y 1,9 g ácido málico/100 ml, siendo la variedad IVIA0101-02 la de mayor acidez. En general, la acidez disminuyó en todas ellas progresivamente con el tiempo de almacenamiento.

Índice de madurez (IM)

La variedad IVIA9901-01 en el momento de la cosecha presentó un IM de aproximadamente 7 en las dos campañas estudiadas. La variedad IVIA0101-02 fue la de menor IM en el momento de recolección (4,3) y la variedad IVIA0001-01 presentó un IM de 9. En general el IM aumentó con el tiempo de almacenamiento, debido a la reducción de la acidez.

Producción de dióxido de carbono (CO₂)

En el momento de cosecha la variedad IVIA0001-01 fue la que presentó mayor producción de CO₂ (52 ml de CO₂/Kg·h). En el resto de variedades dicha producción varió entre 30 y 42 ml de CO₂/Kg·h. Tras la conservación de la fruta a 1°C, la producción de CO₂ aumentó alcanzando valores superiores a 50 ml de CO₂/Kg·h tras 1, 2 y 3 semanas en frigoconservación para las variedades IVIA9901-01 e IVIA0101-02, mientras que la variedad IVIA0001-01 alcanzó un valor de 76,2 ml de CO₂/Kg·h tras 1 semana a 1°C.

Producción de etileno (C₂H₄)

La producción de etileno en el momento de la cosecha fue muy bajo en todas las variedades (1 – 2 $\mu\text{L}/\text{Kg}\cdot\text{h}$), aumentando con la conservación de la fruta a 1°C hasta valores en torno a 13 $\mu\text{L}/\text{Kg}\cdot\text{h}$ tras 2 y 3 semanas en frío. La variedad IVIA0001-01 fue la que presentó mayor producción de etileno tras 1 semanas de almacenamiento en frigoconservación (30 $\mu\text{L}/\text{Kg}\cdot\text{h}$), al igual que lo observado en la producción de CO₂.

Contenido en acetaldehído y etanol (AcCOH y EtOH)

El contenido en acetaldehído y etanol en el momento de la recolección fue muy bajo en todas las variedades estudiadas (0,4 – 0,7 mg de acetaldehído/100 ml y 0,4 – 2,0 mg de etanol/100 ml), aumentando de manera significativa durante el almacenamiento a 1°C. El contenido en acetaldehído durante el periodo de frigoconservación varió entre 0,6 y 1,7 mg/100 ml, mientras que la producción de etanol alcanzó valores superiores a 16 mg/100 ml tras 1 semana de conservación en frío, excepto en la campaña 2009 de la variedad IVIA9901-01 cuyo contenido fue algo menor, de 7,8 mg/100 ml tras 2 semanas de almacenamiento a 1°C.

Análisis Sensorial*Sabor Global (SG)*

En general, aunque en el momento de cosecha los jueces calificaron la fruta de las distintas variedades como ligeramente inmaduras, tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados las variedades de nectarina fueron evaluadas con una calidad entre aceptable y excelente (5 - 7). En las dos campañas estudiadas de la variedad IVIA9901-01 la valoración del sabor global aumentó ligeramente con el almacenamiento a 1°C, mientras que el resto de variedades estudiadas el sabor global no mostró diferencias significativas entre los distintos periodos de almacenamiento estudiados. En todos los casos, los jueces indicaron como característica general que se trataba de variedades ácidas con poco dulzor.

Firmeza sensorial (F)

En el momento de la recolección todas las variedades de nectarina estudiadas fueron evaluadas por los jueces como firmes o muy firmes (entre 4 y 5). Durante el almacenamiento a 1°C, la fruta obtuvo una valoración menor o igual a 3, que es el límite establecido para la comercialización de los frutos.

Alteraciones fisiológicas

En todas las variedades de nectarina, tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados en las distintas campañas, los frutos no presentaron ninguno de los síntomas de daño por frío descritos por Crisosto *et al.* (1999; 2008) (pigmentación roja o 'bleeding', harinosidad, acorchado, pardeamiento o 'browning', vitrescencia y pérdida de jugosidad).

Tras los periodos de frigoconservación ensayados se determinó el porcentaje de frutos no comerciales por sobremaduración. La variedad IVIA9901-01 mostró entre un 15 y un 30% de frutos ligera y moderadamente sobremaduros tras 1 y 2 semanas de almacenamiento a 1°C (Fotografía 9a). La variedad IVIA0101-02 presentó tras 1 semana de almacenamiento en frío, un 50% de frutos ligera y moderadamente sobremaduros (Fotografía 9c). Esta misma variedad tras 2 y 3 semanas de almacenamiento en frío mostró un 30% de frutos con una sobremaduración entre moderada y severa (Fotografía 9d). Y la variedad IVIA0001-01, tras 1 semana de conservación en frío, presentó un 23% de frutos con una sobremaduración severa (Fotografía 9b).



Fotografía 9: Aspecto interno de frutos de las variedades de nectarina IVIA9901-01 (a), IVIA0001-01 (b) e IVIA0101-02 (c) tras 1 semana de almacenamiento a 1°C más 3 días a 20°C, y la variedad IVIA0101-02 (d) tras 2 semanas de almacenamiento en frío, con síntomas de sobremaduración.

4.1.3. ALBARICOQUE

La Tabla 17 muestra las variedades de albaricoque evaluadas, las fechas de recolección y las condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.

Tabla 17. Variedades de albaricoque, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.

Variedad	Campaña	Fecha Recolección	Condiciones de almacenamiento
GG941	2008	26-mayo	1 y 2 sem 1°C + C
Moixent	2008	26-mayo	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
	2009	28-mayo	1, 2 y 3 sem 1°C + C
HG963	2008	26-mayo	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
HM964	2008	26-mayo	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
Rafel	2008	3-junio	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
	2009	28-mayo	1, 2 y 3 sem 1°C + C
Bèlgida	2008	3-junio	1, 2 y 3 sem 1°C + C
	2009	1-junio	1, 2 y 3 sem 1°C + C
Llíria	2008	3-junio	1, 2 y 3 sem 1°C + C
	2009	1-junio	1, 2 y 3 sem 1°C + C
GG979	2008	3-junio	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
GG9871	2008	6-junio	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	1-junio	1 sem 1°C + C

C= Comercialización (3 días a 20°C)

Según datos cedidos por el Departamento de Fruticultura del IVIA, la variedad Rafel sería la más temprana de todas, recolectándose el 26 de mayo (Martínez-Calvo *et al.*, 2010), mientras que las más tardías serían las variedades GG9871 y GG979 cosechándose el 7 y el 13 de junio, respectivamente. El resto de variedades se cosecharían entre el 1 y 4 de junio. En este estudio, las variedades de albaricoque ‘GG941’, ‘Moixent’, ‘HG963’ y ‘HM964’ se recolectaron entre el 26 y el 28 de mayo, la variedad ‘Rafel’ entre el 28 y el 3 de junio, mientras que el resto se cosecharon entre el 1 y el 3 de junio, siendo la variedad GG9871 la más tardía (cosechada el 6 de junio) (Tabla 17). Todo esto se relaciona con las fechas en las que estas variedades se encuentran en plena floración, siendo la variedad Rafel la primera que empieza a florecer (24 de febrero) y la variedad GG979 la última (14 de marzo). En cuanto al peso medio

de los frutos, la variedad GG941 es la de menor peso (49 g) y las variedades Moixent y GG9871 las de mayor calibre (\approx 80 g). El resto de variedades suele tener un peso que varía entre 53 y 70 g.

Otras características que diferencian a estas nueve variedades de albaricoque estudiadas en esta Tesis son el color de fondo y el color de la pulpa. Según datos pomológicos proporcionados por el Departamento de Fruticultura, en el momento de madurez fisiológica, los frutos de las variedades GG941, Moixent (Martínez-Calvo *et al.*, 2011c), HG963, HM964 y Lliria tienen un color de fondo amarillo, la variedad Rafel un color amarillo-verdoso, la variedad GG9871 un color amarillo-anaranjado y el resto anaranjado claro. En este estudio, en el que los frutos son recolectados en el momento de madurez comercial, el color de fondo de todas las variedades en el momento de cosecha está entre verde, verde-amarillento o verde-anaranjado. En cuanto al color de la pulpa, el Departamento de Fruticultura describe que en general este es anaranjado claro, excepto en las variedades GG941, HG963 y GG9871 en las que el color de la pulpa es amarillo y en la variedad Bèlgida que es naranja fuerte (Martínez-Calvo *et al.*, 2010). En este estudio, por el contrario, todas las variedades en el momento de la cosecha tienen un color de pulpa anaranjado claro, excepto las variedades Bèlgida y Lliria en las que el naranja de la pulpa es más intenso que en el resto de variedades (Fotografías 12b y 13b). Esa tonalidad naranja claro vira hacia un color naranja más oscuro tras la conservación a 1°C, como consecuencia de la maduración.

Un aspecto a tener en cuenta en el caso de las variedades de albaricoque ‘Moixent’ y ‘Rafel’ es que se deben recolectar cuando el fruto está todavía verde, ya que si se dejan más tiempo en el árbol, los frutos se caen. Parece ser que estas variedades son muy susceptibles a la caída del fruto (comunicación personal de Vicente Demófilo, responsable de la finca de frutales de la Cooperativa San Bernat de Carlet).

Las Tablas 18, 19, 20 y 21 presentan los datos de la calidad interna, la producción de dióxido de carbono y etileno, el contenido de acetaldehído y etanol y el análisis sensorial tras el almacenamiento en las distintas campañas estudiadas en cada una de las variedades de albaricoque analizadas.

Tabla 18. Calidad interna, tasa de respiración, producción de etileno, compuestos volátiles y análisis sensorial de las variedades de albaricooke GG941, Moixent y HG963.

	Color (CR-CF)			F (N)	PP (%)	CSS (*Brix)	Acidez (g/ 100 ml)	IM	CO ₂ (ml/ Kg h)	C ₂ H ₄ (µL/ Kg h)	AcCOH (mg/ 100 ml)	EtOH (mg/ 100 ml)	Análisis Sensorial	
	L*	a*	b*										SG	F
GG941														
2008														
Recolección	52 a-67 b	22 a-0 a	26 a-42 a	38,8 b	-	13,7 a	3,963 b	3,5 a	36,5 a	3,3 a	0,57 a	0,32 a	5,8 a	4,8 b
1 sem 1°C + C	56 b-66 a	20 a-9 b	30 b-41 a	2,8 a	3,5 a	14,2 a	3,300 a	4,3 ab	63,0 b	116,9 b	0,84 b	0,65 b	7,5 c	2,6 a
2 sem 1°C + C	57 b-66 a	19 a-9 b	30 b-41 a	2,7 a	5,0 b	13,5 a	2,959 a	4,7 b	74,9 c	147,7 b	0,86 b	0,61 b	6,5 b	2,6 a
Moixent														
2008														
Recolección	58 a-73 b	18 a-(-6) a	31 a-42 a	17,4 b	-	13,1 ab	2,326 c	5,6 a	62,6 a	21,0 a	0,68 b	0,27 a	7,3 a	3,3 b
1 sem 1°C + C	61 ab-72 a	19 a-4 b	32 a-44 a	1,6 a	3,6 a	13,0 ab	2,201 c	5,9 a	65,4 ab	105,4 ab	0,50 a	0,84 b	6,8 a	2,0 a
2 sem 1°C + C	62 b-74 b	18 a-4 b	32 a-44 a	1,6 a	4,3 b	12,8 a	1,585 a	8,1 c	75,2 b	113,8 b	0,66 b	0,87 b	6,7 a	2,4 a
3 sem 1°C + C	59 a-72 ab	20 a-3 b	31 a-44 a	2,4 a	6,7 c	13,1 b	1,971 b	6,7 b	74,6 b	147,9 b	0,66 b	1,57 c	7,0 a	2,0 a
4 sem 1°C + C	60 ab-72 a	18 a-3 b	30 a-43 a	1,7 a	7,6 d	13,0 ab	1,891 b	6,9 b	75,5 b	276,2 c	0,65 b	2,31 d	6,8 a	2,0 a
2009														
Recolección	66 b-74 c	7 a-(-4) a	38 a-44 b	17,2 b	-	12,1 a	2,524 c	4,8 a	55,1 a	2,3 a	0,42 a	0,14 a	6,2 a	4,2 c
1 sem 1°C + C	64 a-69 a	12 b-1 b	37 a-43 a	1,9 a	3,8 a	12,8 c	2,123 b	6,0 b	70,7 b	185,8 b	0,75 b	1,23 ab	6,7 a	1,7 a
2 sem 1°C + C	64 a-70 ab	12 b-1 b	38 a-43 a	1,9 a	4,8 b	12,6 bc	1,928 b	6,6 b	73,8 bc	365,4 c	0,87 b	1,14 ab	7,0 a	2,0 ab
3 sem 1°C + C	66 ab-71 b	10 b-3 c	40 a-45 b	1,9 a	7,2 c	12,4 b	1,622 a	7,6 c	80,8 c	419,6 c	0,63 ab	2,07 b	7,1 a	2,3 b
HG963														
2008														
Recolección	54 a-72 c	24 a-(-2) a	28 ab-41 a	11,5 b	-	12,5 a	1,508 c	8,4 a	60,8 a	24,4 a	0,76 c	1,07 a	6,4 ab	3,0 b
1 sem 1°C + C	57 b-71 ab	23 a-5 b	31 b-41 a	2,3 a	3,9 a	12,6 a	1,581 c	8,0 a	64,6 ab	91,1 a	0,56 a	1,41 a	7,3 b	2,5 a
2 sem 1°C + C	57ab-71bc	21 a-6 b	29 ab-41 a	2,4 a	4,6 b	12,5 a	1,080 a	11,9 c	64,7 ab	92,8 a	0,69 abc	1,20 a	6,8 ab	2,3 a
3 sem 1°C + C	58 b-72 c	20 a-5 b	30 ab-41 a	2,7 a	7,3 c	12,7 a	1,434 bc	8,9 ab	69,2 b	215,9 b	0,60 ab	0,94 a	6,4 ab	2,2 a
4 sem 1°C + C	54 ab-70 a	22 a-6 b	27 a-41 a	2,3 a	9,8 d	12,9 a	1,183 ab	11,0 bc	62,9 ab	226,2 b	0,73 bc	1,46 a	5,9 a	2,1 a

C= Comercialización (3 días a 20°C); Color: CR: Color zona más rojiza ('blush color'); CF: Color de fondo ('ground color'); F: Firmeza; PP: Pérdida de peso; CSS: Contenido en sólidos solubles; IM: Índice de madurez; C₂H₄: Etileno; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS (p<0,05)

Tabla 19. Calidad interna, tasa de respiración, producción de etileno, compuestos volátiles y análisis sensorial de las variedades de albaricoque HM964 y Rafel.

	Color (CR-CF)			F (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/ 100 ml)	IM	CO ₂ (ml/ Kg h)	C ₂ H ₄ (µL/ Kg h)	AcCOH (mg/ 100 ml)	EtOH (mg/ 100 ml)	Análisis Sensorial	
	L*	a*	b*										SG	F
HM964														
2008														
Recolección	50 a-69 bc	24 ab-(-2)a	24 ab-38 a	13,0 b	-	12,9 b	2,753 b	4,7 a	59,2 a	43,2 a	1,02 b	1,24 a	7,4 bc	3,3 c
1 sem 1°C + C	52 ab-67 a	26 bc-5 b	25 ab-39 a	2,2 a	3,8 a	12,3 a	2,361 a	5,2 ab	67,5 ab	128,7 b	0,94 ab	2,83 a	7,6 bc	2,6 b
2 sem 1°C + C	50 a-70 c	28 c-5 b	23 a-40 a	2,1 a	4,7 b	12,4 ab	2,062 a	6,0 c	65,1 a	127,1 b	0,94 ab	4,25 a	7,9 c	2,4 b
3 sem 1°C + C	53 b-69 bc	23 a-4 b	25 b-39 a	2,1 a	6,1 c	12,9 b	2,241 a	5,8 bc	75,9 b	127,2 b	0,78 a	14,87 b	6,9 ab	2,0 b
4 sem 1°C + C	52ab-68ab	22 a-4 b	25 ab-39 a	1,9 a	7,6 d	12,6 ab	2,080 a	6,1 c	65,0 a	97,3 b	0,82 a	13,53 b	6,3 a	1,4 a
Rafel														
2008														
Recolección	68 a-73 b	5 b-(-3) a	38 c-38 b	4,2 d	-	12,3 b	2,510 a	4,9 a	52,5 a	5,4 a	0,98 a	0,64 a	7,1 a	2,4 b
1 sem 1°C + C	74 c-75 c	2 a-2 b	33 a-34 a	2,1 c	3,1 a	11,9 a	2,310 a	5,2 a	66,4 b	79,9 b	1,05 a	1,56 a	6,1 a	1,8 ab
2 sem 1°C + C	71 b-74 bc	5 b-2 b	33 a-34 a	1,9 bc	5,5 b	12,2 ab	2,612 a	4,7 a	79,9 c	56,5 b	0,97 a	2,91 ab	7,1 a	1,6 a
3 sem 1°C + C	73 c-74 bc	2 a-2 b	36 bc-36 b	1,5 ab	6,6 c	12,3 b	2,128 a	5,9 a	70,6 b	59,4 b	0,89 a	6,61 bc	6,2 a	1,6 a
4 sem 1°C + C	67 a-71 a	7 c-3 b	35 ab-37 b	1,3 a	10,0 d	13,5 c	2,441 a	5,6 a	63,8 b	146,6 c	0,80 a	9,90 c	6,3 a	1,6 a
2009														
Recolección	62 a-70 a	9 a- (-6) a	29 a-37 a	18,1 b	-	13,0 a	3,427 b	3,8 a	31,0 a	2,7 a	0,76 a	0,24 a	6,8 a	3,1 b
1 sem 1°C + C	63 a-70 a	10 a-0 b	32 b-39 a	2,6 a	3,7 a	13,9 b	2,790 a	5,0 b	81,4 b	107,9 b	0,77 a	6,05 b	6,8 a	2,0 a
2 sem 1°C + C	64 a-71 a	9 a-0 b	33 b-39 a	2,5 a	6,0 b	12,8 a	2,713 a	4,7 b	83,2 b	115,2 b	1,04 b	1,61 a	6,3 a	1,7 a
3 sem 1°C + C	64 a-70 a	9 a-1 b	33 b-38 a	2,9 a	7,7 c	12,8 a	2,591 a	4,9 b	87,0 b	200,8 c	1,00 b	3,90 a	6,2 a	2,1 a

C= Comercialización (3 días a 20°C); Color: CR: Color zona más rojiza ("blush color"); CF: Color de fondo ("ground color"); F: Firmeza; PP: Pérdida de peso; CSS: Contenido en sólidos solubles; IM: Índice de madurez; C₂H₄: Etileno; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; SG: Sabor Global
Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS (p<0,05)

94 Tabla 20. Calidad interna, tasa de respiración, producción de etileno, compuestos volátiles y análisis sensorial de las variedades de albaricoque **Bélgida** y **Lliria**.

	Color (CR-CF)			F (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/ 100 ml)	IM	CO ₂ (ml/ Kg h)	C ₂ H ₄ (µL/ Kg h)	AcCOH (mg/ 100 ml)	EtOH (mg/ 100 ml)	Análisis Sensorial	
	L*	a*	b*										SG	F
Bélgida														
2008														
Recolección	52 a-65 ab	23 ab-9 a	29 b-39 b	4,4 b	-	13,4 a	2,518 b	5,3 a	86,7 a	10,0 a	0,70 a	1,95 a	6,8 a	3,0 b
1 sem 1°C + C	57 b-66 b	21 a-10 a	29 b-37 a	2,0 a	6,6 a	13,7 a	1,933 a	7,2 a	84,2 a	165,2 b	0,75 a	3,91 a	6,7 a	1,6 a
2 sem 1°C + C	52 a-65 ab	24 b-10 a	23 a-37 a	1,9 a	9,1 b	13,7 a	2,169 ab	6,3 a	85,7 a	190,8 bc	0,65 a	4,37 a	6,4 a	1,3 a
3 sem 1°C + C	53 a-64 a	22 ab-10 a	23 a-36 a	1,8 a	10,8 c	13,6 a	1,956 a	7,3 a	76,0 a	211,4 c	0,70 a	13,11 b	6,5 a	1,0 a
2009														
Recolección	62 a-67 b	8 a-0 a	33 a-37 a	17,4 b	-	12,3 a	3,651 b	3,4 a	68,6 a	14,9 a	0,84 a	0,30 a	5,6 a	4,3 b
1 sem 1°C + C	62 a-65 a	14 b-9 b	35 ab-37 a	2,0 a	5,6 a	12,6 a	2,682 a	4,7 b	80,4 b	164,1 b	0,77 a	4,64 ab	6,4 a	1,8 a
2 sem 1°C + C	61 a-65 ab	15 b-10 bc	35 ab-39 b	2,4 a	7,0 b	11,9 a	2,561 a	4,7 b	82,4 b	191,9 c	0,72 a	2,35 a	5,7 a	2,1 a
3 sem 1°C + C	63 a-66 ab	15 b-11 c	36 b-39 b	2,0 a	9,0 c	12,6 a	2,713 a	4,7 b	82,6 b	247,1 d	0,81 a	24,22 b	5,5 a	2,0 a
Lliria														
2008														
Recolección	44 ab-73 b	34 b-0 a	23 b-44 a	15,0 b	-	13,5 a	2,223 b	6,1 a	64,4 a	0,3 a	0,99 a	0,94 a	6,5 a	4,0 b
1 sem 1°C + C	46 ab-73 b	30 a-5 b	20 b-44 a	3,2 a	4,6 a	13,5 a	1,474 a	9,3 b	81,0 b	53,1 b	1,68 b	2,80 a	7,6 b	3,1 a
2 sem 1°C + C	47 b-71 a	29 a-4 b	21 b-43 a	3,1 a	7,8 b	13,5 a	1,934 b	7,0 a	88,4 c	98,6 c	1,66 b	1,54 a	6,7 ab	3,0 a
3 sem 1°C + C	43 a-71 a	32 ab-4 b	16 a-43 a	2,6 a	8,6 c	13,9 a	1,472 a	9,6 b	66,8 a	51,5 b	1,64 b	9,39 b	6,4 a	3,1 a
2009														
Recolección	54 a-70 b	16 a-(-3) a	23 a-35 a	4,8 b	-	14,3 a	2,383 c	6,0 a	80,7 a	28,6 a	2,00 a	29,92 a	6,5 a	3,3 b
1 sem 1°C + C	59 b-67 a	15 a-5 b	31 b-37 b	1,6 a	6,1 a	14,4 a	1,730 b	8,3 b	102,7 b	98,1 b	3,75 b	208,31 b	6,7 a	1,9 a
2 sem 1°C + C	58ab-68ab	15 a-6 b	30 b-38 bc	1,6 a	7,0 b	14,5 a	1,507 a	9,7 bc	98,6 b	136,8 c	3,51 b	183,42 b	7,1 a	1,9 a
3 sem 1°C + C	55ab-69ab	18 a-5 b	27 ab-39 c	1,2 a	8,7 c	14,2 a	1,416 a	10,1 c	88,6 ab	130,5 bc	3,62 b	175,74 b	6,2 a	1,5 a

C= Comercialización (3 días a 20°C); Color: CR: Color zona más rojiza ("blush color"); CF: Color de fondo ("ground color"); F: Firmeza; PP: Pérdida de peso; CSS: Contenido en sólidos solubles; IM: Índice de madurez; C₂H₄: Etileno; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS (p<0,05)

Tabla 21. Calidad interna, tasa de respiración, producción de etileno, compuestos volátiles y análisis sensorial de las variedades de albaricoque GG979 y GG9871.

	Color (CR-CF)			F (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/ 100 ml)	IM	CO ₂ (ml/ Kg h)	C ₂ H ₄ (µL/ Kg h)	AcCOH (mg/ 100 ml)	EtOH (mg/ 100 ml)	Análisis Sensorial	
	L*	a*	b*										SG	F
GG979														
2008														
Recolección	49 a-71 c	26 b-(-3) a	25 a-43 b	11,3 b	-	12,0 a	3,030 c	4,0 a	37,5 a	0,3 a	0,39 a	0,14 a	7,1 a	3,9 c
1 sem 1°C + C	51 a-70 bc	22 a-2 b	21 a-38 a	2,2 a	6,3 a	12,8 bc	2,362 b	5,4 b	54,6 b	24,2 b	0,68 b	0,39 a	6,7 a	2,3 b
2 sem 1°C + C	52 a-69 ab	22 a-2 b	22 a-37 a	2,3 a	8,2 b	12,7 b	2,311 b	5,6 b	70,6 c	34,8 b	0,68 b	1,50 ab	6,0 a	2,0 ab
3 sem 1°C + C	50 a-68 a	25 ab-4 c	22 a-39 a	1,9 a	9,5 c	13,2 cd	2,342 b	5,7 b	76,0 c	30,0 b	0,75 b	2,38 bc	6,6 a	1,7 a
4 sem 1°C + C	50 a-68 a	25 ab-3 b	22 a-39 a	1,8 a	14,0 d	13,3 d	1,848 a	7,2 c	76,3 c	109,0 c	0,69 b	3,27 c	6,6 a	1,6 a
GG9871														
2008														
Recolección	51 a-69 a	17 a-(-4) a	26 a-40 b	23,0 b	-	11,4 a	2,960 ab	3,8 ab	34,5 a	0,1 a	0,66 a	0,12 a	6,0 a	4,3 b
1 sem 1°C + C	55 b-69 a	16 a-0 b	26 a-38 a	4,9 a	7,7 a	11,2 a	3,138 b	3,6 a	63,0 b	35,2 b	1,04 b	0,31 b	7,3 b	2,8 a
2 sem 1°C + C	55 b-69 a	16 a-0 b	26 a-37 a	3,0 a	9,5 b	11,7 a	2,703 a	4,4 b	64,9 b	73,0 c	1,11 b	0,79 c	6,6 a	2,3 a
2009														
Recolección	58 a-67 a	13 a-(-5) a	26 a-38 a	16,6 b	-	12,9 a	2,642 b	4,9 a	61,9 a	30,1 a	0,79 a	0,13 a	6,8 a	3,3 b
1 sem 1°C + C	60 a-69 b	17 b-4 b	28 a-40 b	2,9 a	3,9	13,3 a	1,733 a	7,7 b	93,5 b	146,6 b	0,78 a	5,98 b	6,9 a	2,0 a

C= Comercialización (3 días a 20°C); Color: CR: Color zona más rojiza ("blush color"); CF: Color de fondo ("ground color"); F: Firmeza; PP: Pérdida de peso; CSS: Contenido en sólidos solubles; IM: Índice de madurez; C₂H₄: Etileno; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; SG: Sabor Global
Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS (p<0,05)

Color

El color se midió en las dos zonas de albaricoque que dan el CF y el CR del fruto. En general, la extensión correspondiente al CR fue mínima, predominando en la mayoría de las variedades el CF.

En el momento de la recolección los frutos presentaban un CF entre verde y verde-amarillento (Fotografías 10, 11a y 11b), excepto en el caso de las variedades Bèlgida y Lliria que presentaban un color verde-anaranjado (Fotografías 12a, 12b, 13a y 13b). Con el tiempo de almacenamiento el CF viró hacia colores amarillos o naranjas, dependiendo de la variedad. Con respecto a la zona de CR, en el momento de la recolección todas las variedades presentaban tonalidades rojizas de mayor o menor intensidad, excepto las variedades Bèlgida y Lliria que presentaban un color más anaranjado (Fotografías 10, 11, 12 y 13). De todas las variedades, las que tenían un color rojo más intenso inicialmente fueron la HG963, HM964 y GG979 (Fotografías 10c y 10d).

Durante el almacenamiento en la zona de CR el parámetro a^* no mostró cambios importantes, excepto en la campaña 2009 en la que las variedades Moixent, Bèlgida y GG9871 mostraron un incremento de este parámetro. En cuanto a la zona de CF, el parámetro b^* tampoco presentó grandes cambios excepto en la campaña 2009 de las variedades Bèlgida, Lliria y GG9871 en las que se produjo un ligero aumento con el tiempo de almacenamiento y en la campaña 2008 de las variedades Bèlgida, GG979 y GG9871 donde se observó un ligero descenso. De todas las variedades estudiadas, 'GG941', 'Moixent', 'HG963' y en la campaña 2008 la variedad Lliria son las que presentaron unos valores más altos de b^* (entre 41 y 45), indicando un color amarillo más intenso. En el resto, los valores de b^* fueron muy similares, variando entre 34 y 39. Por otro lado, los cambios observados en el parámetro L^* no fueron de relevancia en ninguna variedad.



Fotografía 10: Aspecto externo de las variedades de albaricoque 'Moixent' (a), 'GG9871' (b), 'HG963' (c) y 'HM964' (d) en el momento de la recolección.

La variedad Rafel se caracterizó por presentar un color bastante homogéneo en toda la superficie del fruto, lo que se evidencia en las menores diferencias encontradas en los parámetros de color entre la zona de CF y CR (Tabla 19). Con el almacenamiento en frío los frutos de esta variedad adquirieron un color amarillo homogéneo (Fotografía 11c y 11d). En la variedad Bèlgida las diferencias de color observadas en el momento de recolección entre las zonas de CF y CR se vieron reducidas de manera significativa al aumentar el tiempo de almacenamiento, de manera que los frutos alcanzaron un color anaranjado homogéneo en toda la superficie (Tabla 20 y Fotografía 12c y 12d).

Resultados

En el caso de la variedad Lliria, en la campaña 2008, los frutos presentaron una diferencia de color bastante marcada entre las dos zonas del fruto que se mantuvo durante el almacenamiento (Tabla 20 y Fotografía 13c). Sin embargo, en la campaña 2009, las diferencias entre ambas zonas en el momento de la recolección fueron menores, mostrando un color más homogéneo (amarillento) en todo el fruto tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados (Tabla 20 y Fotografía 13d).



Fotografía 11: Aspecto de la variedad de albaricoque 'Rafel' en el momento de recolección (a y b), tras 1 semana a 1°C más 3 días a 20°C (c) y tras 3 semanas a 1°C más 3 días a 20°C (d). Fotografías procedentes de la campaña 2009.



Fotografía 12: Aspecto de la variedad de albaricoque 'Belgida' en el momento de la recolección (a y b), tras 1 semana a 1°C más 3 días a 20°C (c) y tras 3 semanas a 1°C más 3 días a 20°C (d). Fotografías procedentes de la campaña 2009.



Fotografía 13: Aspecto de la variedad de albaricoque 'Líria' en el momento de la recolección en la campaña 2009 (a y b) y tras 1 semana a 1°C más 3 días a 20°C en la campaña 2008 (c) y en la campaña 2009 (d).

Firmeza Instrumental (F)

En general, todas las variedades fueron cosechadas con un valor de firmeza entre 12 y 18 N, aunque se dieron algunas excepciones con firmezas fuera de este rango. Así, las variedades GG941 y GG9871 en la campaña 2008 se recolectaron con una firmeza superior e igual a 23 N, respectivamente. Por otra parte, las variedades Rafel y Bèlgida en la campaña 2008 y la variedad Lliria en la campaña 2009 se recolectaron con una firmeza muy baja (4,2 - 4,8 N), no adecuada para su comercialización ni para su posterior frigoconservación, lo que podría relacionarse con un posible retraso en su cosecha y/o a diferencias en las condiciones climáticas entre cosechas.

En todos los casos, al almacenar la fruta a 1°C, la firmeza disminuyó drásticamente alcanzando, tras 1 semana de almacenamiento, valores iguales o inferiores a 3 N, considerados muy blandos para su comercialización.

Pérdida de peso (PP)

La PP aumentó con el tiempo de almacenamiento, variando entre un 3 y un 10% dependiendo de la variedad y del tiempo de almacenamiento. Tras 1 semana de almacenamiento a 1°C, las variedades GG941, Moixent, HG963, HM964 y Rafel fueron las que presentaron menor PP (3 - 4%). Tras 3 y 4 semanas de almacenamiento a 1°C, se alcanzaron valores superiores al 7%, siendo la variedad GG979 la que alcanzó mayor PP (14%) y las variedades Moixent y HM964 valores menores (7 - 8%) tras 4 semanas de conservación en frío.

Contenido Sólidos Solubles (CSS)

En general para todas las variedades el CSS en el momento de cosecha varió entre 12 y 14°Brix. Las variedades Lliria y GG941 fueron las de mayor CSS (\approx 14°Brix), mientras que la variedad GG9871 presentó un menor CSS en la recolección de la campaña 2008 (11,4°Brix). Ninguna de las variedades de albaricoque estudiadas mostraron cambios importantes en el CSS tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados.

Acidez

En el momento de la recolección la acidez de las distintas variedades de albaricoque varió entre 2,2 y 4 g ácido málico/100 ml de zumo, siendo la variedad HG963 la de menor acidez tanto en el momento de la cosecha como tras los distintos periodos de frigoconservación analizados. En todas las variedades se observó una disminución de la acidez con el tiempo de conservación. La variedad Rafel en la campaña 2008 fue, de todas las estudiadas, la que presentó menor pérdida de acidez (Tabla 19).

Índice de madurez (IM)

El IM en el momento de la cosecha presentó valores entre 3,5 y 8, siendo más bajo en la variedad GG941 y más alto en las variedades HG963 y Lliria. En general, el IM aumentó con el tiempo de almacenamiento, excepto en las variedades Rafel y Bèlgida en las que este parámetro se mantuvo prácticamente constante tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados.

Producción de dióxido de carbono (CO₂)

Las variedades GG941 y GG979, de las que sólo se dispone de datos para la campaña 2008, fueron las que presentaron menor producción de CO₂ en el momento de cosecha (\approx 37-38 ml CO₂/Kg·h), mientras que las variedades Bèlgida y Lliria fueron las de mayor producción inicial, que dependiendo de la campaña varió entre 64 y 87 ml CO₂/Kg·h. Las variedades Rafel y GG9871 presentaron diferencias importantes en la producción de CO₂ entre las campañas 2008 y 2009 variando entre 30 y 62 ml CO₂/Kg·h en el momento de la recolección. El resto de variedades presentaron unos valores de producción iniciales entre 55 y 62 ml CO₂/Kg·h. En general, la producción de CO₂ aumentó con el tiempo de almacenamiento, siendo las variedades Lliria y GG9871 en la campaña 2009 las que alcanzaron una mayor producción de CO₂ tras la frigoconservación ($>$ 87 ml CO₂/Kg·h).

Producción de etileno (C₂H₄)

Al igual que ocurre con la producción de CO₂, la producción de etileno en el momento de la cosecha varió en función de la variedad y de la campaña. En las variedades GG941 y GG979, de las que sólo se disponen de datos para la campaña 2008, en ambas campañas de la variedad Rafel, en la campaña 2008 de las variedades Lliria y GG9871 y en la campaña 2009 de la variedad Moixent, la producción de etileno en el momento de la recolección fue muy bajo, con valores entre 0,1 y 5,4 µL/Kg·h. En el resto de variedades y campañas, la producción de etileno inicial fue mayor y varió entre 10 y 43 µL/Kg·h.

En todas las variedades de albaricoque estudiadas, la producción de etileno aumentó con el tiempo de almacenamiento, alcanzando valores cercanos o superiores a 100 µL/Kg·h tras 1 semana de conservación a 1°C, a excepción de las variedades Rafel, Lliria, GG979 y GG9871 en la campaña 2008 cuya producción de etileno varió entre 50 y 100 µL/Kg·h. En las variedades Moixent, HG963, Rafel (campaña 2009) y Bèlgida se llegaron a alcanzar valores de etileno próximos y superiores a 200 µL/Kg·h tras 2, 3 y 4 semanas de almacenamiento en frío.

En general, en aquellas variedades de las que se dispone de datos de dos campañas, se observa que en la campaña 2008 la producción de etileno fue menor que en la campaña 2009.

Contenido en acetaldehído y etanol (AcCOH y EtOH)

El contenido en acetaldehído en el momento inicial de recolección fue muy bajo (0,4 y 1 mg/100 ml), así como el de etanol que varió entre 0,1 y 2 mg/100 ml, excepto en el caso de la variedad Lliria en la campaña 2009 cuyo contenido en etanol fue de 30 mg/100 ml.

En general, el acetaldehído aumentó ligeramente con el tiempo de almacenamiento, a excepción de la variedad Bèlgida y en la campaña 2008 de la variedad Rafel en las que no existieron diferencias en el contenido de acetaldehído entre los distintos periodos de almacenamiento estudiados. El resto de variedades prácticamente no mostraron variación en el contenido de este compuesto volátil durante la frigoconservación.

El contenido de etanol también sufrió un incremento con el tiempo de almacenamiento, alcanzando en las variedades HM964 y Bèlgida y en las variedades Rafel y Lliria en la campaña 2008 valores comprendidos entre 9 y 24 mg/100 ml tras 3 y 4 semanas de almacenamiento en frío. De todas las variedades de albaricoque estudiadas, la variedad Lliria en la campaña 2009 fue la que presentó mayores valores de etanol tanto en el momento de la recolección (30 mg/100 ml) como tras los distintos periodos de frigoconservación (176 - 208 mg/100 ml) lo que podría estar relacionado con una recolección del fruto en un estado más avanzado de madurez, algo que quedó reflejado en la baja firmeza inicial de cosecha. Sin embargo esa alta concentración de etanol no afectó de manera significativa al sabor global del fruto.

Análisis Sensorial

Sabor Global (SG)

En el momento de la cosecha los jueces calificaron la fruta como ligeramente inmadura y destacaron el carácter ácido de todas las variedades tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados, sobre todo en el momento de la recolección.

Con independencia de estas observaciones todas las variedades de albaricoque estudiadas fueron evaluadas con una calidad entre aceptable y excelente (6 – 7). En general, no se observó un deterioro de la calidad gustativa de los frutos al aumentar el periodo de almacenamiento en ninguna de las variedades.

Firmeza sensorial (F)

Estableciendo el límite de firmeza comercial en un valor de 3, se observó que todas las variedades sufrían un ablandamiento drástico tras 1 semana de almacenamiento, con valores por debajo del comercial. Por tanto, en todos los periodos de frigoconservación estudiados los jueces coincidieron en que los frutos estaban demasiado blandos para su comercialización.

Alteraciones fisiológicas

Las variedades de albaricoque estudiadas, no presentaron ninguna alteración exterior ni interior descrita por Crisosto *et al.* (1999; 2008) durante el almacenamiento frigorífico. Pero sí se observó un pardeamiento de la pulpa junto al hueso (síntoma descrito en albaricoque por Artés y Artés-Hernández (2003)) en alguna de las variedades, como es el caso de 'HM964', 'HG963' y la variedad Lliria, cuyo síntoma de daño por frío fue más perceptible (Fotografía 14).

La maduración rápida de los frutos fue muy acusada con el almacenamiento a 1°C. Así en la campaña 2008 de las variedades GG941 y Bèlgida, el 100% de la fruta alcanzó una sobremaduración entre moderada y severa tras 1 semana de conservación a 1°C. En esta misma campaña, el resto de variedades mostró un incremento del porcentaje de frutos con una sobremaduración moderada y severa que varió entre un 13 y un 86% durante la frigoconservación. En la campaña 2009, también se observó un incremento en el porcentaje de fruta sobremadura tras el almacenamiento en frío, alcanzando entre un 70 y un 100% de fruta con una sobremaduración muy ligera o ligera.

La manifestación de sobremaduración que sufrieron los frutos está directamente relacionado con el ablandamiento de los mismos, lo que se corrobora con el descenso drástico de la firmeza anteriormente mencionado.



Fotografía 14: Zona pardeada alrededor del hueso de la variedad de albaricoque 'Lliria'.

4.2. RESULTADOS CAQUI

4.2.1. POLINIZACIÓN CONSTANTE NO ASTRINGENTE (PCNA).

La Tabla 22 muestra las fechas de recolección y las condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña de las variedades de PCNA.

Tabla 22. Variedades de PCNA, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.

Variedad	Campaña	Fecha Recolección	Condiciones de almacenamiento	
			CD	Frigoconservación
Hana Fuyu	2007	-	-	-
	2008	30-octubre	CD	1 sem 1°C + C
	2009	-	-	-
Cal Fuyu	2007	-	-	-
	2008	30-octubre	CD	1 sem 1°C + C
	2009	30-octubre	CD	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
O’Gosho	2007	-	-	-
	2008	7-noviembre	-	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	5-noviembre	CD	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
Jiro (C-24276)	2007	24-octubre	CD	-
	2008	-	-	-
	2009	27-octubre	CD	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C

CD= Comercialización directa (5 días a 20°C); C= Comercialización (5 días a 20°C)

El carácter no astringente de las variedades pertenecientes a este grupo hace que las mismas tengan un interés desde el punto de vista comercial al no requerir tratamientos de desastringencia para ser comercializadas como ‘caqui duro’, lo que se traduce en un ahorro económico importante.

En general, las variedades Hana Fuyu, Cal Fuyu y Jiro presentan un periodo de recolección similar a la variedad Rojo Brillante, mientras que la variedad O’Gosho es considerada más tardía, recolectándose una o dos semanas después (Martínez-Calvo *et al.*, 2012). En este estudio las variedades Hana Fuyu, Cal Fuyu y Jiro se recolectaron la última semana de octubre, mientras que la variedad O’Gosho se recolectó la primera semana de noviembre. En las Tablas 23, 24, 25 y 26 se muestra la calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial tras el almacenamiento de las variedades de PCNA estudiadas en las distintas campañas.

Tabla 23. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Hana Fuyu.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2008	Recolección	6,5 a	42,0 a	-	13,1 a	0,062 a	0,023 b	0,12 a	0,24 a	4,6 a	2,6 a	0,0 a	5,6 ab
	CD	10,4 b	35,8 a	0,7 a	12,8 a	0,064 a	0,018 a	0,18 ab	1,03 b	4,4 a	3,0 b	0,0 a	6,1 b
	1 sem 1°C + C	11,3 b	25,6 b	1,2 b	13,2 a	0,061 a	0,019 a	0,59 b	0,05 a	4,4 a	3,0 b	0,0 a	4,8 a

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 24. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Cal Fuyu.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2008	Recolección	5,7 a	82,3 c	-	14,2 a	0,081 a	0,035 b	0,19 ab	0,47 b	5,0 b	2,0 a	0,0 a	4,5 a
	CD	9,4 b	65,4 b	0,7 a	14,1 a	0,079 a	0,037 b	0,26 b	1,27 c	5,0 b	2,7 b	0,0 a	6,1 b
	1 sem 1°C + C	11,7 c	49,6 a	1,3 b	14,2 a	0,076 a	0,030 a	0,17 a	0,05 a	4,6 a	2,7 b	0,0 a	4,8 a
2009	Recolección	4,9 a	93,8 e	-	16,2 a	0,089 b	0,042 bc	0,34 a	0,20 a	5,0 c	2,2 a	0,0 a	4,3 a
	CD	5,6 a	92,7 e	1,2 a	16,4 a	0,091 b	0,046 c	0,29 a	0,09 a	5,0 c	2,5 b	0,0 a	4,1 a
	1 sem 1°C + C	7,9 b	70,2 d	1,4 b	16,2 a	0,076 ab	0,036 b	0,24 a	0,15 a	5,0 c	3,0 c	0,0 a	4,3 a
	2 sem 1°C + C	9,3 b	57,7 c	1,7 c	16,2 a	0,078 ab	0,047 c	0,38 a	0,15 a	5,0 c	3,0 c	0,0 a	4,5 a
	3 sem 1°C + C	12,7 c	9,1 b	1,5 b	16,2 a	0,063 a	0,045 c	0,31 a	0,24 a	3,5 b	3,0 c	0,0 a	4,6 a
4 sem 1°C + C	16,8 d	0,0 a	1,7 c	17,5 b	0,134 c	0,027 a	1,94 b	74,58 b	1,4 a	3,0 c	0,3 b	5,1 a	

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 25. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad O'Gosho.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2008	Recolección	9,9 a	67,1 a	-	14,4 a	0,070 a	0,029 c	0,05 a	0,12 a	5,0 a	3,0 a	0,0 a	6,0 a
	1 sem 1°C + C	14,6 b	67,2 a	2,5 b	14,6 a	0,080 b	0,022 a	0,08 a	0,12 a	4,5 a	2,8 a	0,0 a	5,8 a
	2 sem 1°C + C	14,4 b	67,4 a	2,0 a	14,2 a	0,071 a	0,024 b	0,05 a	0,28 a	4,5 a	2,6 a	0,0 a	5,3 a
2009	Recolección	8,0 a	71,8 f	-	16,2 a	0,060 ab	0,033 cd	0,02 a	0,12 a	4,8 b	3,0 a	0,0 a	6,0 bc
	CD	10,8 b	65,2 e	1,0 a	16,4 ab	0,065 b	0,030 bc	0,02 a	0,13 a	4,6 b	3,0 a	0,0 a	5,0 a
	1 sem 1°C + C	12,7 c	51,1 c	1,1 c	16,3 ab	0,060 ab	0,029 b	0,05 a	0,07 a	4,4 b	3,0 a	0,0 a	5,6 abc
	2 sem 1°C + C	14,2 c	59,0 d	1,0 ab	16,3 ab	0,063 b	0,035 d	0,03 a	0,15 a	4,4 b	3,0 a	0,0 a	5,1 ab
	3 sem 1°C + C	15,9 d	37,4 b	1,1 bc	16,0 a	0,055 a	0,028 b	1,00 b	0,13 a	4,6 b	3,0 a	0,0 a	5,6 abc
	4 sem 1°C + C	17,5 e	12,6 a	1,3 d	16,8 b	0,059 ab	0,023 a	1,17 c	0,14 a	3,8 a	3,0 a	0,0 a	6,2 c

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 26. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Jiro (C-24276).

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	6,8 a	71,3 b	-	15,8 a	0,096 a	0,052 b	0,13 b	7,06 a	-	-	-	-
	CD	5,5 a	66,1 a	-	15,7 a	0,138 b	0,039 a	0,03 a	42,62 b	-	3,0	-	8,0
2009	Recolección	4,7 a	77,6 f	-	16,3 a	0,098 e	0,060 bc	0,15 a	0,08 a	5,0 d	2,7 a	0,0 a	3,8 a
	CD	6,1 b	73,4 e	1,2 a	16,3 a	0,077 c	0,058 b	0,25 ab	0,04 a	4,7 d	2,6 a	0,0 a	4,9 ab
	1 sem 1°C + C	8,8 c	67,3 d	1,6 c	17,2 b	0,080 cd	0,079 d	0,27 ab	0,03 a	4,6 cd	3,0 b	0,0 a	5,4 b
	2 sem 1°C + C	10,6 d	33,0 c	1,5 b	16,9 b	0,067 b	0,077 d	0,18 a	0,07 a	4,1 bc	3,0 b	0,0 a	5,1 b
	3 sem 1°C + C	11,8 e	18,0 b	1,6 c	17,1 b	0,058 a	0,072 cd	0,45 b	0,05 a	3,7 b	3,0 b	0,0 a	5,2 b
	4 sem 1°C + C	11,6 de	0,0 a	1,6 c	17,2 b	0,083 d	0,043 a	1,28 c	20,34 b	2,6 a	3,0 b	0,0 a	5,0 ab

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Índice de color (IC)

Los frutos de las variedades Hana Fuyu, Cal Fuyu y Jiro se recolectaron con un IC entre 4 y 7 (Tablas 23, 24 y 26). En el caso de la variedad O'Gosho, la fruta se recolectó con un IC mayor, entre 8 y 10 (Tabla 25). En todos los casos el IC se incrementó con el tiempo de almacenamiento, llegando a alcanzar IC muy elevados en las variedades Cal Fuyu y O'Gosho tras 4 semanas a 1°C más 5 días a 20°C (16 - 18).

Firmeza Instrumental

La firmeza del fruto es uno de los factores limitantes en la comercialización de las variedades de caqui que se consumen como 'caqui duro'. De todas las variedades estudiadas en la presente Tesis, las de PCNA fueron las que se recolectaron con una mayor firmeza.

Hana Fuyu'

Esta variedad, de la que se tienen datos de una única campaña, presentó una firmeza en el momento de la recolección de 42,0 N (Tabla 23). De todas las variedades de PCNA es la que se recolectó con una firmeza menor. Tras el periodo de comercialización no se observaron diferencias significativas, y tras el periodo de frigoconservación de 1 semana a 1°C más 5 días a 20°C la firmeza se redujo hasta alcanzar un valor de 25,6 N (reducción del 39% con respecto a la firmeza inicial de recolección), que es una firmeza adecuada para su comercialización como 'caqui duro'. En vista de los resultados sería interesante realizar estudios en campañas posteriores para evaluar el comportamiento durante conservaciones más prolongadas.

'Cal Fuyu'

En las dos campañas estudiadas la fruta se recolectó con una firmeza muy elevada (82,3 y 93,8 N) (Tabla 24). A pesar de recolectarse con una firmeza similar, en la primera campaña tras la comercialización directa la firmeza se redujo un 21% respecto a los valores de recolección, mientras que en la segunda campaña la reducción no fue significativa.

En el caso del almacenamiento en frío, en la primera campaña la firmeza se redujo un 40% tras 1 semana a 1°C más 5 días a 20°C, mientras que en la segunda la reducción fue de un 25% con respecto a la firmeza inicial. En esta segunda campaña, la firmeza se mantuvo elevada tras 2 semanas a 1°C más 5 días a 20°C, mientras que se produjo un descenso muy importante al aumentar el almacenamiento una semana. Esta disminución drástica de firmeza podría indicar una sensibilidad de esta variedad a bajas temperaturas.

'O'Gosho'

Los frutos de 'O'Gosho' se recolectaron con una firmeza de 67,1 y 71,8 N en la primera y segunda campaña, respectivamente (Tabla 25). En la primera campaña, no se observó una reducción de firmeza significativa tras 1 y 2 semanas a 1°C seguidas de 5 días a 20°C. En la segunda campaña, aunque se observó una disminución de la firmeza al aumentar el tiempo de almacenamiento, los frutos tras 4 semanas a 1°C seguidas de 5 días a 20°C mantuvieron una firmeza superior a 10 N, considerada ésta última como límite comercial.

Debido a que solo se disponen de datos de almacenamiento prolongado en frío para la campaña 2009, sería necesario corroborar la buena aptitud para frigoconservación que ha mostrado esta variedad con otros estudios en campañas posteriores.

'Jiro'

Los frutos de 'Jiro' fueron recolectados también con una firmeza elevada de 71,3 N en la campaña 2007 y de 77,6 N en la campaña 2009 (Tabla 26). En las dos campañas estudiadas tras el periodo de comercialización directa la pérdida de firmeza fue inferior al 8%. El efecto de la frigoconservación tan sólo se estudió en la segunda campaña, donde se observó una disminución de la firmeza al aumentar el tiempo de almacenamiento. Tras 3 semanas de almacenamiento la fruta presentó una firmeza comercial de 18 N, mientras que un periodo más prolongado provocó una pérdida total de firmeza.

Pérdida de peso (PP)

En las variedades de caqui de PCNA estudiadas, las pérdidas de peso tras las distintas condiciones de almacenamiento no fueron muy elevadas, no superando el 2%.

Contenido Sólidos Solubles (CSS)

En la campaña 2008, en el momento de la recolección, la variedad Hana Fuyu presentó un CSS de 13°Brix, mientras que en las variedades Cal Fuyu y O'Gosho el CSS fue más elevado (en torno a 14°Brix). Ese menor CSS de la variedad Hana Fuyu coincide con una menor firmeza en la recolección. En las campañas 2007 y 2009, las variedades Cal Fuyu, O'Gosho y Jiro se recolectaron con un CSS algo más elevado (16°Brix) que en la campaña 2008, indicando un mayor contenido en azúcares a pesar de que en el caso de las variedades Cal Fuyu y O'Gosho se recolectaron con una firmeza mayor.

En ningún caso se observó un incremento del CSS significativo tras el periodo de comercialización directa, mientras que tras los diferentes periodos de frigoconservación se observó un ligero aumento.

Acidez

En las cuatro variedades de PCNA estudiadas, la acidez en el momento de la recolección varió entre 0,06 y 0,10 g ácido málico/100 ml de zumo. En general, la acidez no se vio modificada por el almacenamiento a 20°C (comercialización directa). Aunque se obtuvieron diferencias significativas entre los distintos periodos de almacenamiento a 1°C no se observó una tendencia clara, pudiéndose atribuir estas diferencias a la variabilidad propia de la fruta.

Taninos Solubles (TS)

Al tratarse de variedades no astringentes, el contenido en TS fue muy bajo en todos los periodos de almacenamiento estudiados y estuvo comprendido entre 0,02 y 0,06%. Destaca que de todas las variedades, la variedad Jiro presentó mayor contenido en TS (0,04 - 0,08%).

Contenido en acetaldehído y etanol (AcCOH y EtOH)

El contenido en acetaldehído y etanol tras las distintas condiciones de almacenamiento estudiadas fue bajo. Los valores de acetaldehído variaron entre 0 y 0,6 mg/100 ml, mientras que los de etanol variaron entre 0 y 1 mg/100 ml. Tan sólo en el caso de las variedades Cal Fuyu y Jiro, tras 4 semanas a 1°C más 5 días a 20°C, se observó un aumento significativo en acetaldehído y etanol, alcanzando valores de 1 - 2 y 20 - 75 mg/100 ml, respectivamente (Tablas 24 y 26). Esto se puede correlacionar con la pérdida total de firmeza en ambas variedades, lo cual indica una posible sensibilidad a bajas temperaturas.

Análisis Sensorial

Firmeza sensorial (F)

A partir de la escala sensorial de firmeza, en la que valores inferiores a 3 corresponden a fruta 'blanda' (no comercial como 'caqui duro'), se podría establecer el periodo máximo de conservación de estas variedades. En todos los casos la fruta evaluada por encima de 3 presentó una firmeza instrumental superior a 10 N.

La variedad Hana Fuyu, tras 1 semana a 1°C, fue evaluada por los jueces como 'firme' (Tabla 23). En el caso de las variedades Cal Fuyu y Jiro, la firmeza sensorial fija el límite de almacenamiento para su comercialización como 'caqui duro' en 3 semanas a 1°C más 5 días a 20°C (Tablas 24 y 26). Mientras que la variedad O'Gosho fue evaluada por los jueces con valores iguales o superiores a 4 tras las distintas condiciones de almacenamiento estudiadas lo que se corresponde con fruta 'firme' y 'muy firme' (Tabla 25).

Astringencia (A)

En las variedades Hana Fuyu, O'Gosho y Jiro, tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados, los jueces evaluaron los frutos como no astringentes (valores de 3) (Tablas 23, 25 y 26). En cambio, en la variedad Cal Fuyu, a pesar de tratarse de una variedad de PCNA, los jueces evaluaron la astringencia de la fruta en el momento de la recolección como ligeramente perceptible. Esto puede estar relacionado con un menor estado de madurez ya que los frutos se recolectaron con

una firmeza muy alta (Tabla 24); sin embargo, al aumentar el periodo de almacenamiento el carácter astringente en los frutos desapareció.

Malos Sabores (MS)

En la evaluación sensorial realizada, los jueces no detectaron malos sabores en ninguna de las variedades de PCNA estudiadas tras las diferentes condiciones de conservación. El incremento en el contenido en acetaldehído y etanol observado en la variedad Cal Fuyu tras 4 semanas a 1°C más 5 días a 20°C fue ligeramente percibido por los jueces, sin embargo los valores obtenidos indican la ausencia de malos sabores (Tabla 24).

Sabor Global (SG)

El sabor global de la fruta prácticamente no se vio afectado por el periodo de almacenamiento, manteniéndose en valores comprendidos entre 4 y 5, lo que indica que estas variedades tienen una calidad aceptable.

Los jueces indicaron como característica general que se trataba de variedades insípidas con poco sabor y poco dulzor, y en algunos casos remarcaban la presencia de sabor a 'hierba'. Por tanto, en estas variedades el sabor global es un aspecto a tener en cuenta ya que podría ser limitante para una comercialización frente a otras variedades.

4.2.2. POLINIZACIÓN CONSTANTE ASTRINGENTE (PCA).

La Tabla 27 muestra las variedades de PCA, las fechas de recolección y las condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.

Tabla 27. Variedades de PCA, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.

Variedad	Campaña	Fecha Recolección	Condiciones de almacenamiento	
			CD	Frigoconservación
Aizumishirazu-A	2007	24-octubre	CD	-
	2008	17-octubre	CD	1, 2, y 3 sem 1°C + C
	2009	19-octubre	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
Reus 6	2007	-	-	-
	2008	13-octubre	CD	1, 2 sem 1°C + C
	2009	5-octubre	CD	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
Tomatero	2007	24-octubre	CD	2 sem 1°C + C
	2008	13-octubre	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	6-octubre	CD	1, 2, 3 y 4 sem 1°C + C
Fuji	2007	-	-	-
	2008	17-octubre	CD	-
	2009	19-octubre	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
Garidells	2007	24-octubre	CD	2 y 4 sem 1°C + C
	2008	30-octubre	CD	1, 2, y 3 sem 1°C + C
	2009	27-octubre	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
Ferrán 12	2007	24-octubre	CD	2, 4 y 7 sem 1°C + C
	2008	13-octubre	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	6-octubre	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C)

El carácter astringente de estas variedades hizo necesario la aplicación del tratamiento de CO₂ previo al periodo de comercialización para la eliminación de la astringencia.

En general estas variedades, a excepción de la variedad Garidells, son consideradas más tempranas que la variedad Rojo Brillante. En concreto, las variedades Reus 6, Tomatero y Ferrán 12 son las más precoces, pudiendo ser recolectadas a principios de octubre, lo que supone un adelanto respecto a la variedad Rojo Brillante de aproximadamente un mes. En el caso de las variedades Aizumishirazu-A y Fuji la recolección puede adelantarse una y dos semanas respecto a la variedad Rojo

Brillante (Martínez-Calvo *et al.*, 2012). En este estudio, a excepción de la campaña 2007, las fechas de recolección de las variedades Reus 6, Tomatero y Ferrán 12 fueron entre el 5 y 13 de Octubre; en las variedades Aizumishirazu-A y Fuji, entre el 17 y 19 de octubre, y en la variedad Garidells, a finales de octubre. En la campaña 2007, todas ellas se cosecharon el 24 de octubre.

Estas variedades, a excepción de Aizumishirazu-A y Fuji, son de origen español, lo que unido a su precocidad las hace interesantes para su posible comercialización como ‘caqui duro’.

A continuación, las Tablas 28, 29, 30, 31, 32 y 33 muestran los valores correspondientes a la calidad interna, la producción de etanol y acetaldehído y el análisis sensorial de estas variedades de caqui tras las diferentes condiciones de conservación ensayadas en cada campaña de estudio.

Tabla 28. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Aizumishirazu-A.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	11,8 b	36,0 b	-	19,1 a	0,170 a	-	0,34 a	0,36 a	-	-	-	-
	CD	11,1 a	14,9 a	-	18,7 a	0,153 a	-	5,05 b	38,38 b	4,0	3,0	0,0	8,0
2008	Recolección	1,0 a	45,1 d	-	15,9 a	0,172 c	0,810 b	0,11 a	0,09 a	-	-	-	-
	CD	2,9 b	34,9 c	0,9 a	17,2 b	0,078 a	0,038 a	2,91 c	0,40 a	3,8 b	2,9 a	0,0 a	6,7 a
	1 sem 1°C + C	5,8 c	26,5 b	1,5 c	17,9 c	0,077 a	0,045 a	3,70 d	1,29 a	3,6 b	3,0 a	0,0 a	6,6 a
	2 sem 1°C + C	6,4 c	9,9 a	1,4 b	17,9 c	0,123 b	0,038 a	2,09 b	7,71 b	2,8 a	2,9 a	0,0 a	6,5 a
	3 sem 1°C + C	8,4 d	8,9 a	1,6 d	18,4 d	0,128 b	0,036 a	1,76 b	2,17 a	2,7 a	2,9 a	0,0 a	5,8 a
2009	Recolección	3,0 a	41,5 e	-	17,5 a	0,187 c	0,119 b	0,12 a	0,11 a	-	-	-	-
	CD	5,3 b	28,8 d	0,7 a	18,5 b	0,064 a	0,041 a	1,67 c	0,27 a	3,8 c	3,0 a	0,0 a	6,1 a
	1 sem 1°C + C	9,1 c	18,3 c	1,4 b	18,5 b	0,080 a	0,046 a	1,37 b	0,16 a	3,0 b	3,0 a	0,0 a	6,3 a
	2 sem 1°C + C	9,8 c	8,9 b	1,8 d	19,1 bc	0,073 a	0,046 a	1,55 bc	0,25 a	2,4 a	3,0 a	0,0 a	6,0 a
	3 sem 1°C + C	9,8 c	8,3 b	1,5 c	19,6 c	0,078 a	0,041 a	1,35 b	0,26 a	2,4 a	3,0 a	0,0 a	5,9 a
	4 sem 1°C + C	11,1 d	1,8 a	1,7 d	19,4 c	0,103 b	0,030 a	1,40 b	2,08 b	1,9 a	3,0 a	0,0 a	6,0 a

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 29. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Reus 6.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2008	Recolección	6,4 a	37,2 d	-	15,9 a	0,249 c	1,456 b	0,05 a	0,07 a	-	-	-	-
	CD	10,2 b	27,2 c	1,6 a	18,0 b	0,094 a	0,059 a	2,22 b	0,15 a	4,0 b	2,7 a	0,1 a	7,0 b
	1 sem 1°C + C	11,1 c	14,1 b	1,7 b	18,4 b	0,084 a	0,060 a	2,43 b	0,29 b	3,2 a	2,8 a	0,2 a	6,8 ab
	2 sem 1°C + C	11,7 c	8,5 a	1,5 a	17,9 b	0,123 b	0,049 a	1,89 b	0,73 c	2,8 a	3,0 a	0,0 a	5,8 a
2009	Recolección	7,6 a	25,9 e	-	16,5 a	0,224 e	1,249 b	0,11 a	0,15 a	-	-	-	-
	CD	11,7 b	20,7 d	2,3 d	18,7 b	0,083 b	0,043 a	2,04 bc	0,44 a	4,2 d	3,0 a	0,0 a	7,1 a
	1 sem 1°C + C	12,2 b	14,3 c	1,0 a	19,2 c	0,062 a	0,048 a	2,28 c	0,26 a	3,6 c	3,0 a	0,0 a	6,9 a
	2 sem 1°C + C	12,0 b	5,4 b	1,3 b	18,8 bc	0,099 b	0,056 a	1,96 bc	0,51 a	2,0 b	3,0 a	0,0 a	6,3 a
	3 sem 1°C + C	17,5 c	0,0 a	2,1 c	20,2 d	0,151 d	0,059 a	1,65 b	18,78 b	1,2 a	3,0 a	0,0 a	6,6 a
4 sem 1°C + C	19,3 d	0,0 a	2,3 d	19,7 d	0,138 c	0,042 a	2,07 c	84,33 c	1,0 a	3,0 a	0,0 a	6,4 a	

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 30. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Tomatero.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	18,1 a	26,7 c	-	18,8 a	0,216 b	-	0,33 a	0,07 a	-	-	-	-
	CD	17,1 a	19,8 b	-	18,3 a	0,102 a	-	6,01 c	58,84 c	3,0 b	3,0 a	0,0 a	8,0 b
	2 sem 1°C + C	22,5 b	1,7 a	-	19,6 b	0,193 b	-	2,33 b	28,12 b	1,0 a	3,0 a	0,0 a	6,5 a
2008	Recolección	7,2 a	32,1 c	-	17,1 a	0,242 c	1,219 b	0,09 a	0,04 a	-	-	-	-
	CD	9,6 b	22,2 b	1,6 a	18,0 b	0,084 a	0,063 a	2,84 c	0,17 b	4,3 b	2,7 a	0,0 a	7,0 b
	1 sem 1°C + C	11,4 c	10,3 a	2,0 b	18,5 b	0,077 a	0,057 a	3,12 d	0,32 c	2,9 a	3,0 b	0,0 a	6,5 ab
	2 sem 1°C + C	12,0 c	9,1 a	1,6 a	18,1 b	0,134 b	0,053 a	2,31 b	0,48 d	2,6 a	3,0 b	0,0 a	5,4 a
2009	Recolección	7,4 a	27,2 e	-	16,8 a	0,211 d	1,317 b	0,11 a	0,12 a	-	-	-	-
	CD	12,3 b	15,0 c	2,6 d	18,5 b	0,075 a	0,048 a	2,38 c	0,30 a	3,8 c	2,8 a	0,0 a	6,7 a
	1 sem 1°C + C	12,8 b	17,6 d	1,2 a	19,1 c	0,076 a	0,050 a	2,70 c	0,28 a	3,8 c	2,7 ab	0,0 a	6,7 a
	2 sem 1°C + C	12,3 b	4,9 b	1,6 b	19,0 c	0,104 b	0,052 a	1,96 b	0,47 a	2,5 b	3,0 b	0,0 a	6,6 a
	3 sem 1°C + C	20,6 c	0,0 a	2,4 c	19,7 d	0,135 c	0,052 a	1,99 b	19,65 b	2,2 b	3,0 b	0,0 a	6,8 a
	4 sem 1°C + C	21,9 d	0,0 a	2,9 e	19,7 d	0,142 c	0,042 a	3,45 d	97,25 c	1,0 a	3,0 b	0,0 a	7,1 a

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 31. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Fuji.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2008	Recolección	4,6 a	51,8 b	-	15,5 a	0,232 b	1,228 b	0,04 a	0,08 a	-	-	-	-
	CD	5,9 b	45,0 a	0,7	16,7 b	0,087 a	0,046 a	3,35 b	25,25 b	4,6	3,0	0,0	7,3
2009	Recolección	8,3 a	42,7 e	-	15,2 a	0,232 d	1,149 b	0,06 a	0,10 a	-	-	-	-
	CD	11,1 b	34,8 d	0,8 a	17,6 cd	0,088 a	0,047 a	2,28 b	11,06 b	3,5 c	3,0 a	0,0 a	6,9 b
	1 sem 1°C + C	11,4 b	33,5 d	1,6 b	17,4 cd	0,088 a	0,043 a	2,30 b	9,46 ab	3,2 bc	3,0 a	0,0 a	7,0 b
	2 sem 1°C + C	13,2 c	15,7 c	1,5 b	16,6 b	0,094 ab	0,043 a	2,76 b	26,83 c	2,9 bc	3,0 a	0,0 a	7,0 b
	3 sem 1°C + C	15,1 d	7,0 b	1,6 b	17,2 c	0,107 b	0,046 a	2,72 b	22,31 c	2,7 b	3,0 a	0,0 a	6,6 b
	4 sem 1°C + C	16,8 e	0,0 a	1,9 c	17,7 d	0,145 c	0,042 a	3,40 c	69,95 d	1,5 a	3,0 a	0,4 b	5,4 a

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 32. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Garidells.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	12,4 a	43,3 c	-	15,9 a	0,277 d	-	0,20 a	0,00 a	-	-	-	-
	CD	11,5 a	23,1 b	-	16,0 a	0,184 b	-	0,55 a	24,77 b	4,0 b	3,0 a	0,0 a	7,0 b
	2 sem 1°C + C	15,2 b	0,0 a	-	17,9 b	0,220 c	-	1,71 b	41,06 c	1,0 a	3,0 a	0,0 a	6,3 b
	4 sem 1°C + C	14,7 b	0,0 a	-	17,7 b	0,161 a	-	8,36 c	84,32 d	1,0 a	3,0 a	0,6 a	3,5 a
2008	Recolección	6,3 a	39,0 c	-	13,9 a	0,294 d	1,610 b	0,04 a	0,63 a	-	-	-	-
	CD	10,5 b	19,6 b	1,0 a	16,3 b	0,173 b	0,044 a	0,70 a	8,57 a	3,2 c	2,8 a	0,0 a	5,5 b
	1 sem 1°C + C	14,4 c	0,0 a	2,2 b	16,5 b	0,177 b	0,036 a	3,45 b	24,51 b	2,2 b	2,7 a	0,0 a	4,8 b
	2 sem 1°C + C	14,0 c	0,0 a	2,4 b	16,5 b	0,188 c	0,036 a	2,87 b	10,05 a	1,8 b	2,8 a	0,4 ab	5,1 b
	3 sem 1°C + C	13,5 c	0,0 a	2,2 b	17,5 c	0,146 a	0,032 a	2,77 b	60,33 c	1,0 a	2,6 a	0,5 b	3,6 a
2009	Recolección	8,4 a	32,8 d	-	16,8 a	0,329 e	1,767 b	0,06 a	0,09 a	-	-	-	-
	CD	9,7 b	28,4 c	1,7 a	17,9 b	0,104 a	0,036 a	0,99 b	0,20 a	3,3 c	3,0 a	0,0 a	5,9 b
	1 sem 1°C + C	10,0 b	17,5 b	2,2 b	18,1 b	0,129 b	0,040 a	1,23 b	0,24 a	2,8 b	3,0 a	0,0 a	5,6 b
	2 sem 1°C + C	14,1 c	0,0 a	2,1 b	18,1 b	0,158 c	0,040 a	2,90 c	7,26 a	2,8 b	3,0 a	0,0 a	5,8 b
	3 sem 1°C + C	15,4 d	0,0 a	2,6 c	18,5 b	0,185 d	0,046 a	4,87 e	60,19 b	1,0 a	3,0 a	0,9 b	4,3 a
4 sem 1°C + C	13,2 c	0,0 a	2,5 c	18,4 b	0,190 d	0,032 a	3,72 d	93,07 c	1,0 a	3,0 a	0,6 b	4,0 a	

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 33. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Ferrán 12.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	18,7 b	21,9 c	-	19,6 a	0,180 c	-	0,56 a	0,00 a	-	-	-	-
	CD	16,5 a	21,3 c	-	19,6 a	0,129 b	-	6,60 c	29,69 c	3,0 c	3,0 a	0,0 a	8,0 b
	2 sem 1°C + C	21,6 c	4,5 b	-	20,3 ab	0,177 c	-	3,50 b	13,82 b	2,6 b	3,0 a	0,0 a	7,3 b
	4 sem 1°C + C	28,0 e	0,0 a	-	21,1 b	0,093 a	-	10,06 d	108,38 d	1,0 a	3,0 a	0,4 a	4,8 a
	7 sem 1°C + C	23,7 d	0,0 a	-	20,8 b	0,124 b	-	14,74 e	149,76 e	1,0 a	3,0 a	0,0 a	5,0 a
2008	Recolección	7,6 a	31,6 c	-	16,9 a	0,231 d	1,349 b	0,11 a	0,04 a	-	-	-	-
	CD	10,2 b	27,3 b	1,6 a	18,3 b	0,090 a	0,059 a	2,94 b	0,31 ab	4,2 b	2,7 a	0,0 a	7,3 b
	1 sem 1°C + C	12,5 c	9,5 a	1,8 b	18,6 b	0,145 c	0,054 a	2,71 b	0,72 b	2,5 a	3,0 b	0,0 a	6,9 b
	2 sem 1°C + C	14,3 d	6,9 a	1,6 a	18,3 b	0,127 b	0,052 a	2,86 b	21,68 c	2,4 a	3,0 b	0,0 a	5,6 a
2009	Recolección	8,2 a	26,2 f	-	16,6 a	0,213 d	1,449 b	0,13 a	0,10 a	-	-	-	-
	CD	12,6 b	20,0 e	2,4 c	18,9 b	0,062 a	0,045 a	1,99 c	0,33 a	4,0 c	2,7 a	0,0 a	6,8 a
	1 sem 1°C + C	14,0 c	17,0 d	1,0 a	19,2 bc	0,079 a	0,053 a	2,35 d	0,31 a	3,8 c	2,9 ab	0,0 a	7,0 a
	2 sem 1°C + C	13,0 bc	6,0 c	1,3 b	19,2 bc	0,079 a	0,047 a	2,32 d	0,38 a	2,4 b	3,0 b	0,0 a	6,8 a
	3 sem 1°C + C	19,3 d	3,6 b	2,4 c	19,6 c	0,131 b	0,049 a	1,68 b	5,38 b	2,3 b	3,0 b	0,0 a	6,7 a
	4 sem 1°C + C	24,3 e	0,0 a	2,8 d	20,3 d	0,170 c	0,043 a	3,21 e	93,79 c	1,0 a	3,0 b	0,0 a	7,0 a

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Índice de color (IC)

En la campaña 2007 la fruta de las variedades Aizumishirazu-A, Tomatero, Garidells y Ferrán 12 fue recolectada con un IC entre 11 y 19 (Tablas 28, 30, 32 y 33). En las campañas 2008 y 2009 todas las variedades de este grupo se cosecharon con un IC más bajo, entre 4 y 8, a excepción de la variedad Aizumishirazu-A en la que el IC fue aún menor (0 - 3). El mayor IC que presentó la fruta de las diferentes variedades en la campaña 2007 no siempre fue acompañado de una menor firmeza.

En todos los casos el IC sufrió un importante incremento con el tiempo de almacenamiento, llegando a alcanzar valores superiores a 20 tras una conservación de 2 y 3 semanas a 1°C en algunas variedades como ‘Tomatero’ y ‘Ferrán 12’, que se caracterizan por presentar una coloración externa roja intensa (Tablas 30 y 33).

Firmeza Instrumental

‘Aizumishirazu-A’

Esta variedad se recolectó con una firmeza inicial entre 36 y 45 N, que fue disminuyendo con el tiempo de almacenamiento (Tabla 28). En la primera campaña, en la que la firmeza de cosecha fue menor que en el resto de campañas estudiadas, como consecuencia de una recolección más tardía, tras el periodo de comercialización directa se produjo una reducción de la misma del 59%; mientras que en las otras dos campañas esa reducción fue menor (23 - 31%). En las campañas 2008 y 2009, donde la firmeza en recolección fue muy similar, la fruta sólo mantuvo una firmeza adecuada para su consumo como ‘caquí duro’ tras 1 semana a 1°C. Periodos más prolongados provocaron un ablandamiento del fruto hasta valores no comerciales.

‘Reus 6’

En la campaña 2008 esta variedad de caquí se recolectó con una firmeza de 37 N, mientras que en la campaña 2009 se recolectó menos firme (26 N) (Tabla 29). En ambos casos, tras 1 semana de almacenamiento a 1°C se alcanzaron firmezas similares de 14 N, fijándose este periodo como tiempo límite de almacenamiento en frío para su posterior

comercialización como ‘caqui duro’. Almacenamientos más prolongados dieron lugar a una reducción drástica de la firmeza con valores inferiores a 10 N, considerado éste último como límite comercial.

‘Tomatero’

En las tres campañas estudiadas, esta variedad se cosechó con una firmeza entre 27 y 32 N (Tabla 30). En las dos últimas campañas, tras 1 semana a 1°C más 5 días a 20°C, la fruta mostró valores de firmeza dentro del límite comercial. Sin embargo, periodos de almacenamiento superiores provocó un ablandamiento drástico del fruto.

‘Fuji’

Esta variedad de caqui se recolectó con una firmeza inicial de 43 y 52 N en las dos campañas estudiadas (Tabla 31). En ambas campañas, tras la comercialización directa se produjo una reducción de la firmeza en torno al 15%. En la segunda campaña, que es la única en la que se disponen de datos de frigoconservación, se observó que tras 2 semanas a 1°C más 5 días a 20°C se produjo una reducción de la firmeza del 63% con respecto a la firmeza inicial de recolección, alcanzando un valor de 16 N. Almacenamientos más prolongados dieron lugar a una reducción muy importante de la misma.

‘Garidells’

En las campañas 2007 y 2008 esta variedad se recolectó con una firmeza muy similar (\approx 40 N), mientras que en la campaña 2009 se recolectó con una firmeza menor (33 N) (Tabla 32). En las dos primeras campañas, tras el periodo de comercialización directa, la firmeza se redujo aproximadamente un 50%, alcanzando valores en torno a 20 N; mientras que en la última campaña, la reducción fue menor (\approx 14%) mostrando un valor de 28,4 N. Tras 1 semana de almacenamiento a 1°C, en las dos primeras campañas se observó un drástico ablandamiento del fruto (0 N), mientras que en la campaña 2009, el valor de firmeza alcanzado fue de 17,5 N. Periodos de almacenamiento más prolongados provocaron una pérdida total de firmeza. Esta pérdida drástica de firmeza durante la conservación a 1°C podría indicar una alta susceptibilidad de esta variedad a manifestar daños por frío.

Ferrán 12'

La firmeza inicial de recolección de esta variedad varió entre 22 y 32 N, siendo la campaña 2008 en la que se cosechó la fruta con una mayor firmeza (Tabla 33). En la campaña 2007, a pesar de recolectarse con una firmeza menor que en el resto de campañas, tras la comercialización directa no se observaron diferencias significativas con respecto a la firmeza de recolección. En cambio, en las dos campañas posteriores se produjo una reducción del 14 y 24%. Al igual que lo observado en la variedad Garidells, tras 1 semana a 1°C, la reducción de la firmeza fue muy importante en la campaña 2008, presentado un valor inferior a 10 N; mientras que en la campaña 2009, esa reducción fue mucho menor alcanzando un valor de 17 N. Periodos más prolongados de conservación provocaron un ablandamiento drástico de la fruta. Esta reducción de la firmeza tan importante podría indicar que esta variedad también es susceptible a daños por frío.

Pérdida de peso (PP)

En general, las variedades de caqui de PCA estudiadas sufrieron unas pérdidas de peso comprendidas entre un 1,5 y un 3% tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados, valores ligeramente superiores que en el caso de las variedades de PCNA (Tablas 28, 29, 30, 31, 32 y 33). De todas las variedades estudiadas, 'Tomatero' y 'Ferrán 12' fueron las que presentaron una mayor pérdida de peso ($\approx 3\%$) tras un almacenamiento de 4 semanas a 1°C más 5 días a 20°C (Tablas 30 y 33), mientras que las variedades Aizumishirazu-A y Fuji fueron las que sufrieron menores pérdidas de peso (Tablas 28 y 31).

Contenido Sólidos Solubles (CSS)

En el momento de cosecha, el CSS de todas las variedades pertenecientes a este grupo varió entre 15 y 19°Brix, siendo ligeramente inferior en la campaña 2008 para la variedad Garidells. En general, el CSS de las variedades astringentes fue mayor que el de las no astringentes.

El almacenamiento de 5 días a 20°C, simulando comercialización directa, no modificó el CSS de la fruta correspondiente a la campaña 2007, mientras que en las campañas 2008 y 2009 se observó un aumento del mismo. Durante la frigoconservación, también se observó un incremento

del CSS con el tiempo de almacenamiento, llegando a valores entre 18 y 21°Brix tras 4 semanas a 1°C más 5 días a 20°C.

Acidez

Las variedades de PCA estudiadas presentaron mayor acidez que las variedades de PCNA. En estas variedades astringentes, la acidez en el momento de recolección estuvo entre 0,17 y 0,33 g ácido málico/100 ml de zumo, siendo la variedad Aizumishirazu-A la de menor acidez y Garidells la más ácida (Tablas 28 y 32). En general, la acidez disminuyó al aumentar el periodo de almacenamiento.

Taninos Solubles (TS)

En el momento de cosecha el contenido en TS de estas variedades astringentes estuvo comprendido entre 0,8 y 1,8%. La variedad Aizumishirazu-A fue la que presentó un contenido en TS menor, mientras que 'Garidells' fue la de mayor contenido en TS (Tablas 28 y 32).

La aplicación del tratamiento de desastringencia con altas concentraciones de CO₂ previamente al periodo de comercialización redujo el contenido en taninos a valores inferiores o iguales a 0,05%, indicando la efectividad del mismo.

Contenido en acetaldehído y etanol (AcCOH y EtOH)

Los niveles de acetaldehído y etanol en el momento de la recolección fueron bajos, aumentando de manera significativa al aumentar el almacenamiento. A excepción de la variedad Aizumishirazu-A, tras 4 semanas a 1°C más 5 días a 20°C, se alcanzaron niveles de acetaldehído entre 2 y 10 mg/100 ml y niveles de etanol comprendidos entre 70 y 100 mg/100 ml, que son valores superiores a los alcanzados en las variedades de PCNA.

Análisis Sensorial

Firmeza sensorial (F)

Estableciendo valores de 3 como el límite de almacenamiento para la comercialización de los frutos como ‘caqui duro’ se observó que en general la mayoría de las variedades pertenecientes a este grupo mantienen una buena calidad comercial tras 1 semana a 1°C. En el caso de las variedades Garidells y Ferrán 12, tras la comercialización directa, fueron evaluadas por los jueces con valores superiores a 3, mientras que tras 1 semana de conservación a 1°C, en dos de las campañas estudiadas, fueron valoradas como no comerciales (Tablas 32 y 33). Todos los jueces coincidieron, además, en que a excepción de la variedad Aizumishirazu-A, todas las variedades tenían una textura arenosa.

En todos los casos en los que la firmeza sensorial alcanzó valores iguales o superiores a 3, la firmeza instrumental fue superior a 14 N, a excepción de la variedad Tomatero que en la campaña 2008 fue superior a 10 N (Tabla 30).

Astringencia (A)

En todas las variedades estudiadas se comprobó que el tratamiento de CO₂ aplicado resultó efectivo eliminando la astringencia de los frutos, ya que los jueces asignaron valores iguales o cercanos a 3 (‘no astringentes’) tras las distintas condiciones de almacenamiento estudiadas. Esto queda corroborado además con la reducción de TS que se observó tras el tratamiento, tal y como se ha mencionado anteriormente.

Malos Sabores (MS)

A pesar de que en algunos casos el contenido en etanol fue elevado, los jueces no detectaron malos sabores en ninguna de las variedades de PCA tras los distintos periodos de almacenamiento. Únicamente en la variedad Garidells tras 3 y 4 semanas de almacenamiento a 1°C más 5 días a 20°C los jueces indicaron la presencia de malos sabores como ligeramente perceptibles (Tabla 32). Destaca que en este caso los niveles alcanzados de etanol fueron de 60 - 90 mg/100 ml, mientras que en otras variedades con niveles de etanol similares o mayores no se detectaron malos

sabores, lo que indica que la detección de los malos sabores depende en gran medida del cultivar.

Sabor Global (SG)

En general las variedades de PCA estudiadas fueron evaluadas con una calidad entre aceptable y excelente. Tan sólo la variedad Garidells tras 3 semanas de almacenamiento a 1°C más 5 días a 20°C fue evaluada con mala calidad, lo que está relacionado con la aparición de malos sabores que se ha mencionado anteriormente (Tabla 32).

Por otro lado, los jueces indicaron que estas variedades presentaban un sabor característico distinto al caqui 'Rojo Brillante'. En concreto en algunos casos se apuntó un sabor característico 'a castaña'. En cuanto a la variedad Aizumishirazu-A todos los jueces coincidieron en que estaba inmadura.

4.2.3. POLINIZACIÓN VARIABLE NO ASTRINGENTE (PVNA).

En la Tabla 34 se muestran las variedades de caqui de PVNA evaluadas, las fechas de recolección de las distintas campañas y las condiciones de almacenamiento a las que se han sometido cada una de ellas.

Tabla 34. Variedades de PVNA, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.

Variedad	Campaña	Fecha Recolección	Condiciones de almacenamiento	
			CD	Frigoconservación
Amankaki	2007	13-noviembre	CD	2, 4 y 7 sem 1°C + C
	2008	7-noviembre	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	-	-	-
Bétera 3	2007	13-noviembre	CD	-
	2008	4-noviembre	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	1-noviembre	CD	2 y 3 sem 1°C + C
Kaki Tipo	2007	13-noviembre	CD	2 sem 1°C + C
	2008	4-noviembre	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	-	-	-
Constantí	2007	13-noviembre	CD	2 sem 1°C + C
	2008	7-noviembre	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	5-noviembre	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
La Selva 14	2007	13-noviembre	CD	2 sem 1°C + C
	2008	7-noviembre	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	5-noviembre	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C)

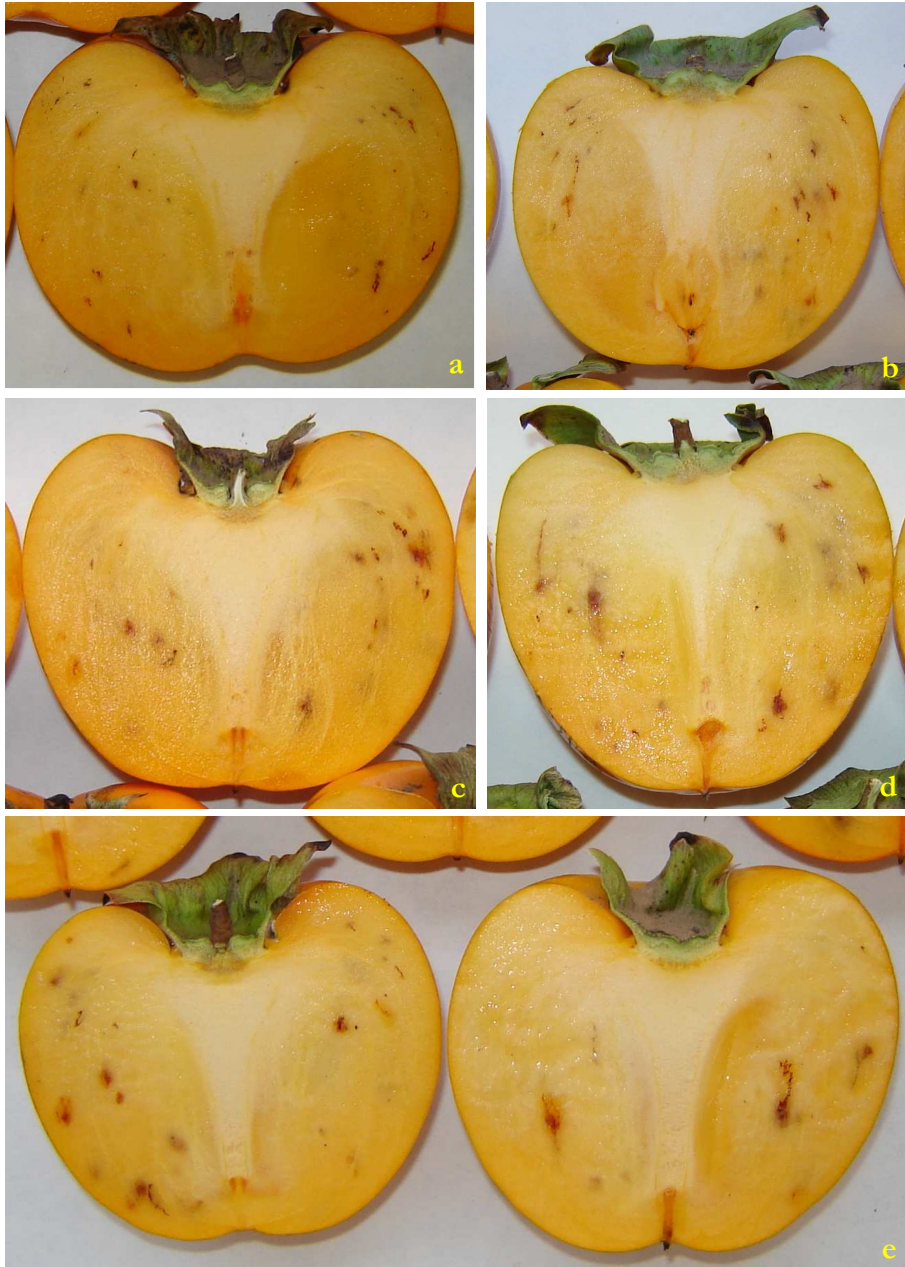
Al tratarse de variedades no astringentes de polinización variable se puede dar el caso de que algunos frutos presenten astringencia, por lo que previo al periodo de comercialización se aplicó a todas un tratamiento de CO₂ para la eliminación de la misma.

A excepción de la variedad Bétera 3, cuyo periodo de recolección es similar a la variedad Rojo Brillante, en general las variedades de PVNA son consideradas más tardías, recolectándose entre la segunda y tercera semana del mes de noviembre (Martínez-Calvo *et al.*, 2012). En este estudio, en la campaña 2007 todas las variedades se cosecharon el 13 de noviembre, mientras que en las campañas 2008 y 2009, se recolectaron

entre la primera y segunda semana de noviembre. De estas variedades, Bétera 3, Constantí y La Selva 14 son de origen español, lo que las hace interesantes para su posible comercialización como variedades tardías.

Una característica de los frutos de estas variedades es el gran tamaño que llegan a alcanzar. A excepción de la variedad Amankaki, que suele pesar unos 200 g, el peso medio de los frutos del resto de variedades fue de 300 g. Además, tal y como se ha mencionado en el apartado de Materiales y Métodos, los frutos de todas estas variedades presentaron alrededor del ápice un agrietamiento concéntrico superficial o ‘anillado’. Otro aspecto a destacar de estas variedades es que la pulpa presenta un moteado característico (Fotografía 15).

Las Tablas 35, 36, 37, 38 y 39 muestran la calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial tras el almacenamiento en las distintas campañas estudiadas.



Fotografía 15: Moteado de la pulpa en: la variedad Amankaki (a), Bétera 3 (b), Kaki Tipo (c), Constantí (d) y La Selva 14 (e).

Tabla 35. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Amankaki.

Campana	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	6,7 a	43,5 e	-	16,4 a	0,168 d	-	1,24 a	1,66 a	-	-	-	-
	CD	8,4 bc	36,9 d	-	17,7 bc	0,077 b	-	6,89 b	36,26 b	3,8 b	3,0 a	0,0 a	6,8 b
	2 sem 1°C + C	8,3 b	14,8 c	-	16,9 ab	0,054 a	-	6,66 b	35,90 b	3,5 b	3,0 a	0,0 a	6,7 ab
	4 sem 1°C + C	8,9 c	5,8 b	-	18,5 c	0,105 c	-	6,82 b	90,60 c	2,3 a	3,0 a	0,0 a	5,7 a
	7 sem 1°C + C	10,2 d	0,8 a	-	17,9 c	0,112 c	-	6,92 b	132,56 d	2,0 a	3,0 a	0,0 a	6,3 ab
2008	Recolección	5,2 a	31,9 b	-	16,6 a	0,139 c	0,561 b	0,14 a	6,10 a	-	-	-	-
	CD	6,0 a	32,9 b	2,2 a	17,6 ab	0,055 ab	0,028 a	3,21 b	16,13 b	3,7 a	3,0 a	0,0 a	6,8 a
	1 sem 1°C + C	7,8 b	20,0 a	2,7 a	18,4 b	0,056 b	0,024 a	3,99 c	11,55 ab	3,7 a	3,0 a	0,0 a	6,1 a
	2 sem 1°C + C	7,0 b	15,8 a	2,6 a	18,4 b	0,048 a	0,025 a	4,04 c	32,49 c	3,5 a	3,0 a	0,2 a	6,1 a

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 36. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Bétera 3.

Campana	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	10,4 a	40,3 b	-	19,7 a	0,143 b	-	0,85 a	3,37 a	-	-	-	-
	CD	10,7 a	35,2 a	-	19,8 a	0,084 a	-	8,26 b	41,91 b	4,3	3,0	0,0	7,3
2008	Recolección	3,4 a	39,4 c	-	17,1 a	0,136 c	0,399 b	0,13 a	2,28 a	-	-	-	-
	CD	7,0 bc	31,6 b	1,7 a	18,0 b	0,061 b	0,022 a	3,31 b	7,57 b	4,6 b	2,9 a	0,0 a	6,3 a
	1 sem 1°C + C	6,2 b	29,2 b	3,2 b	18,1 b	0,067 b	0,020 a	3,15 b	11,48 c	4,1 b	3,0 a	0,0 a	6,5 a
	2 sem 1°C + C	7,9 c	22,4 a	3,4 b	18,1 b	0,050 a	0,022 a	3,91 b	37,23 d	3,4 a	2,8 a	0,0 a	6,2 a
2009	Recolección	5,6 a	43,6 c	-	20,3 a	0,139 c	0,383 b	0,13 a	0,07 a	-	-	-	-
	CD	6,4 a	41,2 c	2,4 a	20,5 a	0,072 b	0,025 a	2,94 b	11,86 b	3,9 b	3,0 a	0,0 a	7,5 a
	2 sem 1°C + C	6,5 a	22,4 b	2,8 b	20,6 a	0,062 a	0,024 a	3,13 b	14,93 b	3,8 b	3,0 a	0,0 a	7,5 a
	3 sem 1°C + C	9,4 b	10,1 a	3,4 c	20,5 a	0,063 a	0,027 a	2,83 b	24,19 c	3,0 a	3,0 a	0,0 a	7,1 a

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 37. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Kaki Tipo.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	7,5 a	50,6 c	-	17,7 a	0,147 c	-	0,42 a	1,70 a	-	-	-	-
	CD	8,1 b	33,4 b	-	18,5 b	0,078 a	-	6,06 b	40,06 c	4,4 b	3,0 b	0,0 a	7,8 b
	2 sem 1°C + C	9,0 c	11,7 a	-	19,0 b	0,094 b	-	7,00 c	31,13 b	3,5 a	2,7 a	0,0 a	6,7 a
2008	Recolección	4,1 a	39,4 b	-	16,9 a	0,138 b	0,303 b	0,11 a	3,14 a	-	-	-	-
	CD	5,8 b	38,2 b	1,9 a	17,4 ab	0,065 a	0,024 a	2,81 b	10,48 a	4,5 b	2,7 a	0,0 a	7,0 a
	1 sem 1°C + C	6,3 b	23,1 a	4,2 c	17,8 b	0,065 a	0,023 a	3,47 c	23,48 b	3,4 a	3,0 a	0,0 a	7,2 a
	2 sem 1°C + C	6,2 b	23,7 a	3,2 b	17,5 ab	0,062 a	0,021 a	3,84 c	36,81 c	3,6 a	2,8 a	0,0 a	6,2 a

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 38. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Constantí.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	7,3 a	48,3 c	-	16,4 a	0,183 b	-	1,26 a	0,39 a	-	-	-	-
	CD	6,8 a	36,6 b	-	16,9 b	0,081 a	-	7,12 b	42,59 b	4,5 b	3,0 a	0,0 a	7,0 a
	2 sem 1°C + C	7,1 a	14,5 a	-	16,9 b	0,066 a	-	6,96 b	45,35 b	3,8 a	3,0 a	0,0 a	6,7 a
2008	Recolección	4,2 a	46,8 d	-	17,4 a	0,147 c	0,345 b	0,22 a	7,00 a	-	-	-	-
	CD	4,8 a	38,4 c	3,8 a	18,6 b	0,069 b	0,026 a	4,82 c	21,21 b	4,2 a	2,7 a	0,0 a	6,7 a
	1 sem 1°C + C	6,0 b	25,3 b	4,1 a	18,5 b	0,078 b	0,022 a	3,05 b	12,76 a	3,9 a	2,8 a	0,0 a	6,8 a
	2 sem 1°C + C	7,3 c	18,3 a	3,9 a	18,4 b	0,058 a	0,024 a	4,29 c	36,16 c	4,0 a	3,0 a	0,0 a	6,2 a
2009	Recolección	3,4 a	53,0 e	-	18,9 a	0,145 c	0,527 b	0,14 a	0,20 a	-	-	-	-
	CD	4,8 b	36,5 d	2,8 b	19,8 a	0,069 a	0,025 a	3,30 c	18,18 b	4,2 c	3,0 a	0,0 a	7,2 a
	1 sem 1°C + C	5,0 b	34,0 d	2,1 a	20,5 a	0,069 a	0,024 a	3,32 c	14,05 b	3,7 bc	3,0 a	0,0 a	7,7 a
	2 sem 1°C + C	6,4 c	22,1 c	2,2 a	19,4 a	0,061 a	0,026 a	2,81 b	17,49 b	3,8 bc	3,0 a	0,0 a	7,3 a
	3 sem 1°C + C	7,8 d	13,5 b	3,5 c	20,6 a	0,072 a	0,026 a	3,16 c	31,68 c	3,5 ab	3,0 a	0,0 a	7,4 a
	4 sem 1°C + C	7,5 d	8,0 a	3,2 c	19,7 a	0,095 b	0,021 a	2,79 b	36,29 c	3,0 a	3,0 a	0,0 a	7,5 a

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 39. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad La Selva 14.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	8,1 a	49,8 c	-	17,3 a	0,138 c	-	1,29 a	1,15 a	-	-	-	-
	CD	7,6 a	25,6 b	-	18,6 b	0,080 a	-	5,49 b	36,18 c	3,9 b	3,0 a	0,0 a	7,2 a
	2 sem 1°C + C	10,3 b	5,7 a	-	19,2 c	0,100 b	-	8,49 c	34,13 b	3,0 a	3,0 a	0,0 a	6,7 a
2008	Recolección	5,2 a	32,9 c	-	17,0 a	0,137 c	0,312 b	0,19 a	5,17 a	-	-	-	-
	CD	8,4 b	26,0 b	4,1 a	19,1 b	0,070 b	0,026 a	4,11 c	29,10 b	4,2 b	2,8 a	0,0 a	6,7 a
	1 sem 1°C + C	8,2 b	6,1 a	4,1 a	18,2 ab	0,072 b	0,025 a	4,49 c	24,20 b	3,6 b	3,0 a	0,0 a	5,5 a
	2 sem 1°C + C	13,5 c	3,7 a	4,0 a	18,6 b	0,056 a	0,022 a	2,47 b	39,43 c	2,9 a	3,0 a	0,0 a	6,1 a
2009	Recolección	2,1 a	53,3 e	-	16,9 a	0,162 c	0,711 b	0,11 a	0,14 a	-	-	-	-
	CD	4,9 b	31,8 d	2,2 b	18,6 b	0,069 a	0,030 a	3,46 c	23,76 c	3,6 b	3,0 a	0,0 a	7,0 ab
	1 sem 1°C + C	5,0 b	34,2 d	1,8 a	19,5 bc	0,061 a	0,026 a	3,45 c	11,73 b	4,0 b	3,0 a	0,0 a	7,6 b
	2 sem 1°C + C	6,5 c	14,9 c	1,9 a	19,6 c	0,054 a	0,029 a	3,12 c	27,89 c	3,8 b	3,0 a	0,0 a	7,2 ab
	3 sem 1°C + C	8,3 d	5,6 b	2,3 b	20,1 c	0,067 a	0,031 a	3,10 c	22,53 c	2,8 a	3,0 a	0,0 a	6,8 a
4 sem 1°C + C	10,8 e	0,0 a	3,1 c	21,7 d	0,099 b	0,024 a	2,30 b	25,27 c	2,6 a	3,0 a	0,0 a	7,5 ab	

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Índice de color (IC)

En las campañas 2008 y 2009, estas variedades presentaron en el momento de la cosecha una coloración externa verde-amarillenta, mientras que en la campaña 2007 esa coloración fue más anaranjada (Fotografía 16). Esto queda reflejado en el menor IC (2 - 6) de los frutos en las campañas 2008 y 2009, respecto a la campaña 2007 (7 - 10), donde todas las variedades fueron recolectadas más tarde.



Fotografía 16: Color externo en recolección de las variedades Bétera 3 (a, b, c), Constantí (d, e, f) y La Selva 14 (g, h, i), correspondiente a las campañas 2007 (a, d, g), 2008 (b, e, h) y 2009 (c, f, i).

El IC aumentó ligeramente al aumentar el tiempo de almacenamiento no observándose diferencias significativas tras la comercialización directa y tras 1 - 2 semanas de almacenamiento a 1°C más 5 días a 20°C.

De todas las variedades, La Selva 14 fue la que sufrió un incremento más importante en el IC, alcanzando valores entre 10 y 14 tras 2 y 4 semanas de conservación a 1°C (Tabla 39).

Firmeza Instrumental

‘Amankaki’

Los frutos de ‘Amankaki’ se recolectaron con una firmeza inicial de 44 y 32 N en las campañas 2007 y 2008, respectivamente (Tabla 35). Tras el periodo de comercialización directa la firmeza se redujo un 15% en la campaña 2007, mientras que en la campaña 2008 no se observaron diferencias significativas con respecto a la firmeza inicial. Por otro lado, el almacenamiento de 2 semanas a 1°C más 5 días a 20°C redujo la firmeza un 66% en el 2007 y un 51% en el 2008, alcanzando valores cercanos a 15 N.

‘Bétera 3’

En las tres campañas estudiadas, esta variedad se recolectó con una firmeza muy similar (40 - 44 N) (Tabla 36). En las campañas 2007 y 2008 tras el periodo de comercialización directa se produjo una reducción de la firmeza del fruto superior al 13%, mientras que en la campaña 2009 no se observaron diferencias significativas respecto a la firmeza en recolección. Tras 2 semanas a 1°C, los frutos de las campañas 2008 y 2009 presentaron una firmeza similar (22 N). Un almacenamiento más prolongado en frío de 3 semanas a 1°C, que solo se estudió en la campaña 2009, produjo un ablandamiento del fruto que llevó a valores de firmeza situados en el límite comercial de 10 N.

‘Kaki Tipo’

La firmeza de los frutos de ‘Kaki Tipo’ en recolección para las campañas 2007 y 2008 fue de 51 y 39 N, respectivamente (Tabla 37). En la campaña 2007, a pesar de la mayor firmeza en el momento de cosecha, tras la comercialización directa la firmeza se redujo un 34 %, mientras que en la segunda campaña la firmeza se mantuvo constante con respecto a la inicial. Tras 2 semanas a 1°C, en la primera campaña la firmeza sufrió una disminución drástica del 77%, alcanzando un valor de

11,7 N, mientras que en la segunda campaña la disminución fue menor (23,7 N). En ambos casos se trata de valores superiores a 10 N, considerado límite comercial. Sin embargo, esta variabilidad en el comportamiento hace necesario ampliar el estudio con más campañas para poder establecer el efecto de la conservación frigorífica en esta variedad.

‘Constantí’

Los frutos de esta variedad de caqui se recolectaron con una firmeza entre 47 y 53 N (Tabla 38). Tras la comercialización directa, aunque se observó una importante reducción de la firmeza (entre 20 y 36%) en las tres campañas estudiadas, se mantuvieron valores de firmeza comerciales (\approx 37 N). Durante la conservación frigorífica, en las dos primeras campañas, tras 2 semanas de almacenamiento a 1°C, el fruto aún mantenía una firmeza comercial superior a 14 N. En la tercera campaña, que se recolectó con una mayor firmeza, la fruta mantuvo valores comerciales hasta la tercera semana en frío. Periodos de frigoconservación superiores llevaron a un ablandamiento del fruto hasta alcanzar un valor de 8 N (no comercial como ‘caqui duro’) tras 4 semanas a 1°C.

La Selva 14’

En las campañas 2007 y 2009 la fruta se recolectó con una firmeza en torno a 50 N, mientras que en la campaña 2008 la firmeza de cosecha fue menor (33 N) (Tabla 39). La comercialización directa en las tres campañas de estudio llevó a una pérdida de firmeza del fruto que en ningún caso comprometió la calidad del mismo. Sin embargo, tras la conservación de 2 semanas a baja temperatura se observó un drástico ablandamiento que llevó a alcanzar valores no comerciales de firmeza por debajo de 10 N en las dos primeras campañas, donde se recolectó la fruta con valores de firmeza algo menores; en el caso de la tercera campaña este ablandamiento se observó tras 3 semanas de conservación a 1°C. Este drástico descenso de la firmeza podría indicar una posible susceptibilidad de esta variedad a daños por frío.

Pérdida de peso (PP)

En estas variedades de PVNA se observaron unas pérdidas de peso entre 2 - 4% tras las diferentes condiciones de almacenamiento estudiadas, valores superiores a los observados en las variedades de PCNA y PCA. Estas pérdidas de peso pueden relacionarse con el agrietamiento observado en la zona del ápice de los frutos.

Contenido Sólidos Solubles (CSS)

En el momento de la recolección, el CSS de las variedades de PVNA varió entre 16 y 20°Brix, sin observar una relación directa entre el IC o firmeza con el CSS. En general, se produjo un ligero aumento del CSS al aumentar el tiempo de almacenamiento.

Acidez

La acidez de estas variedades en el momento de la recolección estuvo comprendida entre 0,14 y 0,18 g de ácido málico/100 ml de zumo, siendo valores un poco inferiores a los observados en las variedades de PCA. Tras la comercialización directa y tras el almacenamiento a 20°C posterior a los diferentes periodos de frigoconservación analizados, la acidez se redujo de manera significativa.

Taninos Solubles (TS)

Los valores de TS en el momento de la cosecha estuvieron entre 0,4 y 0,7%. Al tratarse de variedades de PVNA, este contenido estuvo comprendido entre los valores encontrados para las variedades de PCA y las de PCNA.

En todos los casos, la aplicación del tratamiento de eliminación de astringencia con altas concentraciones de CO₂ redujo el contenido en TS un 95%, lo que indica la efectividad de dicho tratamiento para eliminar la astringencia de estas variedades.

Contenido en acetaldehído y etanol (AcCOH y EtOH)

Los niveles de acetaldehído y etanol en el momento de recolección fueron bajos en todas estas variedades. A pesar del incremento en el contenido de ambos volátiles durante el almacenamiento, los niveles alcanzados para todas las variedades tras 3 o 4 semanas de almacenamiento a 1°C más 5 días a 20°C fueron siempre inferiores a 5 y 45 mg/100 ml para acetaldehído y etanol, respectivamente, a excepción de la campaña 2007 de la variedad Amankaki que presentó niveles superiores (aproximadamente 7 mg/100 ml para acetaldehído y valores superiores a 90 mg/100 ml para el etanol), lo que podría estar relacionado con la pérdida total de firmeza (Tabla 35).

Análisis Sensorial

Firmeza sensorial (F)

Considerando que valores inferiores a 3 indican que los frutos están demasiado blandos para su comercialización como ‘caqui firme’, se puede considerar que el límite de comercialización de las distintas variedades está en torno a 2 semanas de almacenamiento a 1°C más 5 días a 20°C, a excepción de las variedades Bétera 3 y Constantí que parecen mantener la firmeza durante periodos de almacenamiento superiores (Tablas 36 y 38). Éstos resultados se corroboran con los de firmeza instrumental.

Al igual que lo observado por los jueces en algunas de las variedades del grupo correspondiente a PCA, las variedades Bétera 3 y Constantí también fueron consideradas con una textura arenosa.

Astringencia (A)

En todos los casos, la evaluación sensorial realizada confirmó la efectividad del tratamiento de desastringencia aplicado en la eliminación de la misma.

Resultados

Malos Sabores (MS)

Los jueces no detectaron malos sabores en ninguna de las condiciones de almacenamiento para las distintas variedades de caqui de PVNA estudiadas.

Sabor Global (SG)

Todas las variedades de este grupo fueron evaluadas por los jueces con un sabor global entre 6 y 8 (aceptable y excelente), siendo en general los frutos de la campaña 2009 los mejor valorados. No se observó un deterioro del sabor de los frutos al aumentar el periodo de almacenamiento en ninguna de las variedades.

En general, a todos los jueces les llamó la atención la presencia de manchas marrones en la pulpa, puesto que esta característica no se observa en la variedad Rojo Brillante, que es la que tienen como referencia por su mayor producción y consumo. Todos coincidieron además de que se trataba de frutos crujientes con un sabor muy dulce.

4.2.4. POLINIZACIÓN VARIABLE ASTRINGENTE (PVA).

La Tabla 40 muestra las variedades evaluadas en este estudio pertenecientes al grupo de PVA, las fechas de recolección y las condiciones de almacenamiento en cada una de las campañas.

Tabla 40. Variedades de PVA, fechas de recolección y condiciones de almacenamiento estudiadas en cada campaña.

Variedad	Campaña	Fecha Recolección	Condiciones de almacenamiento	
			CD	Frigoconservación
Aizumishirazu-B	2007	11-octubre	CD	2 y 4 sem 1°C + C
	2008	13-octubre	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
	2009	-	-	-
Tonewase	2007	11-octubre	CD	2 y 4 sem 1°C + C
	2008	2-octubre	CD	1, 2, y 3 sem 1°C + C
	2009	-	-	-
Hiratanenashi	2007	15-octubre	CD	2 y 4 sem 1°C + C
	2008	28-octubre	CD	1, 2, y 3 sem 1°C + C
	2009	19-octubre	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
Xato de Bonrepós	2007	15-octubre	CD	2 sem 1°C + C
	2008	17-octubre	CD	1, 2, y 3 sem 1°C + C
	2009	19-octubre	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
Bétera 2	2007	24-octubre	CD	2 y 4 sem 1°C + C
	2008	28-octubre	CD	1, 2, y 3 sem 1°C + C
	2009	27-octubre	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C
Reus 15	2007	8-noviembre	CD	2 sem 1°C + C
	2008	4-noviembre	CD	1 y 2 sem 1°C + C
	2009	27-octubre	CD	1, 2, 3, y 4 sem 1°C + C

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C)

Al tratarse de variedades astringentes, los frutos se sometieron al tratamiento con altas concentraciones de CO₂ para eliminar la astringencia antes del periodo de comercialización.

La variedad Tonewase es la variedad más temprana de este grupo y de todas las variedades de caqui estudiadas en la Tesis. La recolección tiene lugar la última semana de septiembre, lo que supone un adelanto aproximado de cinco semanas con respecto a la recolección del caqui ‘Rojo Brillante’ (Martínez-Calvo *et al.*, 2012). Sin embargo, tiene como inconveniente que el periodo de recolección es muy corto, no superando

una semana. En el presente estudio esta variedad fue recolectada el 11 y el 2 de octubre en la primera y segunda campaña, respectivamente. Otra variedad de este grupo considerada precoz es la 'Aizumishirazu-B', que se suele cosechar a partir de la segunda semana de octubre, lo que supone de dos a tres semanas antes que la variedad Rojo Brillante. En este estudio, esta variedad se cosechó entre el 11 y el 13 de octubre. El resto de variedades estudiadas presentan un periodo de recolección muy similar a la variedad Rojo Brillante. En este caso, se cosecharon todas entre el 15 y 28 de octubre, excepto la variedad Reus 15, que se recolectó más tarde.

Las Tablas 41, 42, 43, 44, 45 y 46 muestran la calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial tras las diferentes condiciones de almacenamiento ensayadas en cada campaña objeto de estudio.

Tabla 41. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Aizumishirazu-B.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	6,0 a	57,7 d	-	15,7 a	0,212 d	-	0,23 a	0,97 a	-	-	-	-
	CD	6,6 a	49,8 c	-	16,9 c	0,063 a	-	8,62 c	30,50 b	-	3,0 a	0,0 a	-
	2 sem 1°C + C	5,8 a	41,0 b	-	16,2 b	0,091 b	-	8,25 c	66,10 c	5,0 b	3,0 a	0,0 a	8,0 b
	4 sem 1°C + C	5,8 a	1,2 a	-	16,9 c	0,177 c	-	3,69 b	122,63 d	1,0 a	3,0 a	0,0 a	5,0 a
2008	Recolección	6,0 a	41,1 c	-	14,7 a	0,187 b	1,216 b	0,07 a	0,06 a	-	-	-	-
	CD	6,0 a	26,7 b	1,4 a	16,5 bc	0,108 a	0,062 a	1,34 b	18,03 b	3,9 b	3,0 a	0,0 a	7,3 a
	1 sem 1°C + C	7,1 ab	25,2 ab	1,6 b	16,1 b	0,099 a	0,054 a	2,12 c	18,23 b	3,9 b	3,0 a	0,0 a	6,7 a
	2 sem 1°C + C	7,3 ab	24,3 ab	1,4 a	16,1 b	0,098 a	0,049 a	2,47 c	37,01 d	4,1 b	3,0 a	0,0 a	6,7 a
	3 sem 1°C + C	8,1 b	26,4 b	1,8 c	17,5 c	0,115 a	0,052 a	2,17 c	30,49 c	3,9 b	3,0 a	0,0 a	6,4 a
	4 sem 1°C + C	10,1 c	21,6 a	2,6 d	17,2 c	0,105 a	0,053 a	2,48 c	40,18 d	3,2 a	3,0 a	0,0 a	6,5 a

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 42. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Tonewase.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	14,7 a	19,0 c	-	16,5 ab	0,130 a	-	0,22 a	0,00 a	-	-	-	-
	CD	14,6 a	6,9 b	-	15,8 a	0,166 c	-	0,39 b	29,56 b	-	3,0 a	0,0 a	-
	2 sem 1°C + C	14,9 a	0,8 a	-	17,2 b	0,142 b	-	0,99 c	88,62 c	1,0	3,0 a	0,0 a	8,0
	4 sem 1°C + C	15,3 a	0,0 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	Recolección	3,2 a	28,6 c	-	18,0 a	0,111 b	0,683 b	0,08 a	0,07 a	-	-	-	-
	CD	11,9 c	8,4 b	3,7 c	19,9 bc	0,086 a	0,028 a	2,18 d	19,25 b	2,4 c	3,0 a	0,0 a	7,7 a
	1 sem 1°C + C	10,3 b	1,6 a	2,9 b	20,2 c	0,087 a	0,027 a	2,18 d	22,00 b	1,6 ab	3,0 a	0,0 a	7,3 a
	2 sem 1°C + C	9,9 b	1,2 a	1,9 a	19,5 bc	0,083 a	0,023 a	1,34 b	19,20 b	1,9 b	3,0 a	0,0 a	6,9 a
	3 sem 1°C + C	11,6 c	0,9 a	2,9 b	19,1 b	0,082 a	0,021 a	1,73 c	34,08 c	1,3 a	3,0 a	0,0 a	7,3 a

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 43. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Hiratanenashi.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	3,9 a	37,3 d	-	15,3 a	0,146 b	-	0,22 a	0,06 a	-	-	-	-
	CD	5,7 b	32,1 c	-	16,0 b	0,068 a	-	5,09 d	29,94 b	-	3,0 a	-	-
	2 sem 1°C + C	6,0 b	3,9 b	-	17,0 c	0,183 b	-	1,72 b	45,32 b	-	3,0 a	-	-
	4 sem 1°C + C	5,5 b	0,0 a	-	16,3 b	0,173 b	-	2,26 c	236,12 c	-	3,0 a	-	-
2008	Recolección	5,0 a	26,1 e	-	15,7 a	0,150 d	0,906 b	0,08 a	0,37 a	-	-	-	-
	CD	7,1 b	18,7 d	1,3 a	17,3 b	0,070 a	0,028 a	1,92 c	21,28 c	3,4 c	3,0 a	0,0 a	7,4 a
	1 sem 1°C + C	9,2 c	6,6 c	1,5 b	17,4 bc	0,104 c	0,025 a	0,83 b	12,85 b	2,3 b	3,0 a	0,0 a	6,4 a
	2 sem 1°C + C	9,4 c	4,3 b	2,5 c	17,6 c	0,095 c	0,024 a	1,10 b	16,97 bc	1,6 a	3,0 a	0,0 a	6,2 a
	3 sem 1°C + C	9,0 c	1,6 a	2,6 c	18,2 d	0,084 b	0,021 a	1,82 c	52,10 d	1,4 a	3,0 a	0,0 a	6,1 a
2009	Recolección	4,7 a	29,7 f	-	18,5 a	0,147 d	0,938 b	0,07 a	0,09 a	-	-	-	-
	CD	7,4 b	20,5 e	0,7 a	19,7 b	0,040 a	0,027 a	1,57 c	8,04 b	3,8 d	3,0 a	0,0 a	7,2 a
	1 sem 1°C + C	7,9 b	14,0 d	1,7 b	20,0 b	0,049 a	0,028 a	1,05 b	8,64 b	3,8 d	3,0 a	0,0 a	7,1 a
	2 sem 1°C + C	7,6 b	4,1 c	1,8 b	19,8 b	0,076 b	0,031 a	1,53 c	16,19 c	2,4 c	3,0 a	0,0 a	7,7 a
	3 sem 1°C + C	10,9 c	2,0 b	1,7 b	19,8 b	0,117 c	0,028 a	1,48 bc	21,54 d	1,8 b	3,0 a	0,0 a	7,0 a
4 sem 1°C + C	10,2 c	0,0 a	2,0 c	20,1 b	0,126 c	0,028 a	2,02 d	75,89 e	1,0 a	3,0 a	0,0 a	7,0 a	

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 44. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Xato de Bonrepós.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	7,4 a	61,7 c	-	12,8 a	0,245 b	-	0,16 a	0,14 a	-	-	-	-
	CD	8,5 b	53,7 b	-	14,1 b	0,113 a	-	2,19 b	30,14 b	-	3,0 a	0,0 a	-
	2 sem 1°C + C	8,0 ab	25,5 a	-	14,8 c	0,239 b	-	2,66 b	39,65 c	-	3,0 a	0,0 a	-
2008	Recolección	1,5 a	41,3 d	-	12,9 a	0,196 d	1,152 b	0,07 a	0,07 a	-	-	-	-
	CD	5,9 b	33,0 c	1,1 a	15,0 bc	0,066 a	0,036 a	3,48 c	11,91 b	3,4 b	3,0 b	0,0 a	7,8 b
	1 sem 1°C + C	6,1 b	26,9 b	1,8 b	14,7 b	0,056 a	0,039 a	3,05 c	18,16 bc	3,4 b	3,0 b	0,0 a	6,9 b
	2 sem 1°C + C	5,6 b	24,2 b	1,7 b	14,8 bc	0,105 b	0,034 a	2,25 b	27,51 c	3,3 b	2,9 ab	0,0 a	6,4 ab
	3 sem 1°C + C	7,8 c	15,4 a	2,1 c	15,5 c	0,122 c	0,036 a	2,33 b	54,69 d	2,5 a	2,7 a	0,0 a	5,7 a
2009	Recolección	5,4 a	54,7 e	-	14,9 a	0,268 d	1,490 b	0,11 a	0,09 a	-	-	-	-
	CD	7,2 b	40,5 d	0,7 a	16,9 b	0,062 a	0,043 a	2,39 d	7,80 a	4,5 d	3,0 a	0,0 a	6,8 b
	1 sem 1°C + C	8,7 c	39,4 d	1,4 b	17,1 bc	0,063 a	0,046 a	2,80 e	23,00 b	4,1 cd	3,0 a	0,0 a	6,6 b
	2 sem 1°C + C	8,4 c	27,7 c	1,9 d	16,9 b	0,058 a	0,051 a	3,13 f	30,92 b	3,7 c	3,0 a	0,0 a	6,5 b
	3 sem 1°C + C	9,0 c	8,4 b	1,7 c	17,1 bc	0,102 b	0,044 a	2,08 c	27,09 b	2,3 b	3,0 a	0,0 a	6,4 b
	4 sem 1°C + C	8,4 c	0,0 a	1,9 d	17,4 c	0,138 c	0,037 a	1,73 b	84,08 c	1,3 a	3,0 a	0,0 a	5,7 a

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 45. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Bétera 2.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	10,1 a	50,8 d	-	13,7 a	0,250 c	-	0,15 a	0,00 a	-	-	-	-
	CD	11,2 ab	30,1 c	-	15,6 b	0,156 b	-	3,82 c	67,20 b	4,0 b	3,0 a	0,0 a	9,0 b
	2 sem 1°C + C	11,9 b	8,6 b	-	15,6 b	0,243 c	-	1,99 b	73,39 b	2,0 a	3,0 a	0,0 a	6,3 ab
	4 sem 1°C + C	15,6 c	4,8 a	-	16,3 c	0,121 a	-	6,00 d	104,48 c	2,0 a	3,0 a	0,0 a	5,1 a
2008	Recolección	6,9 a	45,2 d	-	13,2 a	0,256 d	1,246 b	0,06 a	0,33 a	-	-	-	-
	CD	11,4 b	15,3 c	1,1 a	15,0 b	0,064 b	0,043 a	4,06 d	51,64 b	3,3 b	3,0 b	0,0 a	5,8 a
	1 sem 1°C + C	10,7 b	11,5 b	1,3 b	15,1 bc	0,096 c	0,040 a	3,07 c	58,77 c	2,9 ab	2,8 a	0,0 a	5,8 a
	2 sem 1°C + C	10,7 b	12,6 b	2,2 c	15,1 bc	0,063 ab	0,038 a	2,94 c	55,68 bc	2,7 ab	3,0 b	0,2 a	5,8 a
	3 sem 1°C + C	11,4 b	8,6 a	2,3 c	15,4 c	0,054 a	0,035 a	1,83 b	65,62 d	2,3 a	3,0 b	0,2 a	5,8 a
2009	Recolección	4,4 a	50,5 d	-	13,8 a	0,276 c	1,269 b	0,07 a	0,11 a	-	-	-	-
	CD	9,1 b	16,8 c	1,5 a	15,8 b	0,079 a	0,042 a	2,54 b	20,89 b	3,7 c	3,0 a	0,0 a	5,6 a
	1 sem 1°C + C	11,0 c	13,1 b	1,9 c	16,4 cd	0,093 b	0,046 a	2,81 bc	25,91 c	3,3 b	3,0 a	0,0 a	6,1 ab
	2 sem 1°C + C	11,7 c	13,1 b	1,7 b	16,5 d	0,099 b	0,047 a	3,32 de	26,71 c	3,2 b	3,0 a	0,0 a	6,4 ab
	3 sem 1°C + C	10,9 c	6,8 a	1,9 c	16,3 cd	0,078 a	0,046 a	3,51 e	33,56 d	2,5 a	3,0 a	0,0 a	6,5 b
	4 sem 1°C + C	13,1 d	5,8 a	1,9 c	16,2 c	0,077 a	0,037 a	3,11 cd	46,23 e	2,5 a	3,0 a	0,0 a	5,8 ab

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Tabla 46. Calidad interna, compuestos volátiles y análisis sensorial de la variedad Reus 15.

Campaña	Condiciones Almacenamiento	Índice Color	Firmeza (N)	PP (%)	CSS (°Brix)	Acidez (g/100 ml)	Taninos Solubles (%)	AcCOH (mg/100 ml)	EtOH (mg/100 ml)	Análisis Sensorial			
										F	A	MS	SG
2007	Recolección	8,5 a	25,2 c	-	17,7 a	0,132 c	-	0,08 a	18,97 a	-	-	-	-
	CD	10,1 b	21,1 b	-	18,2 a	0,091 b	-	4,42 b	27,97 a	4,0 a	3,0 a	0,0 a	6,8 a
	2 sem 1°C + C	11,7 c	14,9 a	-	18,0 a	0,055 a	-	5,93 b	24,97 a	3,4 a	3,0 a	0,0 a	6,9 a
2008	Recolección	4,6 a	31,2 c	-	16,1 a	0,145 c	1,793 b	0,06 a	3,42 a	-	-	-	-
	CD	6,5 b	29,0 c	1,2 a	16,8 ab	0,065 a	0,029 a	1,54 b	3,22 a	3,6 b	2,8 a	0,0 a	6,3 a
	1 sem 1°C + C	7,0 b	24,1 b	2,0 b	16,7 ab	0,096 b	0,025 a	2,14 c	8,76 b	3,3 ab	2,8 a	0,0 a	6,2 a
	2 sem 1°C + C	9,3 c	7,7 a	1,9 b	17,4 b	0,105 b	0,024 a	1,94 c	30,80 c	2,8 a	3,0 a	0,0 a	5,9 a
2009	Recolección	6,3 a	27,2 e	-	19,3 a	0,175 d	0,801 b	0,10 a	0,13 a	-	-	-	-
	CD	6,3 a	28,0 e	1,6 a	19,8 b	0,065 bc	0,026 a	1,34 b	4,74 b	3,5 c	3,0 a	0,0 a	7,4 b
	1 sem 1°C + C	8,3 b	15,6 d	2,1 cd	20,2 c	0,065 bc	0,026 a	1,62 b	7,34 bc	3,1 bc	3,0 a	0,0 a	7,5 b
	2 sem 1°C + C	10,0 c	8,8 c	1,9 b	20,4 c	0,058 a	0,029 a	2,55 cd	9,59 c	3,0 b	3,0 a	0,0 a	7,5 b
	3 sem 1°C + C	10,8 cd	4,1 b	2,0 c	20,3 c	0,060 ab	0,027 a	2,81 d	28,48 d	2,0 a	3,0 a	0,0 a	7,4 b
	4 sem 1°C + C	11,8 d	1,1 a	2,2 d	20,4 c	0,067 c	0,022 a	2,19 c	70,89 e	2,0 a	3,0 a	0,0 a	6,2 a

CD: Comercialización directa (5 días a 20°C); C: Comercialización (5 días a 20°C); PP: Pérdida de Peso; CSS: Contenido Sólidos Solubles; AcCOH: Acetaldehído; EtOH: Etanol; F: Firmeza; A: Astringencia; MS: Malos Sabores; SG: Sabor Global

Para cada campaña, valores con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas según el análisis MDS ($p < 0,05$)

Índice de color (IC)

En todas las variedades de caqui de PVA, existieron muchas diferencias en el IC entre campañas en el momento de cosecha. En la campaña 2007, todas las variedades de PVA fueron recolectadas con un IC entre 6 y 8,5, excepto las variedades Tonewase y Bétera 2 donde los IC fueron más elevados (10 - 15) (Tablas 42 y 45) y la variedad Hiratanenashi donde el IC fue más bajo (4) (Tabla 43). En el caso de la variedad Tonewase esto pudo ser consecuencia de un retraso en la recolección. Por el contrario, en las campañas 2008 y 2009, el IC en el momento de cosecha fue más bajo que en la primera campaña. De todas las variedades pertenecientes a este grupo, la variedad Aizumishirazu-B fue la que presentó un color externo similar en ambas campañas (Tabla 41).

En general, en todas las variedades, independientemente del valor inicial de recolección, se observó un aumento del IC al aumentar el tiempo de almacenamiento, llegando a alcanzar valores comprendidos entre 10 y 15, lo que supuso un incremento moderado, comparado con frutos procedentes de otros tipos de polinización.

Firmeza Instrumental

'Aizumishirazu-B'

La fruta se recolectó con una firmeza elevada (41 - 58 N), siendo mayor en la campaña 2007 que en la 2008 (Tabla 41). A pesar de la menor firmeza de la fruta recolectada en la campaña 2008, los frutos mantuvieron una firmeza de 21,6 N tras 4 semanas a 1°C más 5 días a 20°C, mientras que en la campaña 2007 los frutos sufrieron un drástico ablandamiento hasta valores no comerciales de 1,2 N. Las diferencias observadas entre las dos campañas de estudio indican la necesidad de realizar más estudios de conservación en una tercera campaña.

'Tonewase'

La firmeza en recolección de los frutos de la campaña 2007 fue menor que en la campaña 2008 (19 y 28,6 N, respectivamente) como consecuencia de un retraso en la fecha de recolección (Tabla 42). Esto también se reflejó en frutos con un mayor IC en la primera campaña, como se ha mencionado anteriormente. Tras la comercialización directa

se observó una reducción importante en la firmeza de un 64% en la campaña 2007 y un 71% en la campaña 2008, alcanzando valores inferiores a 10 N considerados no comerciales como ‘caqui duro’. La conservación frigorífica a 1°C produjo una pérdida total de la firmeza. Estos resultados indican que esta variedad, independientemente de la firmeza inicial de recolección, tan sólo sería adecuada para su consumo directo.

‘Hiratanenashi’

Esta variedad se recolectó con una firmeza no muy elevada, entre 26 y 37 N (Tabla 43). Tras el periodo de comercialización directa se produjo una reducción de la firmeza del 14% en la campaña 2007, llegando a un valor de 32 N, mientras que en las campañas 2008 y 2009, la reducción fue aproximadamente del 30% alcanzando valores cercanos a 20 N. La conservación frigorífica provocó una disminución muy importante de la firmeza; así en la campaña 2008 se alcanzó un valor de 6,6 N tras solo 1 semana de almacenamiento a 1°C, valor considerado como no comercial. Esto podría indicar una posible susceptibilidad de esta variedad a daños por frío.

‘Xato de Bonrepós’

La firmeza de recolección de esta variedad fue de 61,7, 41,3 y 54,7 N en las campañas 2007, 2008 y 2009, respectivamente (Tabla 44). Se observó que, a pesar de recolectarse con firmezas distintas en cada campaña, los frutos se comportaron de manera muy similar durante el almacenamiento. Tras el periodo de comercialización directa la fruta mantuvo una firmeza elevada superior a 33 N. En las tres campañas, tras 2 semanas a 1°C más 5 días a 20°C, los frutos mantuvieron una firmeza en torno a 25 N. Una semana más de almacenamiento a 1°C provocó un ablandamiento importante que se reflejó en unos valores de firmeza bajos (por ejemplo, 8,4 N en la campaña 2009).

‘Bétera 2’

La firmeza con la que se recolectó esta variedad de caqui en las tres campañas fue muy similar, entre 45 y 50 N (Tabla 45). Tras el periodo de comercialización directa se produjo una disminución muy importante de

la firmeza, sobre todo en las campañas 2008 y 2009, cuya reducción fue del 66%. Aún así los valores obtenidos fueron superiores a 15 N. Tras el almacenamiento de 1 semana a 1°C la firmeza se redujo hasta valores próximos al límite establecido como comercial (10 N). Una semana más a 1°C mantuvo los valores de firmeza constantes en las dos últimas campañas, pero tras 3 semanas de conservación en frío se produjo un ablandamiento de los frutos hasta valores no comerciales.

Reus 15'

La firmeza de recolección de esta variedad estuvo comprendida entre 25 y 31 N (Tabla 46). En todas las campañas, el periodo de comercialización directa no afectó de manera importante la firmeza de los frutos. Tras 1 semana de almacenamiento a 1°C la fruta mantuvo una firmeza de 24,1 y 15,6 N en las campañas 2008 y 2009, respectivamente; mientras que periodos más prolongados provocaron pérdidas de firmeza que llevaron a valores no comerciales por debajo de 10 N.

Pérdida de peso (PP)

Al final de los distintos periodos de almacenamiento estudiados, las variedades de caqui de PVA tuvieron unas pérdidas de peso entre 1 y 2,5%, excepto la variedad Tonewase que presentó pérdidas de peso ligeramente superiores para periodos de almacenamiento similares. En general, las diferencias encontradas para los distintos periodos de almacenamiento se vieron marcadas por la variabilidad propia de la fruta.

Contenido Sólidos Solubles (CSS)

El CSS en el momento de la recolección varió bastante dependiendo de las variedades. Así, las variedades Xato de Bonrepós y Bétera 2, presentaron un menor CSS (13 - 14°Brix), mientras que en el resto el CSS fue mayor (15 - 19°Brix). Se observó, además, un ligero aumento del CSS al aumentar el almacenamiento alcanzando valores entre 16 y 20°Brix tras 4 semanas de almacenamiento en frío, siendo siempre mayores los valores correspondientes a la campaña 2009.

Acidez

En el momento de la recolección, aquellas variedades que se cosecharon con una firmeza mayor, como es el caso de las variedades Aizumishirazu-B, Xato de Bonnrepós y Bétera 2, presentaron mayor acidez (0,2 - 0,3 g de ácido málico/100 ml de zumo) que las que se cosecharon con menor firmeza, como son 'Tonewase', 'Hiratanenashi' y 'Reus 15' (0,1 - 0,2 g ácido málico/100 ml zumo).

Aunque se obtuvieron diferencias significativas entre las distintas condiciones de almacenamiento, no se observó una tendencia en los datos debido a la variabilidad propia de la fruta. Sin embargo, tras los distintos periodos de almacenamiento, la acidez se redujo respecto al valor inicial en cosecha.

Taninos Solubles (TS)

Al tratarse de variedades astringentes, el contenido en TS en el momento de la recolección fue elevado (entre un 0,7 y un 1,8%). Ese valor disminuyó drásticamente ($\approx 97\%$) tras la aplicación del tratamiento con altas concentraciones de CO₂ para la eliminación de la astringencia, indicando la efectividad de dicho tratamiento en todas las variedades de caqui de PVA estudiadas.

Contenido en acetaldehído y etanol (AcCOH y EtOH)

El contenido en acetaldehído y etanol en el momento de la recolección fue muy bajo, variando entre 0 y 0,2 mg/100 ml de zumo en el caso del acetaldehído y entre 0 y 0,4 mg/100 ml de zumo en el caso del etanol, excepto en la campaña 2007 de las variedades Aizumishirazu-B y Reus 15 que presentaron un contenido inicial de etanol de 1 y 19 mg/100 ml de zumo, respectivamente. Los niveles de acetaldehído y etanol aumentaron con el tiempo de almacenamiento alcanzando niveles en torno a 3 y 100 mg/100 ml de zumo, respectivamente, tras 4 semanas a 1°C más 5 días a 20°C. Destaca, sin embargo, el nivel de etanol más elevado que se alcanzó en la campaña 2007 en la variedad Hiratanenashi tras 4 semanas de conservación en frío (240 mg/100 ml de zumo) (Tabla 43).

Análisis Sensorial

Firmeza sensorial (F)

Teniendo en cuenta que valores iguales o superiores a 3 en la escala de firmeza de análisis sensorial indican una firmeza adecuada para la comercialización del fruto como ‘caqui duro’, se puede establecer que todas estas variedades, excepto la ‘Tonewase’, mantuvieron una buena firmeza comercial tras la comercialización directa. En cuanto al periodo de frigoconservación el comportamiento de las variedades en las distintas campañas estudiadas fue muy diferente, corroborando en todos los casos los resultados obtenidos en la firmeza instrumental. La variedad Aizumishirazu-B se comportó diferente en ambas campañas, de manera que en 2007 los frutos almacenados 4 semanas a 1°C fueron evaluados por los jueces como muy blandos y en 2008 en el límite comercial, con un valor de 3. En la variedad Tonewase, los jueces asignan valores no comerciales tras la comercialización directa indicando que esta variedad no es adecuada para conservación a 1 y a 20°C. La variedad Hiratanenashi fue evaluada con valores superiores a 3 tras la comercialización directa en la campaña 2008 y tras 1 semana a 1°C en la campaña 2009. En ambos casos periodos más prolongados de almacenamiento fueron evaluados por debajo del límite comercial. En la variedad Xato de Bonrepós, el límite se establece en 3 y 2 semanas de almacenamiento a 1°C para las campañas 2008 y 2009, respectivamente. La variedad Bétera 2, en las campañas 2008 y 2009 recibió una valoración igual o superior a 3 tras 2 semanas de almacenamiento a 1°C; mientras que en la campaña 2007, a pesar de recolectarse con una firmeza muy similar al resto de campañas, fue evaluada por debajo del límite comercial. En esta variedad también destaca la percepción por parte de los jueces de una textura arenosa. Por último, en el caso de la variedad Reus 15, la valoración de los jueces fue bastante similar en las tres campañas asignando valores comerciales tras 2 semanas de conservación en frío. Periodos de almacenamiento superiores reflejaron el ablandamiento de los frutos.

Astringencia (A)

En todas las variedades, tras las distintas condiciones de almacenamiento estudiadas los jueces no detectaron astringencia en ninguno de los frutos asignando en todos los casos valores iguales o muy próximos a 3 (‘no

astringentes'), lo que indica la efectividad del tratamiento con altas concentraciones de CO₂ para la eliminación de la astringencia.

Malos Sabores (MS)

En el análisis sensorial, los jueces no detectaron malos sabores en ninguna de las variedades de PVA estudiadas a pesar de que en algún caso, como se ha mencionado anteriormente, los niveles de etanol fueron algo elevados.

Sabor Global (SG)

Los jueces evaluaron estas variedades con una calidad en el rango de aceptable - excelente (entre 6 y 8), sin observar diferencias significativas entre los distintos periodos de almacenamiento analizados.

En general, se comentó que todas las variedades estaban muy dulces, excepto la variedad Aizumishirazu-B, de la que los jueces indicaron que se trataba de una variedad algo insípida (poco sabor y poco azúcar). En el caso de la variedad Bétera 2 se destacó su mal aspecto por la presencia en la pulpa de un moteado negro (Fotografía 17), al igual que ocurría en las variedades de caqui de PVNA. En general, de todas las variedades estudiadas en este grupo la mejor valorada por los jueces fue la variedad Reus 15, algo a tener en cuenta a la hora de seleccionar una variedad para su posible cultivo.



Fotografía 17: Moteado negro en la pulpa de la variedad Bétera 2.

5. DISCUSIÓN

5.1. FRUTA DE HUESO: MELOCOTÓN, NECTARINA Y ALBARICOQUE

La aparición de nuevas variedades de melocotón, nectarina y albaricoque exige el estudio de su comportamiento en postcosecha. Uno de los aspectos más importantes del manejo postcosecha de nuevas variedades de fruta de hueso es conocer la aptitud a la frigoconservación con el fin de conocer su potencial periodo de comercialización.

En la presente Tesis, se ha estudiado la aptitud a la frigoconservación de dos variedades de melocotón (VIVAC0059-08 e IVIA0101-01), tres variedades de nectarina (IVIA9901-01, IVIA0101-02 e IVIA0001-01) y nueve variedades de albaricoque (GG941, Moixent, HG963, HM964, Rafel, Bèlgida, Lliria, GG979 y GG9871) pertenecientes a los distintos programas de mejora genética del IVIA, seleccionadas por su buen comportamiento agronómico y por su elevada calidad organoléptica.

Para ello en la presente Tesis se han realizado numerosos ensayos en los que la fruta de las diferentes variedades se han almacenado a 1°C, temperatura considerada óptima recomendada para fruta de hueso (Crisosto *et al.*, 1998; Crisosto y Kader, 1999; Crisosto *et al.*, 2009a), durante periodos variables de hasta 4 semanas, simulando después el periodo de comercialización (3 días a 20°C).

El estado de madurez en el momento de la recolección es el factor más importante que determina la vida postcosecha y la calidad final del fruto (Kader, 1999). Si los frutos son cosechados en estado inmaduro son más sensibles a la deshidratación y a sufrir desórdenes fisiológicos internos o 'internal breakdown', que reducen la calidad al alcanzar su madurez de consumo. En el caso de una recolección de frutos sobremaduros, éstos se ablandan con mayor facilidad y adquieren texturas y sabores indeseables a los pocos días de ser cosechados (Kader y Mitchell, 1989; Kader, 1999). En general, los frutos climatéricos, como es el caso del melocotón, la nectarina y el albaricoque, se deben recolectar cuando aún están algo inmaduros para poder soportar los sistemas de manejo y posteriores tratamientos postcosecha, sobre todo cuando son enviados para su comercialización a largas distancias (Kader, 1999). Por esa razón, en estos frutos se recomienda que la recolección se realice cuando los

frutos hayan alcanzado una adecuada madurez fisiológica, ligada al calibre y al color, que permita tras el tratamiento postcosecha alcanzar la madurez comercial idónea (Artés *et al.*, 1999b; Balla *et al.*, 1999; Artés, 2003).

En melocotón, nectarina y albaricoque, el uso del color de fondo (CF) o 'ground color' como índice de madurez es considerado como el método no destructivo más factible y fiable para determinar el estado de madurez del fruto, puesto que durante la maduración presenta cambios más notables que la zona rojiza del fruto (CR) o 'blush color' (Sims y Comins, 1963; Delwiche y Baumgardner, 1983; 1985; Shewfelt *et al.*, 1987; Crisosto, 1994; Kader, 1999). Así, en general, la fecha de cosecha en la mayor parte de los cultivares de melocotón, nectarina y albaricoque se determina por cambios en el color de fondo de verde a amarillo (Kader, 1999; Crisosto *et al.*, 2009a; 2009b).

Sin embargo, en las variedades en las que la coloración rojiza cubre el CF, como es el caso de las variedades de nectarina estudiadas en esta Tesis y en la variedad de melocotón IVIA0101-01, se hace necesario la introducción de otros índices de madurez para la recolección de la fruta (Crisosto, 1994). En estos casos, algunos trabajos proponen la medida del color de la pulpa, aunque sea un método destructivo (Sims y Comins, 1963; Fuleki y Cook, 1976; Josan y Chohan, 1982; Kader *et al.*, 1982), mientras que otros consideran que el mejor índice de madurez es la combinación de CF y firmeza del fruto (Crisosto, 1994).

En este trabajo, la recolección se realizó en frutos con madurez comercial, presentando un CF en melocotón y nectarina entre amarillo-verdoso y amarillo-anaranjado, excepto en la variedad de nectarina IVIA0001-01 en la que dominaba el verde. En general, el CF viró hacia colores más anaranjados con el tiempo de almacenamiento. Estos cambios se vieron reflejados con un aumento de los parámetros a^* y b^* en el CF. Resultados similares han sido descritos en otras variedades de fruta de hueso, con un aumento del parámetro a^* (Delwiche y Baumgardner, 1985; Meredith *et al.*, 1989; Robertson *et al.*, 1990; 1991; 1993) y b^* (Delwiche y Baumgardner, 1985; Fernández-Trujillo y Artés, 1998).

En las variedades de albaricoque el CF en el momento de cosecha varió entre verde y verde-amarillento, virando ligeramente hacia tonos más amarillos en algunas variedades tras el almacenamiento a 1°C. En la mayoría de estas variedades, el parámetro b^* del CF no mostró diferencias significativas.

En cuanto al CR, en el momento de la cosecha todas las variedades presentaban tonalidades rojizas que aumentaron en intensidad con el tiempo de almacenamiento. Estos cambios fueron más importantes en melocotón y nectarina y se vieron reflejados con un aumento del parámetro a^* en el CR con el tiempo de almacenamiento. En albaricoque, en general, no se observaron cambios importantes en el CR.

Como ya se ha mencionado anteriormente, además del color externo, la firmeza de la pulpa es el mejor indicador del estado de madurez del fruto y uno de los mejores vaticinadores de su vida útil ('shelf-life') (Kader, 1999; Crisosto, 2002a).

El principal problema en la comercialización de la fruta de hueso es su excesivo ablandamiento (Botondi *et al.*, 2003), lo que les hace muy susceptibles a golpes, a sufrir magulladuras durante el proceso de distribución de los mismos y a la subsiguiente pudrición (Crisosto y Kader, 1999; Crisosto *et al.*, 2001; Garner *et al.*, 2001; Metheney *et al.*, 2002).

La pérdida de firmeza obliga en la mayoría de los casos a recolectar los frutos demasiado verdes, para que resistan los procesos de postcosecha, con el consiguiente efecto negativo en el tamaño, color y sabor final del fruto. Por esa razón, resulta difícil realizar recomendaciones a cerca de la firmeza óptima de recolección, ya que esta va a depender, además de la variedad, del manejo postcosecha al que va a ser sometida la fruta.

Además del efecto de la maduración en la firmeza de la fruta de hueso, el almacenamiento en frío también puede dar lugar a una disminución de la firmeza de la pulpa (Serrano *et al.*, 2004). Ahora bien, la severidad del ablandamiento depende del cultivar (Crisosto y Valero, 2006) y de la temperatura de almacenamiento (Aly *et al.*, 1981).

Con la finalidad de establecer la firmeza óptima de recolección de los frutos para su posterior conservación frigorífica, en la mayoría de los estudios realizados, los frutos de hueso son agrupados en diferentes estados de madurez: sobremaduros (0 – 13 N), maduros (> 13 – 27 N), parcialmente maduros (> 27 – 40 N) e inmaduros o verdes (> 40 – 53 N) (Gorny *et al.*, 1999).

Normalmente, la fruta de hueso que va a ser conservada a bajas temperaturas tras la cosecha es recolectada con firmeza más elevada, entre 40 y 60 N (Crisosto *et al.*, 1998; Lee *et al.*, 2001; Ihl *et al.*, 2006; Infante *et al.*, 2007). Lill *et al.* (1989), por ejemplo, recomiendan para nectarinas una firmeza de recolección entre 50 y 70 N. Sin embargo, estos valores van a depender de la variedad. Así por ejemplo, la variedad de albaricoque ‘Castelbrite’ no permite ser cosechada con una firmeza de pulpa elevada ya que el CSS es bajo para su comercialización (Infante *et al.*, 2007).

En este estudio todas las variedades de fruta de hueso fueron recolectadas con una firmeza entre 10 y 18 N, exceptuando la variedad de melocotón IVIA0101-01, las variedades de nectarina IVIA9901-01 e IVIA0101-02 y las variedades de albaricoque GG941 y GG9871 (campaña 2008) que fueron cosechadas con una firmeza superior (23 - 39 N).

Todas las variedades estudiadas, excepto en el caso de la variedad de melocotón VIVAC0059-08, tras 1 semana de almacenamiento a 1°C, sufrieron una drástica reducción de la firmeza llegando a alcanzar valores muy bajos de firmeza entre 1 y 5 N. Esta firmeza estaría en el límite inferior indicado por algunos autores como rango (entre 5 y 14 N) en el que los frutos de hueso se pueden considerar como ‘aptos para el consumo’ (Garner *et al.*, 2001; Crisosto, 2002a; DeMartino *et al.*, 2002; Crisosto y Valero, 2006; Infante *et al.*, 2007). El drástico ablandamiento observado en las diferentes variedades podría limitar la conservación en frío de las mismas. Es por ello que serían necesarios más estudios para evaluar su comportamiento recolectándolas con firmezas más elevadas.

El análisis sensorial de firmeza corroboró los resultados de firmeza instrumental. Así, se estableció el valor de 3 (‘ni firme ni blando’) como límite de firmeza comercial y se corroboró que en todas las variedades

estudiadas, excepto la variedad de melocotón VIVAC0059-08, tras 1 semana de almacenamiento a 1°C, sufrieron un ablandamiento drástico con valores de firmeza entre 1 ('muy blando') y 2 ('blando'). Tan sólo la variedad de melocotón VIVAC0059-08 mantuvo valores de firmeza comerciales tras los distintos periodos de frigoconservación estudiados.

A pesar de alcanzar valores muy bajos de firmeza tras la frigoconservación, la evaluación del sabor global o 'flavour' de los frutos en el análisis sensorial no se vio negativamente afectada. Todas las variedades de melocotón, nectarina y albaricoque fueron evaluadas con una calidad entre aceptable y excelente, sin observar un deterioro de la calidad sensorial al aumentar el tiempo de almacenamiento.

El sabor de los frutos es una cualidad importantísima y al mismo tiempo difícil de evaluar, ya que es en gran parte subjetiva y depende de muchos factores, como son el CSS, las cantidades relativas de los diferentes azúcares (sacarosa, glucosa, fructosa, sorbitol), la acidez, los componentes aromáticos e incluso la textura (Llácer, 2006). De todos ellos, el CSS es uno de los factores que más influyen en el sabor ('flavor') de los frutos y el más fácil de relacionar (Byrne, 2002; Llácer, 2006).

Numerosos trabajos intentan establecer un índice de calidad único y genérico basado en el nivel del CSS que asegure la aceptación del fruto por el consumidor (Ravaglia *et al.*, 1966; Testoni, 1995; Kader, 1999; Ventura *et al.*, 2000; Hilaire, 2003). Según Crisosto *et al.* (2009a; 2009b), la mayor aceptación del consumidor se logra con fruta de alto CSS, aunque la acidez y otros factores como el contenido de fenoles también son importantes en la aceptación del fruto por el consumidor.

A pesar de que no existe un nivel de calidad mínima establecido oficialmente para melocotón, nectarina y albaricoque en cuanto a estos parámetros, en California numerosos estudios han propuesto un CSS mínimo de 10°Brix para estos frutos (Kader, 1999; 2007b). En Francia, con una gran diversidad de características disponibles en los genotipos de melocotón, establecen un CSS mínimo de 10°Brix para melocotones con una baja acidez y un CSS de 11°Brix para frutos de melocotón con una alta acidez (Hilaire, 2003). En Italia, con una industria que tiene una alta proporción de variedades con la pulpa amarilla, proponen como estándar de calidad un CSS mínimo de 10°Brix para cultivares de maduración

precoz, un 11°Brix para cultivares de maduración intermedia y un 12°Brix para cultivares más tardíos (Testoni, 1995; Ventura *et al.*, 2000).

En este estudio, todas las variedades de fruta de hueso fueron recolectadas con un CSS que varió entre 10 y 14°Brix, siendo las variedades de albaricoque GG941 y Llíria las de mayor CSS (\approx 14°Brix). En general, las variedades de albaricoque presentaron mayores valores de CSS que las variedades de melocotón y nectarina. Estos valores no se vieron afectados de forma importante por el almacenamiento frigorífico. Otros autores tampoco han observado cambios en el CSS durante el almacenamiento de otras variedades de albaricoque (Infante *et al.*, 2006).

La acidez de las variedades de melocotón estudiadas en el momento de la recolección varió entre 1 y 1,3 g ácido málico/100 ml, siendo la variedad de melocotón VIVAC0059-08 la que presentó una menor acidez (entre 0,5 y 1 g ácido málico/100 ml). Las variedades de nectarina presentaron una acidez algo superior a las de melocotón (entre 1,2 y 1,9 g ácido málico/100 ml), lo que coincide con otros autores (Crisosto *et al.*, 1998; Crisosto y Kader, 2004b; Colaric *et al.*, 2005). Y las variedades de albaricoque mostraron una acidez mayor que en el caso del melocotón y la nectarina (entre 2,2 y 4 g ácido málico/100 ml). Entre las variedades de albaricoque, la variedad de albaricoque GG941 fue la que presentó una mayor acidez (4 g ácido málico/100 ml).

Durante el almacenamiento de los frutos, la acidez disminuyó como consecuencia del proceso de maduración propio del fruto (Meredith *et al.*, 1989; Robertson *et al.*, 1990). Infante *et al.* (2006) también observaron en otras variedades de albaricoque una disminución de la acidez con el aumento del tiempo de almacenamiento a 0°C.

La mayor acidez de las variedades de albaricoque, dio lugar a un menor índice de madurez (IM) de estos frutos; mientras que las variedades de melocotón, en general fueron las que mayor IM presentaron (entre 8 y 13). El IM aumentó tras la conservación en frío, debido a la reducción de la acidez de los frutos.

En el análisis sensorial, las variedades de melocotón y nectarina fueron calificadas como ligeramente ácidas, mientras que en el caso de las variedades de albaricoque los jueces destacaron su marcado carácter

ácido. El hecho que destacara el carácter ácido, más o menos pronunciado, de todos los frutos es consecuencia de que los niveles de acidez que presentaron fueron más altos que los establecidos en la bibliografía para estos frutos. Kader (1999; 2007b) propone, para presentar frutos con una calidad aceptable para el consumidor, una acidez titulable máxima de 0,6 g ácido málico/100 ml en melocotón y nectarina, y de 0,8 g ácido málico/100 ml en albaricoque. Otros trabajos, sin embargo, no establecen un nivel mínimo de acidez requerido para nectarina, mientras que en melocotones de maduración intermedia se establece una acidez menor de 0,7 g ácido málico/100 ml para satisfacer al 80% de los consumidores (Crisosto y Kader, 2004b; 2004c) y en albaricoque una acidez moderada comprendida entre 0,7 y 1,0 g ácido málico/100 ml permite satisfacer al consumidor (Crisosto y Kader, 2004a; Crisosto *et al.*, 2009a).

El melocotón, la nectarina y el albaricoque son frutos climatéricos, por lo tanto durante el proceso de maduración de los mismos tiene lugar un incremento tanto en la tasa respiratoria, como en la producción de etileno (Abeles *et al.*, 1992; Kader y Barrett, 2005; Kader, 2007a; Crisosto *et al.*, 2009a).

En este estudio en el momento de la cosecha, la producción de etileno en melocotón y nectarina fue muy bajo, variando entre 0,7 y 9 $\mu\text{L}/\text{Kg}\cdot\text{h}$. En el caso de los albaricoques, el rango de producción de etileno en recolección fue mayor (entre 0,1 y 43 $\mu\text{L}/\text{Kg}\cdot\text{h}$), observándose en muchas de las variedades diferencias importantes entre las campañas estudiadas.

En todas las variedades, la producción de etileno aumentó con el tiempo de almacenamiento. Las variedades de albaricoque fueron las que presentaron mayores valores de producción de etileno tras la frigoconservación, alcanzando valores cercanos o superiores a 100 $\mu\text{L}/\text{Kg}\cdot\text{h}$ tras 1 semana de conservación a 1°C. De todas las variedades de albaricoque estudiadas, las variedades Moixent, HG963, Rafel y Bèlgida son las que alcanzaron valores de etileno mayores (cercanos o superiores a 200 $\mu\text{L}/\text{Kg}\cdot\text{h}$). Estos valores contrastan con los valores reportados en la bibliografía para albaricoque, que muestran valores mucho más bajos (Crisosto *et al.*, 2009a).

En el caso de las variedades de melocotón y nectarina, la producción de etileno tras los distintos periodos de almacenamiento ensayados no superó los 50 $\mu\text{L}/\text{Kg}\cdot\text{h}$. Estos valores obtenidos en recolección y tras el almacenamiento en frío coinciden con los reportados en la bibliografía para otras variedades (Serrano *et al.*, 2004).

El carácter climatérico de estos frutos también hace que durante la maduración se produzca un aumento de la tasa respiratoria. Según la clasificación de Kader y Barrett (2005) y Kader (2007a), los melocotones, las nectarinas y los albaricoques durante el proceso de la maduración presentan una tasa de respiración moderada.

En este estudio, en el momento de la cosecha, la tasa respiratoria varió mucho de unas variedades a otras, e incluso existieron diferencias importantes entre campañas dentro de una misma variedad. En general, la producción de CO_2 , tanto en el momento de la recolección como tras la frigoconservación, fue mayor en melocotón que en nectarina, y a su vez estas fueron menores que las de albaricoque.

En el momento de la recolección, la producción de CO_2 en melocotón y nectarina varió entre 30 y 56 $\text{ml CO}_2/\text{Kg}\cdot\text{h}$, siendo la variedad de melocotón VIVAC0059-08, la de mayor tasa respiratoria. En albaricoque la producción inicial de CO_2 fue más variable dependiendo de la variedad y la campaña. Las variedades de albaricoque GG941 y GG979 fueron las que presentaron menor producción de CO_2 en el momento de cosecha ($\approx 37 - 38 \text{ ml CO}_2/\text{Kg}\cdot\text{h}$), mientras que las variedades Bèlgida y Llíría fueron las de mayor producción inicial (entre 64 y 87 $\text{ml CO}_2/\text{Kg}\cdot\text{h}$). El resto de variedades presentaron unos valores de producción iniciales entre 53 y 62 $\text{ml CO}_2/\text{Kg}\cdot\text{h}$.

Al aumentar el tiempo de almacenamiento aumentó la producción de CO_2 , siendo las variedades de albaricoque Llíría y GG9871, en la campaña 2009, las que alcanzaron una mayor producción, presentando valores superiores a 87 $\text{ml CO}_2/\text{Kg}\cdot\text{h}$ tras la frigoconservación.

Teniendo en cuenta que la velocidad de deterioro de los frutos es generalmente proporcional a su tasa respiratoria (Kader, 2007a), los altos valores de respiración alcanzados en muchas de las variedades justifican la pérdida de firmeza de los frutos.

Los niveles de etanol y acetaldehído en el momento de recolección de todas las variedades de melocotón, nectarina y albaricoque fueron bajos, variando entre 0,2 y 1 mg de acetaldehído/100 ml y entre 0,1 y 2 mg de etanol/100 ml, con algunas excepciones.

Durante el almacenamiento se observó un ligero aumento de estos compuestos volátiles como consecuencia del proceso propio de maduración y senescencia (Do *et al.*, 1969; Robertson *et al.*, 1990), siendo más importante el aumento del nivel de etanol que el del acetaldehído. La variedad de albaricoque Lliria, en una de las campañas estudiadas, fue la que presentó mayores valores de etanol, tanto en el momento de recolección (30 mg/100 ml) como tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados (\approx 200 mg/100 ml). Ese mayor nivel de etanol podría estar relacionado con un posible retraso en la recolección de dicha variedad en esa campaña, ya que la firmeza inicial fue de 4,8 N. A pesar de ello, la concentración de etanol alcanzada tras la frigoconservación no afectó de manera significativa al sabor global del fruto.

La acumulación o la presencia de valores altos de acetaldehído y etanol en la fruta está relacionada con la aparición de 'off-flavors' o malos sabores (Tonutti *et al.*, 1998). En esta Tesis, los valores alcanzados no dieron lugar a la aparición de malos sabores en ninguna de las variedades de melocotón, nectarina y albaricoque, tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados.

Los frutos de hueso son especialmente sensibles a la pérdida de peso por deshidratación (Manolopoulou y Mallidis, 1999; Crisosto, 2002b). En el caso concreto del albaricoque, la deshidratación durante el almacenamiento en frío se relaciona con la falta de una epidermis cerosa que en otros frutos limita las pérdidas de agua (Ihl *et al.*, 2006).

En todas las variedades estudiadas se observó una pérdida de peso que incrementó con el tiempo de almacenamiento alcanzando valores que superaron el 10% cuando la fruta fue almacenada hasta 4 semanas a 1°C. Valores similares han sido descritos en la bibliografía para fruta de hueso, alcanzando incluso un valor medio de pérdida de peso en torno al 3,5% por semana, durante el almacenamiento a 0°C (Robertson *et al.*, 1990).

La incidencia de desórdenes fisiológicos como consecuencia de daños por frío en todas las variedades estudiadas en esta Tesis fue mínima. Únicamente en albaricoque se observó el pardeamiento de la pulpa junto al hueso tras el almacenamiento en frío en las variedades HM964, HG963 y sobre todo en la variedad Lliria donde fue más pronunciado. Esta alteración ha sido descrita previamente en albaricoque por Artés y Artés-Hernández (2003).

5.2. CAQUI

La producción de caqui en la Comunidad Valenciana está centralizado en la variedad Rojo Brillante, con un periodo de cosecha limitado entre los meses de octubre a diciembre. Es por ello que la introducción de variedades nuevas que permitan ampliar el periodo comercial del caqui es de gran interés. En este sentido, de todas las variedades estudiadas la variedad de PVA 'Tonewase' es la más temprana, pudiendo realizar su recolección 5 semanas antes que la variedad Rojo Brillante. Sin embargo, a pesar de ser la más temprana presenta un periodo de recolección muy corto, no superando la semana, lo que supone un gran inconveniente en su comercialización. Entre las variedades pertenecientes al grupo de PCA estudiadas, aunque todas excepto 'Garidells' se consideran más tempranas que la variedad Rojo Brillante, destacan 'Reus 6', 'Tomatero' y 'Ferrán 12' por ser las más precoces, adelantando su recolección en aproximadamente 4 semanas con respecto a la variedad Rojo Brillante. Además su origen español las hace interesantes desde el punto de vista comercial. Del grupo correspondiente a las de PVA, la 'Aizumishirazu-B' se considera también una variedad precoz, presentando un periodo de recolección entre 2 y 3 semanas antes que 'Rojo Brillante'. Por el contrario, todas las variedades de PVNA estudiadas, a excepción de 'Bétera 3', y la variedad de PCNA 'O'Gosho' son más tardías, recolectándose 1 o 2 semanas después que la variedad Rojo Brillante. Las variedades de PVNA 'Constantí' y 'La Selva 14' son además de origen español lo que las hace interesantes para su comercialización como variedades tardías de 'caqui duro'. El resto de variedades estudiadas presentan un periodo de recolección muy similar a la variedad Rojo Brillante.

Las variedades pertenecientes a los grupos de PCA, PVNA y PVA son astringentes en recolección. La astringencia de los caquis en recolección es consecuencia de la presencia de taninos solubles (polifenoles de alto peso molecular) que se acumulan en células especializadas.

En este estudio, como era de esperar, el contenido en TS en el momento de la recolección en las variedades no astringentes fue menor que en las variedades astringentes. Así el contenido en TS en las variedades de PCNA fue muy bajo en el momento de cosecha y tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados (0,02 - 0,06%). En las variedades de PVNA el contenido en TS varió entre 0,4 y 0,7%. Las variedades de PCA y PVA son, de todas las variedades astringentes estudiadas, las que presentaron un mayor contenido en TS (0,7 - 1,8%) en el momento de la cosecha. Estos resultados coinciden con valores de la bibliografía que muestran que en las variedades astringentes la concentración de TS está comprendida entre 0,75 y 1,94% (Sugiura *et al.*, 1979; Taylor, 1993; Yong y Renzi, 2003).

En las variedades de PCNA, parece ser que la principal causa de la pérdida natural de astringencia es la dilución de los taninos durante el crecimiento del fruto debido al cese del desarrollo de las células que contienen los taninos en la etapa inicial del crecimiento del fruto, mientras que en el resto de variedades (PCA, PVNA y PVA) el desarrollo de estas células continua hasta las últimas etapas de desarrollo del mismo (Yonemori y Matsushima, 1985; Yonemori *et al.*, 2003). Taira (1996) propone que los TS presentes en las variedades no astringentes o bien disminuyen de forma espontanea a cantidades muy pequeñas o bien cambian a su forma insoluble durante el desarrollo del fruto en el mismo árbol. Según Ito (1971) los cultivares o variedades no astringentes contienen hasta un 1% de TS que comienzan a disminuir antes de la cosecha y durante la maduración, mientras que las variedades astringentes contienen más TS que las no astringentes alcanzando su valor máximo en julio, y disminuyendo después gradualmente durante la maduración del fruto en el árbol alcanzando un 2% en el momento de cosecha.

El carácter astringente de las variedades pertenecientes a los grupos de PCA, PVNA y PVA en recolección hace necesario la aplicación de un tratamiento postcosecha de desastringencia previo a la comercialización

del fruto (Salvador *et al.*, 2007a). El tratamiento aplicado en todas las variedades astringentes objeto de estudio de esta Tesis, tras la conservación a 1°C y previo al periodo de comercialización, fue el optimizado para la variedad Rojo Brillante, que consiste en la exposición del fruto durante 24 horas a 95 - 98% de CO₂, manteniendo una temperatura de 20°C y con un 85 - 90% de HR (Arnal, 2003; Arnal y del Río, 2003). Éste método, tiene como principal ventaja que, además de conseguir la eliminación de la astringencia, mantiene la firmeza del fruto (Besada *et al.*, 2007; Salvador *et al.*, 2008).

Durante la aplicación de altas concentraciones de CO₂ se induce la respiración anaerobia que produce una acumulación de acetaldehído y etanol en el fruto (Pesis y Ben-Arie, 1984; Arnal y del Río, 2003; Kader y Saltveit, 2003). Los TS presentes en el caqui y responsables de la sensación de astringencia reaccionan con el acetaldehído causando su polimerización e insolubilización. Los taninos una vez insolubilizados no tienen la capacidad de ligarse a las proteínas de la saliva, perdiendo el fruto su carácter astringente (Matsuo e Itoo, 1982; Besada, 2008).

En la presente Tesis, tras la aplicación del tratamiento de desastringencia en las variedades astringentes, se observó una reducción del 95 - 97 % del contenido en TS respecto al valor inicial en recolección, demostrando de este modo la eficacia del mismo. El descenso de TS observado se ha relacionado directamente con un incremento en la producción de acetaldehído y etanol. En todos los casos, las variedades de los grupos de PCA, PVNA y PVA estudiados presentaron valores de acetaldehído y etanol cercanos a 0 mg/100 ml en el momento de la recolección, aumentando de manera significativa tras la aplicación del tratamiento de desastringencia a valores de acetaldehído superiores a 2 mg/100 ml, tal y como ocurre en la variedad Rojo Brillante (Arnal y del Río, 2004a; Besada, 2008), y a valores de etanol superiores a 10 mg/100 ml en las variedades de PVNA y PVA.

Por otra parte, el almacenamiento prolongado a 1°C de las variedades de PCA dio lugar a un aumento significativo del contenido de etanol, llegando a alcanzar valores entre 70 y 100 mg/100 ml tras 4 semanas de almacenamiento. Este efecto también se ha observado en la variedad Rojo Brillante, con un incremento de la concentración de acetaldehído y etanol tras la aplicación del tratamiento de desastringencia mayor cuando

los frutos son almacenados a 1°C que cuando son almacenados a 15°C. Este aumento en compuestos volátiles podría también relacionarse con la susceptibilidad a las bajas temperaturas (Arnal y del Río, 2004a; 2004b; Salvador *et al.*, 2004a; 2005b).

A pesar de los niveles de etanol alcanzados tras el almacenamiento en las distintas variedades astringentes estudiadas no se detectó la aparición de malos sabores.

En las variedades de PCNA, que no requieren de la aplicación del tratamiento de desastringencia, el incremento de acetaldehído y etanol fue mucho menor que en las variedades astringentes.

El análisis sensorial confirmó la efectividad del tratamiento de desastringencia aplicado. Los frutos de todas las variedades astringentes fueron evaluadas por los jueces como ‘no astringentes’ tras los distintos periodos de almacenamiento estudiados. En el caso de los frutos de las variedades de PCNA, fueron evaluados por los jueces como ‘no astringentes’ en el momento de la cosecha, excepto la variedad ‘Cal Fuyu’ que fue valorada como ligeramente astringente. Esto podría estar relacionado con un menor estado de madurez de los frutos ya que se recolectaron con una firmeza muy elevada (≈ 94 N). Según Matsuo e Ito (1978) y Taira (1996) todos los frutos, independientemente del tipo de polinización al que pertenezcan, son fuertemente astringentes cuando son pequeños e inmaduros. Ahora bien, esa astringencia, en los frutos no astringentes, se pierde durante su desarrollo en el árbol convirtiéndose en no astringentes cuando alcanzan la madurez comercial.

La firmeza del fruto es uno de los principales factores limitantes en la comercialización de las variedades de caqui que se consumen como ‘caqui duro’. Una vez recolectado el fruto, va perdiendo firmeza principalmente por tres causas: maduración natural del fruto, frigoconservación o conservación del mismo a bajas temperaturas y por la aplicación del tratamiento de desastringencia con altas concentraciones de CO₂.

El fruto de caqui, tras la cosecha, pierde firmeza de forma natural debido a la maduración o al proceso de maduración propio del fruto con el tiempo de almacenamiento (Monzini y Gorini, 1982). La pérdida de

firmeza que tiene lugar durante la maduración del caqui 'Rojo Brillante' queda reflejada a nivel microestructural, observándose una progresiva degradación celular, especialmente a nivel de las membranas, que en los estados más avanzados resultó en una pérdida de adhesión entre células contiguas (Besada, 2008).

Por otro lado, la pérdida de firmeza que sufre el fruto durante la conservación también puede ser producida por la susceptibilidad que presentan algunas variedades de caqui a las bajas temperaturas, como es el caso de las variedades 'Fuyu', 'Suruga' o 'Rojo Brillante' (Sargent *et al.*, 1993; Collins y Tisdell, 1995; 1996; Arnal y del Río, 2004a; Salvador *et al.*, 2005c; 2006; Crisosto *et al.*, 2007; Besada, 2008). Estas variedades de caqui sensibles a las bajas temperaturas, al igual que otros frutos tropicales o subtropicales, numerosos frutos mediterráneos y algunas especies de clima templado, manifiestan alteraciones fisiológicas denominadas daños por frío o 'chilling injury' cuando son expuestas a temperaturas por debajo de una temperatura crítica (Melvin, 1982; Artés y Artés-Hernández, 2003). En general, a excepción de daños por frío extremos, normalmente los síntomas se manifiestan cuando el fruto es almacenado a temperatura ambiente tras el almacenamiento en frío (MacRae, 1987; Grant *et al.*, 1992; Woolf *et al.*, 1997). En caqui 'Rojo Brillante', normalmente esos síntomas se manifiestan después de almacenar los frutos de 3 a 7 días a 20°C ('shelf-life conditions') tras la frigoconservación (Arnal y del Río, 2004a; Salvador *et al.*, 2005c; 2006).

La temperatura crítica a la que se manifiesta una drástica pérdida de firmeza depende de la variedad. Así por ejemplo, en la variedad de caqui 'Rojo Brillante' la pérdida de firmeza se manifiesta a temperaturas por debajo de 11°C (Arnal y del Río, 2004a; Salvador *et al.*, 2005c; 2006; 2007b; Salvador, 2007), mientras que en el caso de la variedad no astringente 'Fuyu' a temperaturas de 0-4°C (MacRae, 1987; Grant *et al.*, 1992; Woolf *et al.*, 1997). Sargent *et al.* (1993) y Collins y Tisdell (1995; 1996) encontraron que el almacenamiento a 5°C fue, de todas las temperaturas ensayadas (0, 5, 10 y 20°C), la que indujo a los síntomas de daños por frío más severos en las variedades Fuyu y Suruga.

Aunque la pérdida de firmeza es el principal síntoma de daños por frío en caqui, también se han observado otros síntomas asociados a daños por frío que afectan la calidad del fruto. Así por ejemplo, en la variedad

de caqui 'Rojo Brillante', en frutos recolectados a principio de campaña y almacenados 30 días a 1°C se produce un cambio estructural en la pulpa y al pasar a temperaturas de comercialización, se observa una textura corchosa y gomosa (Arnal *et al.*, 2005; Salvador *et al.*, 2005a). A su vez, la fruta de principio de campaña presenta, a partir de 30 días de almacenamiento a 1°C, síntomas de pardeamiento interno manifestado como un oscurecimiento del área central del fruto, así como la aparición de nódulos por compactación de áreas localizadas de la pulpa en la zona superior, que se hacen más acusados cuando la fruta se transfiere a 20°C (Arnal *et al.*, 2005). Estos síntomas, también relacionados con daños por frío, no aparecen en fruta recolectada a final de campaña (Salvador *et al.*, 2007b).

El estado de madurez que presenta el fruto en el momento de la cosecha también se ha visto que tiene un efecto importante en la susceptibilidad de los frutos de caqui a las bajas temperaturas. Se ha observado que en frutos de caqui 'Rojo Brillante' almacenados a 1°C los síntomas de daños por frío son más severos y presentan una mayor incidencia en fruta recolectada a principio de campaña que en fruta cosechada al final de campaña (Arnal *et al.*, 2005; Salvador *et al.*, 2005a; 2005c; Salvador, 2007; Salvador *et al.*, 2007b). Esta mayor incidencia de daño por frío se ha relacionado con un incremento de la emisión de etileno (Arnal *et al.*, 2005). Por el contrario, en las variedades Hachiya y Fuyu almacenadas a 0°C, se ha observado que la pérdida de firmeza se produce de forma más lenta en los frutos recolectados a principio de campaña (finales de Septiembre) (Pekmezci *et al.*, 1997).

Otro factor que también puede influir en los cambios de firmeza durante el almacenamiento del caqui es el tratamiento de desastringencia con altas concentraciones de CO₂ al que se someten las variedades astringentes, aunque se ha visto que el efecto del mismo también depende del estado de madurez del fruto en el momento de recolección. Así en caqui 'Rojo Brillante' se ha observado que en frutos recolectados en estado de madurez muy tempranos, con una firmeza muy alta (superior a 60 N) y frutos cosechados con un estado de madurez muy avanzado (firmeza ≤ 40 N e índice de color > 10), el tratamiento de desastringencia no tiene efecto sobre la firmeza de la pulpa. Mientras que sí que se observa una disminución drástica de la firmeza en frutos cosechados con un estado de madurez intermedio (firmeza entre 40 y 60

N e índice de color entre 0 y 10) (Salvador *et al.*, 2007a; Besada, 2008). Harima *et al.* (2003) y Xu *et al.* (2004) también han descrito el mismo efecto del tratamiento de CO₂ sobre la firmeza de los frutos de las variedades astringentes ‘Tonewase’ y ‘Saijo’.

Los cambios de firmeza observados en caqui ‘Rojo Brillante’ tras la aplicación del tratamiento de desastringencia han sido relacionados con cambios en la estructura de la célula. Tal y como muestra un estudio microestructural, el tejido celular va progresivamente degradándose al avanzar el estado de madurez, siendo la degradación de las membranas más importante tras el tratamiento de desastringencia, causando de este modo la pérdida de firmeza del fruto (Salvador *et al.*, 2007a).

En general, una elevada firmeza en recolección es determinante para mantener la calidad del fruto tras la cosecha. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la firmeza óptima de recolección dependerá en gran medida de las condiciones de almacenamiento a las que va a ser sometida la fruta tras la recolección y de la variedad (Salvador *et al.*, 2007a; Besada, 2008).

Actualmente no existe una firmeza mínima recomendada para la comercialización como ‘caqui duro’ de las distintas variedades objeto de estudio de esta Tesis. En el caso de la variedad Rojo Brillante, tras diferentes estudios realizados, se ha establecido que firmezas por debajo de 10 N no se consideran aptas para su comercialización como ‘caqui duro’ (Arnal y del Río, 2004a; Salvador *et al.*, 2004a; 2004b; 2007b). En este estudio, la fruta evaluada mediante el análisis sensorial con valores de firmeza por encima de 3 (‘ni firme ni blando’) presentó una firmeza instrumental superior a 10 N. Por esta razón, este valor de 10 N también se podría establecer como firmeza límite para la comercialización como ‘caqui duro’ de las diferentes variedades estudiadas en esta Tesis.

Todas las variedades evaluadas mantuvieron una firmeza adecuada para su comercialización como ‘caqui duro’ tras el periodo de comercialización directa, excepto la variedad de PVA ‘Tonewase’ que tan sólo fue adecuada para el consumo directo, aunque esto último sería necesario comprobarlo ya que en ambas campañas se cosechó con una firmeza baja (19 - 29 N). Las variedades de PCA ‘Garidells’ y ‘Ferrán 12’, la variedad de PVNA ‘La Selva 14’ y la variedad de PVA ‘Hiratanenashi’,

fueron muy sensibles a daños por frío, no permitiendo la frigoconservación y fijando el límite de comercialización como ‘caquis duros’ en tan sólo 5 días a 20°C. Las variedades de PCNA, sobre todo la variedad ‘O’Gosho’, fueron las que mantuvieron una firmeza adecuada para su comercialización como ‘caqui duro’ durante periodos de frigoconservación más prolongados, comprendidos entre 3 y 4 semanas. Esto pudo ser debido también a que de todas las variedades estudiadas, ‘Cal Fuyu’, ‘O’Gosho’ y ‘Jiro’ fueron las que se recolectaron con una mayor firmeza (60 - 90 N). El resto de variedades, en general, se recolectaron con una firmeza comprendida entre 30 y 45 N. En las variedades de PVNA, a excepción de ‘La Selva 14’, se estableció el límite máximo de conservación para poder ser comercializadas con firmeza adecuada en 2 - 3 semanas a 1°C. La variedad de PCA ‘Fuji’ se pudo mantener a 1°C durante 2 semanas, con firmeza comercial. El resto de variedades de PCA, a excepción de ‘Garidells’ y ‘Ferrán 12’, sólo mantuvieron firmezas adecuadas para ser comercializadas tras 1 semana de almacenamiento. Por último, en el caso de las variedades de PVA se distinguieron diferentes grupos en cuanto a su comportamiento en frigoconservación. La variedad Aizumishirazu-B presentó valores de firmeza comerciales en un margen de 2 - 4 semanas de conservación a 1°C. ‘Xato de Bonrepós’ mantuvo una firmeza adecuada para su comercialización como ‘caqui duro’ tras 2 - 3 semanas a 1°C más 5 días a 20°C. En ‘Bétera 2’ se fijó su límite de almacenamiento en 2 semanas a 1°C y ‘Reus 15’ mantuvo una firmeza comercial tras 1 semana a 1°C.

En general, los resultados de firmeza instrumental se vieron corroborados con los resultados obtenidos de firmeza en el análisis sensorial. La alta relación observada entre los valores de firmeza instrumental y firmeza sensorial también se constató al ajustar ambos parámetros a una curva no lineal con asíntota en 5 y ordenada en el origen en 1 (Anejo 1).

En relación a la textura, el análisis sensorial también indicó que todas las variedades de PCA, excepto la variedad Aizumishirazu-A, las variedades de PVNA ‘Bétera 3’ y ‘Constanti’ y la variedad de PVA ‘Bétera 2’ presentaban una textura arenosa.

En la actualidad el parámetro utilizado como índice de madurez para determinar el momento óptimo de recolección en caqui 'Rojo Brillante' es la coloración externa del fruto. Besada (2008) ha establecido la relación existente entre el avance en la coloración y los cambios físico-químicos que tienen lugar durante la maduración de los frutos. Así, los cambios de color característicos de la maduración de esta variedad se han relacionado con un descenso de la firmeza y del contenido de taninos solubles responsables de la astringencia. Además, la fruta presenta un máximo de producción de etileno en los estados de madurez intermedios, coincidiendo con una mayor actividad de la enzima pectinmetilesterasa y un posterior incremento de la producción de CO₂, mostrando el carácter climatérico de este fruto (Salvador *et al.*, 2007a).

En esta Tesis la mayoría de las variedades se cosecharon con un índice de color comprendido entre 4 y 7, que se corresponde con una tonalidad entre verde-amarillenta y amarillo-anaranjada. En general, en la campaña 2007 el IC en el momento de cosecha fue siempre más elevado que en las campañas 2008 y 2009, variando entre 7 y 10, indicando una tonalidad más anaranjada. Incluso en algunas variedades, como es el caso de las variedades de PCA 'Aizumishirazu-A', 'Tomatero', 'Garidells' y 'Ferrán 12' y las variedades de PVA 'Tonewase' y 'Bétera 2', en esa misma campaña 2007, el IC inicial varió entre 11 y 19, lo que corresponde a una tonalidad naranja-rojiza o rojiza. En el caso de 'Aizumishirazu-A', 'Tomatero' y 'Ferrán 12', este color de recolección podría estar relacionado con una menor firmeza en el momento de cosecha. Sin embargo, no siempre el mayor IC que presentaron algunas variedades en recolección en la campaña 2007 fue acompañado de una menor firmeza. De hecho, en la variedad de PCA 'Garidells', en todas las variedades de PVNA y en las variedades de PVA 'Xato de Bonrepós' y 'Bétera 2', se observó que en la campaña 2007 el IC era mayor que en el resto de campañas, a pesar de que en esa primera campaña la firmeza en el momento de la recolección fue mayor que en las otras dos campañas estudiadas.

En todos los casos, el IC aumentó con el tiempo de almacenamiento, virando hacia una coloración más naranja-rojiza o rojiza, dependiendo de la variedad. De todas las variedades estudiadas, las variedades de PVNA 'Amankaki', 'Bétera 3', 'Kaki Tipo', 'Constantí' y 'La Selva 14' fueron las que presentaron menores valores de IC tras los distintos

periodos de almacenamiento estudiados. En cambio, las variedades de PCA 'Tomatero' y 'Ferrán 12' fueron las que alcanzaron valores mayores de IC (superiores a 20) adquiriendo un color externo rojo intenso muy característico de las mismas. Ese aumento del IC es debido al proceso de maduración propio del fruto y al tratamiento de desastringencia con altas concentraciones de CO₂ (Salvador *et al.*, 2007a).

En este estudio, en las variedades astringentes de PCA, PVNA y PVA al determinarse el CSS en el momento de recolección mediante el método propuesto por Sugiura *et al.* (1983), que elimina los taninos solubles por precipitación, no se observó un descenso de los °Brix como consecuencia de la eliminación de la astringencia con altas concentraciones de CO₂ (Ittah, 1993; Salvador *et al.*, 2007a). En este trabajo todas las variedades se recolectaron con un CSS comprendido entre 14 - 19 °Brix. En todos los casos el CSS se incrementó ligeramente al aumentar el tiempo de almacenamiento, llegando a alcanzar valores entre 17 - 21 °Brix tras 4 semanas a 1°C. Arnal y del Río (2004b) también observaron en la variedad Rojo Brillante un aumento en el CSS con el almacenamiento de los frutos a 1°C. Y lo mismo observaron Pekmezci *et al.* (1997) en frutos de caqui 'Hachiya' y 'Fuyu' almacenados a 0°C. En la campaña 2009, el CSS siempre fue mayor que en el resto de campañas estudiadas. En general, el CSS de las variedades astringentes fue mayor que el de las variedades no astringentes, algo que se refleja también en el análisis sensorial donde los jueces apuntaron que las variedades astringentes (PCA, PVNA y PVA) en general eran muy dulces tras el tratamiento de desastringencia, en contraste con las variedades de PCNA que fueron evaluadas como insípidas.

En el momento de la recolección las variedades astringentes presentaron mayor acidez que las variedades no astringentes como consecuencia del carácter ácido de los taninos. Tras la eliminación de la astringencia, la acidez de las variedades correspondientes a los grupos de PCA, PVNA y PVA estudiadas se redujo de manera significativa. Esto es debido a un aumento del pH directamente relacionado con la insolubilización de los taninos durante dicho tratamiento (Salvador *et al.*, 2007a; Besada, 2008).

La pérdida de peso en ninguna de las variedades resultó ser un factor limitante en las condiciones de almacenamiento a las que fueron sometidos los frutos tras la cosecha. En general, las pérdidas de peso tras

el almacenamiento no fueron muy elevadas, estando en torno a 1 - 2,5% en todas las variedades de caqui, a excepción de la variedad de PVA 'Tonewase' y de las variedades de PVNA en las que se alcanzaron valores mayores (2 - 4%). En éstas últimas, esa mayor pérdida de peso podría ser debida al agrietamiento observado en la zona del ápice de los frutos que provocó a su vez una maduración más rápida.

En cuanto a la calidad organoléptica, todas las variedades estudiadas fueron evaluadas por los jueces con una calidad entre aceptable y excelente (6 - 8), a excepción de las variedades de PCNA que fueron evaluadas con una calidad aceptable (4 - 5). Las variedades de PCNA, como se ha mencionado anteriormente, fueron consideradas variedades insípidas con poco sabor y dulzor, e incluso en algunos casos se remarcó la presencia de sabor 'a hierba'. Esto podría deberse, entre otros factores, a una recolección temprana marcada con frutos de alta firmeza. El sabor global en las variedades de PCNA estudiadas resulta, por tanto, un factor a tener en cuenta a la hora de su comercialización. En las variedades de PCA, los jueces indicaron que presentaban un sabor característico distinto al de la variedad Rojo Brillante, destacando entre otros un sabor 'a castaña'. En las variedades de PVNA y las variedades de PVA, a excepción de la variedad Aizumishirazu-B, los jueces destacaron el dulzor de las mismas.

Visualmente todas las variedades de PVNA, al igual que la variedad de PVA 'Bétera 2', presentaron un moteado marrón en la pulpa que resultó llamativo a los jueces al no observarse en la variedad Rojo Brillante que es la variedad que tienen como referencia por su mayor producción y consumo.

De todas las variedades de caqui estudiadas en esta Tesis, la variedad Reus 15 fue una de las mejor valoradas. Por otro lado, se observó que en general el sabor global no se vio afectado por el periodo de almacenamiento, es decir que no se observó un deterioro del sabor de los frutos al aumentar el periodo de almacenamiento en ninguna de las variedades estudiadas. En un estudio realizado por Arnal y del Río (2004a) también se observó que el sabor global es un parámetro que no se vio afectado ni por la temperatura de frigoconservación ni por los distintos periodos de almacenamiento ensayados.

6. CONCLUSIONES

6.1. FRUTA DE HUESO: MELOCOTÓN, NECTARINA Y ALBARICOQUE

- De las dos variedades de melocotón estudiadas, la variedad VIVAC0059-08 presenta una buena aptitud a la frigoconservación manteniendo una calidad aceptable tras 4 semanas de almacenamiento a 1°C; mientras que la conservación en la variedad IVIA0101-01, con una alta calidad en recolección, se ve limitada a su consumo directo, como consecuencia de una importante pérdida de firmeza.
- Las variedades de nectarina y albaricoque estudiadas, con elevada calidad organoléptica, no muestran una buena aptitud de conservación en las condiciones de almacenamiento ensayadas. El factor limitante en la frigoconservación de estas variedades ha sido también el ablandamiento de los frutos.
- La incidencia de desórdenes fisiológicos como consecuencia de daños por frío en todas las variedades estudiadas en esta Tesis fue mínima. Únicamente en albaricoque se observó el pardeamiento de la pulpa junto al hueso tras el almacenamiento en frío en las variedades HM964, HG963 y Llíria.
- Todas las variedades de melocotón, nectarina y albaricoque estudiadas fueron evaluadas con una calidad sensorial entre aceptable y excelente, destacando el carácter más ácido de las variedades de albaricoque.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el drástico ablandamiento observado durante la frigoconservación de las variedades estudiadas de melocotón, nectarina y albaricoque sugiere la necesidad de realizar más estudios para evaluar su comportamiento partiendo de frutos con firmezas más elevadas en recolección.

6.2. CAQUI

- Teniendo en cuenta que el parámetro limitante en la comercialización de caqui como ‘caqui duro’ es la pérdida de firmeza, todas las variedades estudiadas, excepto la variedad Tonewase, presentan una firmeza adecuada durante el periodo de comercialización de 5 días a 20°C.
- Todas las variedades de PCNA estudiadas mantienen una firmeza comercial tras 3 - 4 semanas a 1°C. De todas ellas, la variedad O’Gosho’, con una recolección más tardía que la variedad ‘Rojo Brillante’, la hace especialmente interesante para ampliar el periodo comercial del caqui.
- Entre las variedades de PCA estudiadas, la variedad Fuji mantiene una firmeza adecuada para su comercialización como ‘caqui duro’ tras 2 semanas de conservación a 1°C. Las variedades Garidells y Ferrán 12 son sensibles a daños por frío, lo que limita su comercialización a tan sólo 5 días a 20°C. El resto de variedades presentan valores de firmeza comerciales únicamente tras 1 semana a 1°C. Todas las variedades de PCA, excepto ‘Garidells’, son más tempranas que la variedad Rojo Brillante. De todas ellas las más precoces son ‘Reus 6’, ‘Tomatero’ y ‘Ferrán 12’, que unido a su origen español las hace interesantes para su posible comercialización como variedades tempranas.
- Las variedades de PVNA estudiadas presentan un límite de conservación como ‘caqui duro’ en 2 - 3 semanas a 1°C, excepto la variedad La Selva 14 que mostró sensibilidad a los daños por frío. En general las variedades de PVNA, excepto ‘Bétera 3’, son más tardías que el caqui ‘Rojo Brillante’, destacando las variedades ‘Constantí’ y ‘La Selva 14’, que además son de origen español, lo que las hace interesantes para su comercialización como variedades tardías.

- Entre las variedades de caqui de PVA estudiadas, la variedad Hiratanenashi mostró susceptibilidad a daños por frío. La variedad Aizumishirazu-B presentó una buena aptitud a la frigoconservación durante un periodo de 2 - 4 semanas. Las variedades 'Xato de Bonrepós' y 'Bétera 2' presentaron una firmeza comercial tras 2-3 semanas a 1°C y 'Reus 15' mantuvo una firmeza adecuada para su comercialización como 'caqui duro' tras 1 semana a 1°C. La variedad Tonewase es la más temprana de todas las variedades estudiadas en esta Tesis, sin embargo hay que tener en cuenta que presenta un periodo de recolección muy corto. La variedad Aizumishirazu-B también es más precoz que la variedad Rojo Brillante. El resto tienen un periodo de recolección similar al caqui 'Rojo Brillante'.
- Las variedades de PCA, PVNA y PVA fueron evaluadas por los jueces con una calidad entre aceptable y excelente, mientras que las variedades de PCNA se evaluaron con una calidad aceptable. Por tanto en las variedades de PCNA el sabor global es un aspecto a tener en cuenta ya que podría tratarse de un factor limitante para su comercialización frente al resto de variedades.
- En todas las variedades de PCA, PVNA y PVA el tratamiento aplicado para la eliminación de la astringencia con altas concentraciones de CO₂ resultó efectivo.

7. BIBLIOGRAFÍA

Abeles, F.B., Morgan, P.W., Saltveit, M.E. 1992. Ethylene in plant biology. 2nd ed. Academic Press, New York, NY. 414 pp.

AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación). 2010. Análisis sensorial. Manual de normas UNE. 2ª Edición. Ed. AENOR, Madrid, pp. 456.

Akbudak, B., Eris, A. 2003. Effect of some postharvest treatments and controlled atmosphere (CA) storage on basic quality criteria of peaches and nectarines. *Acta Hort.*, 599: 297-303.

Aly, M.M., El-Agamy, S.Z.A., Biggs, R.H. 1981. Ethylene production and firmness of peach and nectarine fruits as related to storage. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 94: 291-294.

Arnal, L. 2003. Estudios para la conservación y manejo en postcosecha del caqui. Tesis doctoral. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. España. 203 pp.

Arnal, L., Del Río, M.A. 2003. Removing astringency by carbón dioxide and nitrogen-enriched atmospheres in persimmon fruit cv. 'Rojo Brillante'. *J. Food Sci.*, 68 (4): 1516-1518.

Arnal, L., Del Río, M.A. 2004a. Effect of cold storage and removal astringency on quality of persimmon fruit (*Diospyros kaki*, L.) cv. Rojo Brillante. *Food Sci. Technol. Int.*, 10 (3): 179-185.

Arnal, L., Del Río, M.A. 2004b. Quality of persimmon fruit cv. Rojo Brillante during storage at different temperatures. *Spanish J. Agricult. Res.*, 2 (2): 243-247.

Arnal, L., Salvador, A., Monterde, A., Cuquerella, J. 2005. Alteraciones en caqui 'Rojo Brillante' provocadas por las bajas temperaturas. *Actas Portuguesas de Horticultura*, 8 (4): 263-268.

Artés, F. 2003. Tratamientos térmicos y gaseosos postcosecha para preservar la calidad del albaricoque fresco. *Revista Simiente*, 73 (1-2): 53-63.

Artés, F., Artés-Hernández, F. 2003. Daños por frío en la postrecolección de frutas y hortalizas. En: A. López, A. Esnoz, F. Artés (Ed.). *Avances en ciencias y técnicas del frío-1*. Edit.: UPCT y SECYTEF. pp.: 299-310.

Artés, F., Fernández-Trujillo, J.P. 1999. Recent studies on postharvest behaviour of peaches. *Res. Develop. Agric. Food Chem.*, 3: 471-487.

Artés, F., Fernández-Trujillo, J.P., Cano, A. 1999a. Juice characteristics related to woolliness and ripening during postharvest storage of peaches. *Z Lebensm Unters Forsch A*, 208: 282-288.

Artés, F., Marín, J.G., Ruiz, M.C., Domingo, R., Pérez-Pastor, A. 1999b. Caracterización del albaricoque 'Bulida' durante el crecimiento y la maduración. *Actas Horticultura*, 3: 185-190.

Badenes, M.L. 2005. Melocotonero o Durazno: situación del cultivo en España, características de la producción. *Actas del primer congreso nacional del sistema-producto durazno*. Uruapan, Méjico. pp.: 56-63.

Badenes, M.L. 2006. Programa de mejora genética del melocotonero en la Comunidad Valenciana. En: *Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació, Fundación Agroalimed* (Ed.). *Actas I Congreso Internacional del Melocotón*. Carlet, España. pp.: 41-46.

Badenes, M.L. 2007. Programa de mejora genética del melocotonero en la C.V. En: *Fundación Agroalimed* (Ed.). *Actas II Congreso Internacional Frutícola*. Carlet, España. pp.: 67-78.

Badenes, M.L., Llácer, G., Crisosto, C. 2006. Mejora de la calidad de frutales de hueso. En: G. Llácer, M.J. Díez, J.M. Carrillo, M.L. Badenes (Eds.). *Mejora genética de la calidad en plantas*. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Sociedad Española de Genética. Universidad Politécnica de Valencia. pp.: 549-578.

Badenes, M.L., Martínez-Calvo, J., Llácer, G. 2001. Estado actual del programa de mejora genética del albaricoquero en la Comunidad Valenciana. *IV Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas*, Cáceres, Mayo 2001. *Actas de Horticultura*, 29: 637-643.

- Balla, C.S., Fekete, A., Felföldi, J. 1999. Physical methods for prediction of ripening of apricots. In: M. Hagg, R. Ahvenainen, A.M. Evers, K. Tiilikala (Eds.). *Agri-Food Quality 11: Quality management of fruits and vegetables*. Cambridge, UK. pp.:119-124.
- Bassi, D., Audergon, J.M. 2006. Apricot breeding: update and perspective. *Acta Hort.*, 701 (1): 279-294.
- Bassi, D., Bartolozzi, F. 1993. Il miglioramento genetic dell'albicocco. Obiettivi e strategie. *Rivista di Frutticoltura*, 5: 41-90.
- Bellini, E. 1982. Il kaki: Cultivar. *Collana Frutticoltura '80*, REDA, Rome.
- Bellini, E., Giordani, E. 2005. Germplasm and breeding of persimmon in Europe. *Acta Hort.*, 685: 65-76.
- Bellini, E., Giordani, E., Nin, S. 2008. Evolution of persimmon cultivation and use in Italy. *Adv. Horticult. Sci.*, 22 (4): 233-238.
- Bellini, E., Giordani, E., Sabbatini, I., Giannelli, G. 1996a. Peach genetic improvement: breeding program carried on at Florence University to obtain canning nectarines. *Acta Hort.*, 374: 21-32.
- Bellini, E., Giordani, E., Sabbatini, I., Picardi, E., Giannelli, G. 1996b. Peach genetic improvement: breeding program carried on at Florence University to obtain white flesh nectarines. *Acta Hort.*, 374: 9-20.
- Ben-Arie, R., Lavee, S. 1971. Pectic changes occurring in Elberta peaches suffering from wooly breakdown. *Phytochemistry*, 10: 531-538.
- Ben-Arie, R., Sonogo, L. 1993. Temperature affects astringency removal and recurrence in persimmon. *J. Food Sci.*, 58 (6): 1397-1400.
- Besada, C. 2008. Mejora de la tecnología de desastringencia, conservación y comercialización de caqui 'Rojo Brillante' para consumo en fresco. Tesis doctoral. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. España. 287 pp.

Besada, C., Arnal, L., Salvador, A. 2008. Improving storability of persimmon cv. Rojo Brillante by combined use of preharvest and postharvest treatments. *Postharvest Biol. Tec.*, 50: 169-175.

Besada, C., Salvador, A., Arnal, L., Martínez-Jávega, J.M. 2007. Influencia de la temperatura de conservación en la eficacia del tratamiento de desastringencia de caqui. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones, pp.: 37-43.

BOE (Boletín Oficial del Estado). 2009. Orden ARM/958/2009, de 2 de abril, por la que se incluyen diversas variedades de distintas especies en el Registro de Variedades Comerciales. BOE, Sábado 18 de abril de 2009, N° 95, Sec. III: 35794-35798.

BOE (Boletín Oficial del Estado). 2010a. Orden ARM/1299/2010, de 7 de mayo, por la que se dispone el cambio de denominación de variedades incluidas en el Registro de Variedades Comerciales. BOE, Miércoles 19 de mayo de 2010, N° 122, Sec. III: 43762.

BOE (Boletín Oficial del Estado). 2010b. Orden ARM/1300/2010, de 7 de mayo, por la que se dispone de la inclusión de diversas variedades de distintas especies en el Registro de Variedades Comerciales. BOE, Miércoles 19 de mayo de 2010, N° 122, Sec. III: 43763-43767.

Botondi, R., DeSantis, D., Bellincontro, A., Vizovitis, K., Mencarelli, F. 2003. Influence of ethylene inhibition by 1-Methylcyclopropene on apricot quality, volatile production, and glycosidase activity of low- and high-aroma varieties of apricots. *J. Agr. Food Chem.*, 51 (5): 1189-1200.

Brackmann, A., de Freitas, S.T., Pintto, J.A.V. 2004. Ripening control with 1-Methylcyclopropene on 'Fuyu' persimmon in cold storage and controlled atmosphere. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia de Uruguaiana*, 11: 123-134.

Budde, C.O., Lucangeli, C.D., Polenta, G.V., Murray, R.E. 2002. Golpe de atas temperaturas aplicado en postcosecha afectó la calidad de melocotón. *ITEA*, 98 (2): 95-107.

Budde, C.O., Polenta, G., Lucangeli, C.D., Murray, R.E. 2006. Air and immersion heat treatments affect ethylene production and organoleptic quality of 'Dixiland' peaches. *Postharvest Biol. Tec.*, 41: 32-37.

Budde, C.O., Polenta, G., Pagani, A., Gabilondo, J., Fussi, M., Murray, R. 2005. High temperature stress and exogenous applications of methyl jasmonate on peaches. V International Postharvest Symposium. Verona. Italy. *Acta Hort.*, 682: 363-368.

Byrne, D.H. 2002. Peach breeding trends: a world wide perspective. *Acta Hort.*, 592: 49-59.

Byrne, D.H. 2005. Trends in stone fruit cultivar development. *HortTechnology*, 15 (3): 494-500.

Cantwell, M.I. 2007. Apéndice: Resumen de las condiciones recomendadas para el manejo de frutas y hortalizas frescas. En: A.A. Kader (Ed.). *Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas*. Universidad de California, Davis, División de Agricultura y Recursos Naturales, pp.: 571-580.

Carrera, M., Alonso, J.M., Espiau, M.T., Socias i Company, R. 2005. La mejora genética del melocotonero en la Unidad de Fruticultura del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. *ITEA*, 101 (4): 260-264.

Cociu, V. 2006. 50 years of apricot varieties breeding in Romania. *Acta Hort.*, 701 (1): 355-358.

Colaric, M., Veberic, R., Stampar, F., Hudina, M. 2005. Evaluation of peach and nectarine fruit quality and correlations between sensory and chemical attributes. *J. Sci. Food Agr.*, 85: 2611-2616.

Collins, R.J., Tisdell, J.S. 1995. The influence of storage time and temperature on chilling injury in Fuyu and Suruga persimmon (*Diospyros kaki* L.) grown in subtropical Australia. *Postharvest Biol. Tec.*, 6: 149-157.

Collins, R.J., Tisdell, J.G. 1996. Predicting the storability of Suruga persimmons. *Postharvest Biol. Tec.*, 7: 351-357.

Conselleria de Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua (CAPAA). 2012. Datos básicos del sector agroalimentario. Estadísticas. Estadísticas agrícolas. <http://www.agricultura.gva.es/web/web/guest/la-conselleria/estadisticas/datos-basicos-del-sector-agroalimentario/estadisticas>

Crisosto, C.H. 1994. Stone fruit maturity indices: a descriptive review. *Postharvest News and Information*, 5 (6): 65N-68N.

Crisosto, C.H. 2001. The preconditioning program. In: *Tree Fruit Postharvest Workshop*. May 15, 2001 at the Kearney Agricultural Center, Parlier.

Crisosto, C.H. 2002a. How do we increase peach consumption? *Acta Hort.*, 592: 601-605.

Crisosto, C.H. 2002b. Apricots. In: A.A. Kader (Ed.). *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, Vol. 3311. University of California. Agriculture and Natural Resources, Publication, pp.: 351-352.

Crisosto, C.H., Garner, D., Crisosto, G.M. 2008. Stone fruit internal breakdown evaluation. *Central Valley Postharvest Newsletter*, 17 (2): 8-10.

Crisosto, C.H., Johnson, R.S., DeJong, T., Day, K.R. 1997. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. *HortScience*, 32 (5): 820-823.

Crisosto, C.H., Kader, A.A. 1999. Apricots. *Postharvest quality maintenance guidelines*. University of California, Davis, pp. 5. <http://www2.uclark.edu/postharv/PDF%20files/Guidelines/apricot.pdf> (3/04/11).

Crisosto, C.H., Kader, A.A. 2004a. Apricot. In: K.C. Gross, C.Y. Wang, M. Saltveit (Eds.). *Agricultural Handbook Number 66. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks*. USDA/ARS.

Crisosto, C.H., Kader, A.A. 2004b. Nectarine. In: K.C. Gross, C.Y. Wang, M. Saltveit (Eds.). Agricultural Handbook Number 66. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. USDA/ARS.

Crisosto, C.H., Kader, A.A. 2004c. Peach. In: K.C. Gross, C.Y. Wang, M. Saltveit (Eds.). Agricultural Handbook Number 66. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. USDA/ARS.

Crisosto, C.H., Mitcham, E.J., Kader, A.A. 2007. Caqui: (Persimonia o Pésimon). Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. University of California, Davis. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Caqui.shtml> (17/10/07).

Crisosto, C.H., Mitcham, E.J., Kader, A.A. 2009a. Apricot. Recommendations for maintaining postharvest quality. University of California, Davis. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/Apricot.shtml> (4/05/11).

Crisosto, C.H., Mitcham, E.J., Kader, A.A. 2009b. Peach and nectarine. Recommendations for maintaining postharvest quality. University of California, Davis. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/necpch.shtml> (4/05/11).

Crisosto, C.H., Mitchell, F.G. 2007. Sistemas de manejo postcosecha: frutos de hueso. I. Durazno, Nectarina y Ciruela. En: A.A. Kader (Ed.). Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas. Universidad de California, Davis, División de Agricultura y Recursos Naturales, pp.: 387-400.

Crisosto, C.H., Mitchell, F.G., Ju, Z. 1999. Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine, and plum cultivars grown in California. HortScience, 34 (6): 1116-1118.

Crisosto, C.H., Slaughter, D., Garner, D., Boyd, J. 2001. Stone fruit critical bruising thresholds. J. Amer. Pomolog. Soc., 55 (2): 76-81.

Crisosto, C.H., Valero, C. 2006. "Ready to eat": maduración controlada de la fruta de hueso en cámara. *Revista Horticultura*, 190: 32-37.

Crisosto, G.M., Crisosto, C.H., Watkins, M. 1998. Chemical and organoleptic description of White Flesh nectarines and peaches. *Acta Hort.*, 465 (2): 497-505.

Defilippi, B.G., San Juan, W., Valdés, H., Moya-León, M.A., Infante, R., Campos-Vargas, R. 2009. The aroma development during storage of Castlebrite apricots as evaluated by gas chromatography, electronic nose, and sensory analysis. *Postharvest Biol. Tec.*, 51: 212-219.

Delwiche, M.J., Baumgardner, R.A. 1983. Ground color measurements of peach. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 108: 1012-1016.

Delwiche, M.J., Baumgardner, R.A. 1985. Ground color as a peach maturity index. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 110 (1): 53-57.

DeMartino, G., Massantini, R., Botondi, R., Mencarelli, F. 2002. Temperature affects impact injury on apricot fruit. *Postharvest Biol. Tec.*, 25: 145-149.

Deshpande, S.S., Cheryan, M., Salunkhe, D.K. 1986. Tannin analysis of food products. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 24 (4): 401-449.

Do, J.Y., Salunkhe, D.K., Olson, L.E. 1969. Isolation, identification and comparison of the volatiles of peach fruit as related to harvest maturity and artificial ripening. *J. Food Sci.*, 34: 618-621.

Dong, L., Zhou, H.W., Sonego, L., Lers, A., Lurie, S. 2001. Ethylene involvement in the cold storage disorder of 'Flavortop' nectarine. *Postharvest Biol. Tec.*, 23: 105-115.

Egea, J. 2006. Apricot germplasm: Diversity and limits. *Acta Hort.*, 717: 129-132.

Egea, J., Burgos, L., Martínez-Gómez, P., Dicenta, F. 1999. Apricot breeding for sharka resistance. *Acta Hort.*, 488: 153-157.

Fan, X., Argenta, L., Mattheis, J.P. 2000. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biol. Tec.*, 20: 135-142.

FAOSTAT. 2011. Base de datos estadísticos. <http://www.fao.org/corp/statistics/es/> ó <http://www.fao.org>

Fernández-Trujillo, J.P., Artés, F. 1997. Keeping quality of cold stored peaches using intermitten warming. *Food Res. Int.*, 30, 441-450.

Fernández-Trujillo, J.P., Artés, F. 1998. Effect of intermittent warming and modified atmosphere packaging on color development of peaches. *J. Food Quality*, 21: 53-69.

Fernández-Trujillo, J.P., Cano, A., Artés, F. 1998. Physiological changes in peaches related to chilling injury and ripening. *Postharvest Biol. Tec.*, 13: 109-119.

Ferrer, A., Remón, S., Oria, R. 2001. Mantenimiento poscosecha de la calidad del melocotón. *Fruticultura Profesional*, 117: 47-52.

Fuleki, T., Cook, F.I. 1976. Relationship of maturity as indicated by flesh color to quality of canned clingstone peaches. *Can. J. Food Sc. Tech. J.*, 9 (1): 43-46.

Garner, D., Crisosto, C.H., Otieza, E. 2001. Controlled atmosphere storage and aminoethoxyvinylglycine postharvest dip delay post cold storage softening of 'Snow King' peach. *HortTechnology*, 11 (4): 598-602.

Giordani, E. 2002. Varietal assortment of persimmon in the countries of the Mediterranean area and genetic improvement. In: Ed.: Bellini, E., Giordani, E. *First Mediterranean Symposium on persimmon*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ. *Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens*, 51: 23-37.

Giordani, E. 2003. El caqui: diversificación varietal para un cultivo en desarrollo. *Comunitat Valenciana Agrària. Revista d'Informació Tècnica*. Nº 22: 22-34. Ed.: Generalitat Valenciana. Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació. Valencia. España.

Girardi, C.L., Parussolo, A., Danieli, R., Corrent, A.R., Rombaldi, C.V. 2003. Conservação de caqui (*Diospyros kaki*, L.) cv. Fuyu, pela aplicação de 1-metilciclopropeno. Revista Brasileira de Fruticultura, 25: 53-55.

Gorny, J.R., Hess-Pierce, B., Kader, A.A. 1999. Postharvest physiology and quality maintenance of fresh-cut nectarines and peaches. Acta Hort., 485: 173-179.

Grant, T.M., MacRae, E.A., Redgwell, R.J. 1992. Effect of chilling injury on physicochemical properties of persimmon cell walls. Phytochemistry, 31 (11): 3739-3744.

Guerriero, R., Monteleone, P., Iacona, C. 2006. Apricot breeding in Pisa: Some new selections for Italian growers. Acta Hort., 701 (1): 341-346.

Gülcan, R., Misirli, A., Saglam, H., Ölmez, H.A., Demir, T. 2006. New promising apricot hybrids in Turkey. Acta Hort., 701: 385-388.

Harima, S., Nakano, R., Yamauchi, S., Kitano, Y., Yamamoto, Y., Inaba, A., Kubo, Y. 2003. Extending shelf-life of astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit by 1-MCP. Postharvest Biol. Tec., 29: 318-323.

Hesse, C.O. 1975. Peaches. In: J. Janick, J.N. Moore (Eds.). Advances in Fruit Breeding. Purdue University Press, West Lafayette, IN, 285 pp.

Hilaire, C. 2003. The peach industry in France: state of art, research and development. In: Marra, F., Sottile, F. (Eds.). Proceedings of the First Mediterranean Peach Symposium. Agrigento, Italy, September 10, pp.: 27-34.

Hulme, A.C. 1971. The biochemistry of fruits and their products. Vol. 2. Academic Press, London, pp.: 281-301.

Iglesias, I. 2010. Producción, innovación varietal y mercado del melocotón en España. Vida Rural, 302: 19-25.

- Iglesias, I., Carbó, J., Bonany, J., Casals, M., Dalmau, R., Monserrat, R. 2005. Innovación varietal en melocotonero: especial referencia a las nuevas variedades de nectarina. *Fruticultura Profesional*, 152: 6-36.
- Iglesias, I., Echeverría, G. 2009. Differential effect of cultivar and harvest date on nectarine colour, quality and consumer acceptance. *Scientia Hort.*, 120 (1): 41-50.
- Iglesias, I., Reig, G., Montserrat, R., Carbó, J., Bonany, J. 2010. Innovación varietal en nectarina y melocotón plano o paraguayo. *Revista de Fruticultura*, 9: 4-17.
- Ihl, M., Bifani, V., Ramírez, C., Rubilar, M., Motomura, Y., Meneses, C., Infante, R., Seguel, I. 2006. Preliminary study on edible film with a natural plant extract to improve quality of fresh fruits for supply chains. *Acta Hort.*, 712: 617-622.
- Infante, R., Kraemer, F., Luchsinger, L., Meneses, C., Aros, D. 2006. Sensorial post-harvest quality evolution in apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars "Palsteyn" and "Grandir". *Acta Hort.*, 717: 321-326.
- Infante, R., Rubio, P., Meneses, C. 2007. Calidad sensorial de albaricoques frescos sometidos a poscosecha prolongada. *Actas V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones*, pp.: 1205-1212.
- Ito, S. 1971. The persimmon. In: A.C. Hulme (Ed.). *The biochemistry of fruits and their products*. Vol. 2. Academic Press, London, pp.: 281-301.
- Ito, S. 1980. Persimmon. In: S. Nagy, P.E. Shaw (eds.). *Tropical and Subtropical Fruits*. AVI, Westport, CT.
- Ito, S. 1986. Persimmon. In: S.P. Monselise (ed.). *CRC Handbook of fruit set and development*. CRC Press, Boca Raton, pp.: 355-370.
- Ittah, Y. 1993. Sugar content changes in persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.) during artificial ripening with CO₂: a possible connection to deastringency mechanisms. *Food Chem.*, 48: 25-29.

- Jiang, Q., Guo, J.Y., Zhao, J.B. 2002. Flat peach breeding program in Beijing. *Acta Hort.*, 592: 99-101.
- Jiménez-Cuesta, M., Cuquerella, J., Martínez-Jávega, J.M. 1981. Determination of a color index for citrus fruit degreening. *Proceedings International Society of Citriculture*, 2: 750-753.
- Jin, P., Zheng, Y., Tang, S., Rui, H., Wang, C.Y. 2009. A combination of hot air and methyl jasmonate vapor treatment alleviates chilling injury of peach fruit. *Postharvest Biol. Tec.*, 52: 24-29.
- Josan, J.S., Chohan, G.S. 1982. Studies on maturity standards of peach (*Prunus persica* batsch) cv. Flordasun. *Haryana J. Hort. Sci.*, 11: 1-4.
- Joshi, V.K., Bhutani, V.P. 1995. Peach and nectarine. En: D.K. Salunkhe, S.S. Kadam (Ed.). *Handbook of Fruit Science and Technology: Production, Composition, Storage and Procesing*. Marcel Dekker, Inc., New York. pp: 243-296.
- Juan, M., Mesejo, C., Martínez-Fuentes, A., Reig, C., Agustí, M. 2009. Branch scoring encourages fruit development and climateric in persimmon. *Scientia Hort.*, 122: 497-500.
- Kader, A.A. 1999. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. *Acta Hort.*, 485: 203-208.
- Kader, A.A. 2007a. Biología y tecnología postcosecha: un panorama. En: A.A. Kader (Ed.). *Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas*. Universidad de California, Davis, División de Agricultura y Recursos Naturales, pp.: 43-53.
- Kader, A.A. 2007b. Factores de seguridad y calidad: Definición y evaluación para para productor hortofrutícolas frescos. En: A.A. Kader (Ed.). *Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas*. Universidad de California, Davis, División de Agricultura y Recursos Naturales, pp.: 315-322.

- Kader, A.A., Arpaia, M.L. 2007. Sistemas de manejo postcosecha: frutas subtropicales. En: A.A. Kader (Ed.). Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas. Universidad de California, Davis, División de Agricultura y Recursos Naturales, pp.: 421-430.
- Kader, A.A., Barrett, D.M. 2005. Classification, composition of fruits, and postharvest maintenance of quality. In: D.M. Barret, L.P. Somogyi and H. Rawaswamy (Ed.). Processing Fruits. Science and Technology. Second Edition. CRC Press LCC. pp.: 3-22.
- Kader, A.A., Heintz, C.M., Chordas, A. 1982. Postharvest quality of fresh and canned clingstone peaches as influenced by genotypes and maturity at harvest. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 107: 947-951.
- Kader, A.A., Mitchell, F.G. 1989. Maturity and quality. In: J.H. LaRue and R.S. Johnson (eds.). Peaches, plums and nectarines: Growing and handling for fresh market. Publ. 3331, Univ. of California, Div. of Agr. and Natural Resources, Oakland, CA. pp.: 191-196.
- Kader, A.A., Saltveit, M.E. 2003. Respiration and gas exchange. En: Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables. Ed.: Bartz, J.A., Brecht, J.K. Marcel Dekker, Inc. New York, USA, pp.: 7-29.
- Ke, D., Kader, A.A. 1990. Tolerance of 'Valencia' oranges to controlled atmospheres as determined by physiological responses and quality attributes. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 115 (5): 779-783.
- Kim, Y.K., Lee, J.M. 2005. Extension of storage and shelf-life of sweet persimmon with 1-MCP. *Acta Hort.*, 685: 165-174.
- Kramarenko, L. 2006. Apricot breeding in Moscow. *Acta Hort.*, 701: 219-221.
- Krichen, L., Ben, M., Hellali, R. 2006. Identification and characterization of Tunisian apricot cultivars. *Acta Hort.*, 701: 241-246.

- LaRue, J. 1989. Introduction. In: LaRue, J.H., Johnson, R.S. (Eds.). Peaches, Plums and Nectarines: Growing and Handling for fresh market. University of California Division of Agriculture and Natural Resources Publication, 3333, pp. 1-2.
- Ledbetter, C., Peterson, S., Jenner, J. 2006. Modification of sugar profiles in California adapted apricots (*Prunus armeniaca* L.) through breeding with Central Asian germplasm. *Euphytica*, 148: 251-259.
- Lee, J., Park, H., Choi, S. 2001. Physicochemical characteristics of various peach cultivars. *J. Food Sci. Nutr.*, 6(2): 107-111.
- Lill, R.E., O'Donoghue, E.M., King, G.A. 1989. Postharvest physiology of peaches and nectarines. *Hort. Rev.*, 11: 413-452.
- Liverani, A., Giovannini, D., Brandi, F. 2002. Increasing fruit quality of peaches and nectarines: the main goals of ISF-FO (Italy). *Acta Hort.*, 592: 507-514.
- Luchsinger, L.E., Walsh, C.S. 1998. Chilling injury of peach fruit during storage. *Acta Hort.*, 464: 473-478.
- Lurie, S., Crisosto, C.H. 2005. Chilling injury in peach and nectarine. *Postharvest Biol. Tec.*, 37: 195-208.
- Llácer, G. 1987. La sharka: una grave amenaza para la producción de albaricoques en España. *Fruticultura Profesional*, 12: 41-47.
- Llácer, G. 2006. Situación actual del cultivo del melocotonero. Tendencias. En: Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació, Fundació Agroalimed (Ed.). *Actas I Congreso Internacional del Melocotón*. Carlet, España. pp.: 13-31.
- Llácer, G. 2007. El programa de mejora genética del albaricoquero en el IVIA: Primeras obtenciones. En: Fundación Agroalimed (Ed.). *Actas II Congreso Internacional Frutícola*. Carlet, España. pp.: 13-36.
- Llácer, G. 2009. Fruit breeding in Spain. *Acta Hort.*, 814: 43-56.

Llácer, G., Alonso, J.M., Rubio, M.J., Batlle, I., Iglesias, I., Vargas, F.J., García-Brunton, J., Badenes, M.L. 2009. Situación del material vegetal de melocotonero utilizado en España. ITEA, 105 (1): 67-83.

Llácer, G., Badenes, M.L. 2002a. Persimmon production and market. In: Ed.: Bellini, E., Giordani, E. First Mediterranean Symposium on persimmon. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ. Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens, 51 : 9-21.

Llácer, G., Badenes, M.L. 2002b. Situación actual de la producción de caquis en el mundo. Agrícola Vergel, 242: 64-70.

Llácer, G., Badenes, M.L. 2003. Situación actual de la producción de caqui en el mundo. Comunitat Valenciana Agrària. Revista d'Informació Tècnica. Ed.: Generalitat Valenciana. Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació. Valencia. España. 22: 35-46.

Llácer, G., Cambra, M., Laviña, A. 1985. Detection of plum pox virus in Spain. OEPP/EPPO Bulletin, 15: 325-329.

MacRae, E.A. 1987. Development of chilling injury in New Zealand grown 'Fuyu' persimmon during storage. New Zeal. J. Exp. Agr., 15: 333-344.

Magness, J.R. 1951. How fruit came to America. Natl. Geograph. Mag., C (3): 325.

Manolopoulou, H., Mallidis, C. 1999. Storage and processing of apricots. Acta Hort., 488: 567-576.

Martínez-Calvo, J., Badenes, M.L., Llácer, G. 2011a. Los programas de mejora genética de frutales en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). I. Albaricoquero. Revista de Fruticultura, 14: 4-13.

Martínez-Calvo, J., Badenes, M.L., Llácer, G. 2012. Descripción de variedades de caqui (*Diospyros Kaki* Thunb.) del Banco de Germoplasma del IVIA. Monografías INIA: Serie Agrícola, 28.

Martínez-Calvo, J., Conejero, A., Badenes, M.L., Llácer, G., Cunill, M., Durán, S., Torrents, J., Mestre, M.A., García-Brunton, J. 2011b. Los programas de mejora genética de frutales en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). II. Melocotonero. *Revista de Fruticultura*, 15: 12-29.

Martínez-Calvo, J., Llácer, G., Badenes, M.L. 2010. 'Rafel' and 'Belgida', two apricot cultivars resistant to sharka. *HortScience*, 45 (12): 1904-1905.

Martínez-Calvo, J., Llácer, G., Badenes, M.L. 2011c. 'Moixent', an apricot resistant to sharka. *HortScience*, 46 (4): 655-656.

Matsuo, T., Ito, S. 1978. The chemical structure of kaki-tannin from immature fruit of the persimmon (*Diospyros kaki* L.). *Agric. Biol. Chem.*, 42 (9): 1637-1643.

Matsuo, T., Ito, S. 1982. A model experiment for de-astringency of persimmon fruit with high carbon dioxide treatment: *in vitro* gelation of kaki-tannin by reacting with acetaldehyde. *Agric. Biol. Chem.*, 46 (3): 683-689.

McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27 (12): 1254-1255.

Melvin, H. 1982. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin. *HortScience*, 17: 162-165.

Meredith, F.I., Robertson, J.A., Horvat, R.J. 1989. Changes in physical and chemical parameters associated with quality and postharvest ripening of Harvester peaches. *J. Ag. Food Chem.*, 37: 1210-1214.

Metheney, P.D., Crisosto, C.H., Garner, D. 2002. Developing canning peach critical bruising thresholds. *J. Amer. Pomolog. Soc.*, 56 (2): 75-78.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). 2011. Anuarios de Estadística. <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estad-publicaciones/anuario-de-estadistica/default.aspx> (30/07/12)

Mitchell, F.G., Kader, A.A. 1989. Factors affecting deterioration rate. In: J.H. La Rue and R.S. Johnson (Ed.). Peaches, plums and nectarines. Growing and handling for fresh market. Univ. of California, Oakland. pp. 165-178.

Monzini, A., Gorini, F. 1982. Raccolta, conservazione e utilizzazione industriale. En: Frutticoltura anni 80, Il kaki. Eds.: E. Baldini, F. Scaramuzzi. Reda Press, Italy, pp.: 103-119.

Mori, H. 1958. Studies on the inheritance of the main characters of deciduous fruit trees. Natl. Inst. Agr. Sci. Jpn., E2: 1-68.

Mowat, A.D., George, A.P. 1996. Environmental physiology of persimmon. Ed. The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand. Australia.

Murray, R. 2007 Daño por frío en frutos de melocotonero. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones, 313-318.

Murray, R., Lucangeli, C., Polenta, G., Budde, C. 2007. Combined pre-storage heat treatment and controlled atmosphere storage reduced internal breakdown of 'Flavorcrest' peach. Postharvest Biol. Tec., 44: 116-121.

Murray, R., Valentini, G., Yommi, A., Arroyo, L., Ángel, N., Ros, P., Velasco, G. 1994. Internal breakdown susceptibility of peach cultivars grown in the NE of Buenos Aires (República Argentina). Reunión Internacional de Expertos en Postcosecha de Frutales de Carozo. Instituto Internacional del Frío. Mendoza, Argentina.

Naval, M.M., Martínez-Calvo, J., Badenes, M.L., Llácer, G. 2012. Los programas de mejora genética de frutales en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). IV. Caqui. Revista de Fruticultura, 20: 4-13.

- Navarro-Tarazaga, M.Ll., Massa, A., Pérez-Gago, M.B. 2011. Effect of beeswax content on hydroxypropyl methylcellulose-based edible film properties and postharvest quality of coated plums (cv. *Angeleño*). *LWT - Food Sci. Technol.*, 44: 2328-2334.
- Navarro-Tarazaga, M.Ll., Sothornvit, R., Pérez-Gago, M.B. 2008. Effect of plasticizer type and amount on hydroxypropyl methylcellulose-beeswax edible film properties and postharvest quality of coated plums (cv. *Angeleño*). *J. Ag. Food Chem.*, 56: 9502-9509.
- Ojima, M., Dall'Orto, F.A.C., Barbosa, W., Tombolato, A.F.C., Rigitano, O. 1985. Fructificação alternada em caqui cultivar 'Pomelo' (IAC 6-22). *Bragantia (Brazil)*, 44 (1): 481-486.
- O'Reilly, H.J. 1947. Peach storage in modified atmospheres. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 49: 99-106.
- Pekmezci, M., Erkan, M., Gübbük, H. 1997. The effects of harvest time, and method and duration of storage on quality of 'Hachiya' and 'Fuyu' persimmons. *Acta Hort.*, 441: 279-286.
- Pérez-Gago, M.B., Rojas, C., Del Río, M.A. 2003. Effect of hydroxypropyl methylcellulose-lipid edible composite coatings on plum (cv. *Autumn giant*) quality during storage. *J. Food Sci.*, 68: 879-883.
- Perkins-Veazie, P., Roe, N., Lasswell, J., McFarland, M.J. 1999. Temperature manipulation improves postharvest quality of a mid-season peach. *J. Food Quality*, 22: 75-84.
- Pesis, E., Ben-Arie, R. 1984. Involvement of acetaldehyde and ethanol accumulation during induced deastringency of persimmon fruits. *J. Food Sci.*, 49 (1): 896-899.
- Pesis, E., Ben-Arie, R. 1986. Carbon dioxide assimilation during postharvest removal of astringency from persimmon fruit. *Physiol. Plant.*, 67 (4): 644-648.

Pesis, E., Levi, A., Ben-Arie, R. 1986. Deastringency of persimmon fruits by creating a modified atmosphere in polyethylene bags. *J. Food Sci.*, 51 (4): 1014-1016.

Porter, G.W., Topp, B.L., Richards, G.D., Sherman, W.B. 1996. Low-child, non-melting flesh peaches with fresh market and export potential. *Acta Hort.*, 374: 53-60.

Ragazzini, D. 1985. *El kaki*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.

Ravaglia, G., Sansavini, S., Ventura, M., Tabanelli, D. 1966. Indici di maturazione e miglioramento qualitative delle pesche. *Frutticoltura*, 3: 61-66.

Rigitano, O., Ojima, M., Dall'orto, F.A.C., Tombolato, A.F.C., Barbosa, W., Scaranari, H.J., Martins, F.P. 1984. 'Fuyuhana': Nova cultivar de Caqui nao taninoso para Sao Paulo. In: *Anais VII Congresso Brasileiro de Fruticultura*, Vol. 1, Florianopolis (Brazil). Empresa Caterinense de Pesquisa Agropecuaria, S.A., pp.: 288-294.

Robertson, J.A., Meredith, F.I., Forbus, W.R.J. 1991. Changes in quality characteristics during peach (cv. 'Majestic') maturation. *J. Food Quality*, 14: 197-207.

Robertson, J.A., Meredith, F.I., Horvat, R.J., Senter, S.D. 1990. Effect of cold storage and maturity on the physical and chemical characteristics and volatile constituents of peaches (cv. 'Cresthaven'). *J. Ag. Food Chem.*, 38 (3): 620-624.

Robertson, J.A., Meredith, F.I., Lyon, B.G., Chapman, G.W. 1993. Comparison of quality characteristics of three nonmelting clingstone peach selections. *J. Food Quality*, 16: 197-207.

Romaguera, S., Pérez-Gago, M.B., Salvador, A., Badenes, M., Del Rio, M.A. 2009. Postharvest characterization of different cultivars of persimmon. *Acta Hort.*, 833: 215-220.

Roy, S.K., Khurdiya, D.S., Waskar, D.P. 1995. Other subtropical fruits. In: D.K. Salunkhe, S.S. Kadam (Ed.). Handbook of Fruit Science and Technology: Production, Composition, Storage and Processing. Marcel Dekker, Inc., New York. pp.: 539-561.

Salunkhe, D.K., Desai, B.B. 1984. Postharvest Biotechnology of Fruits. CRC Press, Boca Raton, FL, p.: 168.

Salvador, A. 2007. Conservación del caqui 'Rojo Brillante' a baja temperatura. Infopost, Grupo Fomesa, 8. <http://www.fomesa.com/Productos/boletines/INFOPOST%2008.pdf> (17/12/07).

Salvador, A., Arnal, L., Besada, C., Larrea, V., Hernando, I., Pérez-Munuera, I. 2008. Reduced effectiveness of the treatment for removing astringency in persimmon fruit when stored at 15°C: Physiological and microstructural study. Postharvest Biol. Tec., 49: 340-347.

Salvador, A., Arnal, L., Besada, C., Larrea, V., Quiles, A., Pérez-Munuera, I. 2007a. Physiological and structural changes during ripening and deastringency treatment of persimmon fruit cv. 'Rojo Brillante'. Postharvest Biol. Tec., 46: 181-188.

Salvador, A., Arnal, L., Carot, J.M., Carvalho, C.P., Jabaloyes, J.M. 2006. Influence of different factors on firmness and color evolution during the storage of persimmon cv. 'Rojo Brillante'. J. Food Sci., 71 (2): 169-175.

Salvador, A., Arnal, L., Monterde, A., Carvalho, C.P., Martínez-Jávega, J.M. 2005a. Effect of harvest date in chilling-injury development of persimmon fruit. Acta Hort., 687: 399-403.

Salvador, A., Arnal, L., Monterde, A., Cuquerella, J. 2004a. Reduction of chilling injury symptoms in persimmon fruit cv. 'Rojo Brillante' by 1-MCP. Postharvest Biol. Tec., 33: 285-291.

Salvador, A., Arnal, L., Monterde, A., Cuquerella, J. 2005b. Chilling-injury sensitiveness of 'Rojo Brillante' persimmon. Acta Hort., 682 (2): 1109-1115.

- Salvador, A., Arnal, L., Monterde, A., Martínez-Jávega, J.M. 2005c. Influence of ripening stage at harvest on chilling injury symptoms of persimmon cv. Rojo Brillante stored at different temperatures. *Food Sci. Technol. Int.*, 11 (5): 359-365.
- Salvador, A., Arnal, L., Navarro, P., Martínez-Jávega, J.M. 2007b. Aplicación del 1-MCP en la conservación del 'Rojo Brillante'. *Phytoma España*, 189: 82-87.
- Salvador, A., Cuquerella, J., Martínez-Jávega, J.M., Monterde, A., Navarro, P. 2004b. 1-MCP preserves the firmness of stored persimmon 'Rojo Brillante'. *J. Food Sci.*, 69 (2): 69-73.
- Sargent, S.A., Crocker, T.E., Zoellner, J.J. 1993. Storage characteristics of 'Fuyu' persimmons. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 106: 131-134.
- Scorza, R. 2005. Peach and apricot. In: D.M. Barret, L.P. Somogyi and H. Rawaswamy (Ed.). *Processing Fruits. Science and Technology*. Second Edition. CRC Press LCC. pp.: 481-496.
- Serrano, M., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., Valero, D. 2004. Effect of preharvest sprays containing calcium, magnesium and titanium on the quality of peaches and nectarines at harvest and during postharvest storage. *J. Sci. Food Agr.*, 84 (11): 1270-1276.
- Shewfelt, R.L., Myers, S.C., Resurreccion, A.V.A. 1987. Effect of physiological maturity at harvest on peach quality during low temperature storage. *J. Food Quality*, 10: 9-20.
- Sims, E.T.J., Comin, D. 1963. Evaluation of objective maturity indices for Halehaven peaches. *Proc. Arn. Soc. Hortic. Sci.*, 82: 125-130.
- Stanica, F., Cepoiu, N., Dumitri, L.M. 2002. New dwarf peach and nectarine tree varieties registered in 2000 by the Fruit Research Station Constanta, Romania. *Acta Hort.*, 592: 161-163.
- Sugiura, A. 1983. Origin in varietal differentiation in Japanese persimmon. *Recent Adv. Plant Breeding*, 25: 29-37.

Sugiura, A., Kataoka, I. Tomana, T. 1983. Use of refractometer to determine soluble solids of astringent fruits of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* L.). J. Hortic. Sci., 58 (2):241-246.

Sugiura, A., Yonemori, K., Harada, H., Tomana, T. 1979. Changes of ethanol and acetaldehyde contents in Japanese persimmon fruits and their relation to natural destringency. Studies from Institute of Horticulture, Kyoto University, 9: 41-47.

Taira, S. 1996. Astringency in persimmon. In: Ed. Linskens, H.F., Jackson, J.F. Modern Methods of Plant Analysis, Vol. 18, Fruit Analysis. Springer/Verlag, Berlin/Heidelberg, pp.: 97-110.

Taira, S., Ono, M., Matsumoto, N. 1997. Reduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannins. Postharvest Biol. Tec., 12: 265-271.

Taylor, J.E. 1993. Exotics. In: Biochemistry of fruit ripening. Edited by G. Seymour, J. Taylor and G. Tucker. Chapman and Hall, London.

Testoni, A. 1995. Momento di raccolta, qualità, condizionamento e confezionamento delle pesche. In: Proceedings of the Symposium on La Peschicoltura Veronese alle soglie del 2000, Verona, February 25, pp.: 327-354.

Tibola, C.S., Lucchetta, L., Zanuzo, M.R., da Silva, P.R., Ferri, V.C., Rombaldi, C.V. 2005. Inibição da ação do etileno na conservação de caquis (*Diospyros kaki* L.) 'fuyu'. Revista Brasileira de Fruticultura, 27(1): 36-39.

Tonutti, P., Bonghi, C., Ramina, A., Vidrih, R. 1998. Molecular and biochemical effects of anoxia, hypoxia and CO₂-enriched atmosphere on 'Springcrest' peaches. Acta Hort., 465: 439-446.

Tsviling, A., Nerya, O., Gizis, A., Sharabi-Nov, A., Ben-Arie, R. 2003. Extending the shelf-life of 'Triumph' persimmons after storage, with 1-MCP. Acta Hort., 599: 53-58.

- Vavilov, N.I. 1951. Phytogeographical basis of plant breeding. In: Chester, K.S. (ed.). The origin, variation and breeding of cultivated plants. Chron. Bot., 13: 13-54.
- Ventura, M., Sama, A., Minguzzi, A., Lazoni, S. Sansavini, S. 2000. Ottimizzazione del carico di frutti per migliorare la produzione e la qualità delle nettarine 'Supercrimson' e 'Venus'. In: S. Sansavini (Eds.). Per una nuova peschicoltura: produzione, organizzazione, mercato. XXIV Convegno Peschicolo, Cesena, Febbraio 24-25, pp.: 173-176.
- Vidrih, R., Simcic, M., Hribar, J., Plestenjak, A. 1994. Astringency removal by high CO₂ treatment in persimmon fruit (*Diospyros kaki*). Acta Hort., 368: 652-656.
- Von Mollendorff, L.J. 1987. Woolliness in peaches and nectarines: A review. 1. Maturity and external factors. Hort. Sci./Tuinbouwetenskap, 5: 1-3.
- Wang, R., Yang, Y., Li, G. 1997. Chinese persimmon germplasm resources. Acta Hort., 436: 43-50.
- Wang, Y.S., Tian, S.P., Xu, Y. 2005. Effects of high oxygen concentration on pro- and anti-oxidant enzymes in peach fruits during postharvest periods. Food Chem., 91: 99-104.
- Wang, Y.Z., Liu, Q.Z. 2006. Apricot germplasm resources in China. Acta Hort., 711: 181-189.
- Wen, I., Sherman, W.B. 2002. Evaluation and breeding of peaches and nectarines for subtropical Taiwan. Acta Hort., 592: 191-196.
- Woolf, A.B., Ball, S., Spooner, K.J., Lay-Yee, M., Ferguson, I.B., Watkins, C.B., Gunson, A., Forbes, S.K. 1997. Reduction of chilling injury in the sweet persimmon 'Fuyu' during storage by dry air heat treatments. Postharvest Biol. Tec., 11: 155-164.

- Xu, C.H., Nakatsuka, A., Itamura, H. 2004. Effects of 1-methylcyclopropene (MCP) treatment on ethylene production, softening and activities of cell wall degrading enzymes in 'Saijo' persimmon fruit after removal of astringency with dry ice. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.*, 73: 184-188.
- Yamada, M., Giordani, E., Yonemori, K. 2012. Persimmon. In: M.L. Badenes, D.H. Byrne (Eds.). *Fruit Breeding, Handbook of Plant Breeding*, Vol 8, Part 3. Springer. pp: 663-693.
- Yamada, M., Taira, S., Ohtsuki, M., Sato, A., Iwanami, H., Yakushiji, H., Wang, R., Yang, Y., Li, G. 2002. Varietal differences in the ease of astringency removal by carbon dioxide gas and ethanol vapor treatments among Oriental astringent persimmons of Japanese and Chinese origin. *Scientia Hort.*, 94: 63-72.
- Yonemori, K., Ikegami, A., Kanzaki, S., Sugiura, A. 2003. Unique features of tannin cells in fruit of pollination constant non-astringent persimmons. *Acta Hort.*, 601: 31-35.
- Yonemori, K., Matsushima, J. 1985. Property of development of the tannin cells in non-astringent type fruits of Japanese persimmon (*Diospyros kaki*) and its relationship to natural deastringency. *J. Japan Soc. Hort. Sci.*, 54: 201-208.
- Yonemori, K., Sugiura, A., Yamada, M. 2000. Persimmon genetics and breeding. In: J. Janick (eds.). *Plant Breeding Reviews*, Vol. 19. John Wiley & Sons, Inc., New York, pp.: 191-225.
- Yong, Y., Renzi, W. 2003. Difference in fruit Vitamin C, soluble solids content, soluble tannin content in PCNA, PVNA, and PCA persimmon cultivars in China. *Acta Hort.*, 601: 239-243.
- Zavrtanik, M., Hribar, J., Vidrih, R. 1999. Effect of short anoxia exposure on metabolic changes of persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.). *Acta Hort.*, 485: 405-411.

Zhou, H.W., Dong, L., Ben-Arie, R., Lurie, S. 2001. The role of ethylene in the prevention of chilling injury in nectarines. *J. Plant Physiol.*, 158: 55-61.

Zhou, H.W., Lurie, S., Lers, A., Khatchitski, A., Sonogo, L., Ben Arie, R. 2000. Delayed storage and controlled atmosphere storage of nectarines: two strategies to prevent woolliness. *Postharvest Biol. Tec.*, 18: 133-141.

Ziliotto, F., Begheldo, M., Rasori, A., Bonghi, C., Tonutti, P. 2008. Transcriptome profiling of ripening nectarine (*Prunus persica* L. Batsch) fruit treated with 1-MCP. *J. Exp. Bot.*, 59 (10): 2781-2791.

8. ANEJO

ANEJO 1: RELACIÓN ENTRE FIRMEZA INSTRUMENTAL Y FIRMEZA SENSORIAL EN CAQUI.

Teniendo en cuenta que la escala utilizada en firmeza sensorial está en el rango de 1 ('muy blandos') a 5 ('muy firmes'), se realizó un ajuste entre firmeza instrumental y firmeza sensorial a una curva no lineal con una asíntota en 5 y la ordenada en el origen en 1 con la ayuda del programa estadístico R (R Development Core Team, 2010) (Ecuación 1; Figura 9).

$$y = 5 - a \cdot e^{-b \cdot x} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dicho ajuste dio como resultado los valores de los parámetros estimados a y b ($a = 3,5317 \pm 0,0708$; $b = 0,0452 \pm 0,00197$) y un valor de F de 5313,96 con una significación menor de 0,0001.

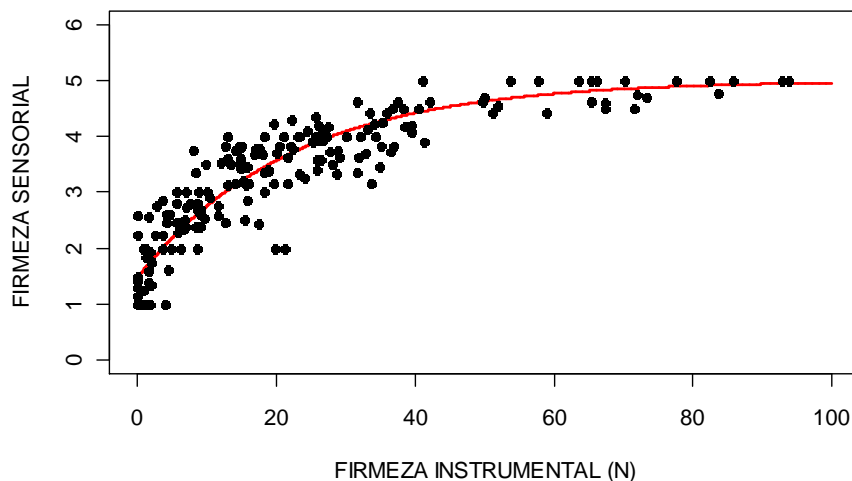


Figura 9: Curva no lineal con asíntota en 5 y ordenada en el origen en 1 que relaciona la firmeza sensorial con la firmeza instrumental.

