

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

EVALUACIÓN DE LA APTITUD A LA FRIGOCONSERVACIÓN DE DOS NUEVAS VARIETADES DE NÍSPERO CV ANDRÉS Y CV RUCHEY

TRABAJO FIN DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN GESTIÓN DE LA
CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

ALUMNO/A:
Eva Gómez Carpio

TUTOR/A ACADEMICO:
Isabel Hernando Hernando

DIRECTOR EXPERIMENTAL:
Dra. Alejandra Salvador Pérez
Dra. Cristina Besada Ferreiro

Curso Académico: 2018-2019

VALENCIA, 5 de julio de 2019

EVALUACIÓN DE LA APTITUD A LA FRIGOCONSERVACIÓN DE DOS NUEVAS VARIEDADES DE NÍSPERO CV ANDRÉS Y CV RUCHEY

Eva Gómez Carpio, Isabel Hernando Hernando¹, Alejandra Salvador Pérez², Cristina Besada Ferreiro²

RESUMEN

Con el fin de introducir nuevas variedades que permitan ampliar la gama varietal del níspero en el área mediterránea de producción, el IVIA en colaboración con la D.O. Nísperos Callosa d'En Sarrià cuenta con un Programa de Mejora, dentro del cual se han preseleccionado dos nuevas variedades tardías 'Andrés' y 'Ruchey'. En este trabajo se ha caracterizado la calidad de ambas variedades en el momento de recolección y se ha evaluado su aptitud a la frigoconservación. Para ello se realizaron dos recolecciones de cada variedad y se evaluaron los cambios físico-químicos y sensoriales durante una conservación frigorífica prolongada de 30 días a 1°C. Periódicamente se evaluaron parámetros físico-químicos relacionados con la calidad del fruto. La calidad sensorial fue evaluada por un panel semientrenado que determinó los cambios en los principales atributos. Los resultados mostraron que en recolección ambas variedades presentan una elevada calidad interna y externa. La conservación frigorífica provocó un descenso gradual de la acidez y de la intensidad de aroma y sabor; sin suponer una limitación comercial en ninguna de las variedades estudiadas. Se observó una pérdida de jugosidad y endurecimiento de la pulpa que fue más acusada en la variedad Andrés, lo que provocó una sensación de textura corchosa que se hizo muy patente tras los 30 días de almacenamiento. Las dos variedades también presentaron síntomas visibles de deshidratación de la piel que fueron mucho más severos en la variedad 'Ruchey', en la que se vieron acompañados de un pardeamiento externo y pasaron a ser severos tras 30 días de conservación. Para garantizar una elevada calidad del fruto la conservación frigorífica no debe ser superior los 20 días en ninguna de las dos variedades estudiadas.

PALABRAS CLAVE: níspero, conservación, postcosecha, daños por frío, calidad, sensorial, firmeza, acidez.

RESUM

Amb la finalitat d'introduir noves varietats que permeten ampliar la gamma varietal del nispro en l'àrea mediterrània de producció l'IVIA en col·laboració amb la D.O. Nispros Callosa d'EnSarrià compta amb un Programa de Millora, dins del qual s'han preseleccionat dues noves varietats tardanes 'Andrés' i 'Ruchey'. En aquest treball s'ha caracteritzat la qualitat d'estes dues varietats en el moment de recol·lecció i s'ha avaluat la seua aptitud a la frigoconservació. Per això es van realitzar dues recol·leccions de cada varietat i es van avaluar

¹ Departamento de Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n. 46022 Valencia. España.

² Centro de Tecnología Post-recolección. Institut Valencià d'Investigacions Agràries. Ctra. CV-315, 1 Km 10'7. 46113 Montcada, Valencia. España.

els canvis físic-químics i sensorials durant una conservació frigorífica prolongada de 30 dies a 1°C. Periòdicament es van avaluar paràmetres físic-químics relacionats amb la qualitat del fruit. La qualitat sensorial va ser avaluada per un panell semientrenat que va determinar els canvis en els principals atributs. Els resultats van mostrar que en recol·lecció totes dues varietats presenten una elevada qualitat interna i externa. La conservació frigorífica va provocar un descens gradual de l'acidesa i intensitat d'aroma i sabor; sense suposar una limitació comercial en cap de les varietats estudiades. Es va observar una pèrdua de suculència i enduriment de la polpa que va ser més acusada en la varietat Andrés, la qual cosa va provocar una sensació de textura corchosa que es va fer molt palesa després dels 30 dies de conservació. Les dues varietats també van presentar símptomes visibles de deshidratació de la pell que van ser molt més severes en la varietat 'Ruchey', en la qual es van veure acompanyats d'un pardeament extern i van passar a ser severes després de 30 dies de conservació. Per a garantir una elevada qualitat del fruit la conservació frigorífica no ha de ser superior als 20 dies en cap de les dues varietats estudiades.

PARAULES CLAU: nispro, conservació, postcollita, danys per fred, qualitat, sensorial, fermesa, acidesa

ABSTRACT

A breeding program is carried out in the Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) in collaboration with D.O. 'Nispero Callosa de Ensarriá' in order to obtain new varieties to prolong the commercial season. Currently two new late-season varieties, 'Andrés' and 'Ruchey', have been pre-selected. The objective of this work was to evaluate the fruit quality at harvest of these new cultivars and their aptitude under cold storage. Two harvests of each variety were carried out and physico-chemical and sensory changes were evaluated during storage at 1°C up to 30 days. Periodically the physicochemical parameters associated to fruit quality were determined. The sensory quality was evaluated by a semi-trained panel that determined the changes in the main attributes. The results showed that the fruit from both varieties have a high internal and external quality at harvest. Cold storage led to a slight gradual decrease in acidity and aroma and flavor intensity, however these changes did not cause a detriment in the commercial quality in any of the varieties. A loss of juiciness and hardening of the pulp was observed, which was more pronounced in 'Andrés' fruits, which led to a sensation of corky texture that became very evident after 30 days of storage. The two varieties also exhibited visible dehydration symptoms of the skin that were much more severe in 'Ruchey' variety. In this cultivar was also observed severe external browning symptoms after 30 days of storage. Thus, in order to guarantee a high fruit quality, the cold storage must not exceed 20 days in any of the two varieties studied.

KEYWORDS: loquat, cold storage, postharvest, chilling injury, fruit quality, sensorial, firmness, acidity.

INTRODUCCIÓN

El níspero japonés (*Eriobotrya japonica* Lindl.) es un árbol frutal perenne, originario del sudeste de China. Pertenece a la familia de las Rosáceas, subfamilia Pomoideas, género *Eriobotrya* y especie japónica. Aunque existen formas botánicas antiguas que llevaron a considerar que el país de origen era Japón, de ahí su nombre, se admitió que su origen es China donde su cultivo está documentado desde el año 1180 (Morton, 1987).

Actualmente, el níspero se cultiva principalmente en China, Japón, India, Pakistán, Madagascar, países del Mediterráneo (España, Italia, Turquía, Grecia, Israel), Estado Unidos (especialmente en California y Florida), América del Sur (Brasil, Venezuela) y Australia. Aunque no es fácil encontrar datos de producción mundial de níspero en las estadísticas oficiales, debido a que es considerado un cultivo minoritario, la producción mundial está estimada en unas 140.000 t, siendo China el primer país productor con una producción de 100.000 t destinada principalmente a su mercado interno (Información del Centro de Fruticultura del IVIA). El segundo puesto lo ocupa España con una producción de unas 35.000 t. El 50% del níspero producido en España está destinado a la exportación, lo que la convierte en el primer país exportador del mundo. Sus exportaciones se destinan principalmente a Italia, además de Portugal y Francia (Caballero y Fernández, 2004).

El níspero es un cultivo muy adaptado a las condiciones de la cuenca del Mediterráneo, en las mismas zonas donde se desarrolla el cultivo de los cítricos (Lláceret *al.*, 2004). En España la Comunidad Valenciana es la de mayor producción con unas 20.000 t. Andalucía es la segunda comunidad productora con unas 13.592 t. A lo largo de la costa de Granada y Málaga se obtiene la maduración más precoz. Finalmente, otras comunidades como Baleares, Murcia, Cataluña y Canarias son productoras de níspero, pero no son muy relevantes (MAPA, 2016).

Dentro de la Comunidad Valenciana, la provincia que mayor relevancia tiene en el cultivo del níspero es Alicante con una superficie de cultivo de 892 hectáreas y 14.000 t toneladas de producción por año, localizándose, principalmente, en los municipios de Callosa d'En Sarrià y Altea, aunque existen otros municipios donde este cultivo tiene presencia como Polop, Bolulla, Guadalest, La Nucia, La Villa Joiosa, Alfàs del Pí, Benidorm y Novelda.

En esta área, sobre todo la comarca de la Marina Baixa y mayoritariamente en la población de Callosa d'En Sarrià, el cultivo de níspero se ha convertido en el principal medio económico de los agricultores de la zona.

Dadas las características particulares de esta área de producción, con un clima con temperaturas suaves y aguas de muy buena calidad, y debido a la importancia que este cultivo ha adquirido para la comarca, donde la producción de níspero está especialmente arraigada, se aprobó por la Consellería de Agricultura, Pesca y Ganadería de la Comunidad Valenciana en junio de 1991 el Reglamento de la Denominación de Origen Nísperos Callosa d'En Sarrià, que fue ratificado posteriormente por el Ministerio de Agricultura en enero de 1992.

La Denominación de Origen Protegida Nísperos Callosa d'En Sarrià tiene como fin la representación, defensa, garantía y promoción de los productos amparados, así como el desarrollo de los mercados. Bajo esta Denominación de Origen (D.O.) están amparados 19 municipios alicantinos (Callosa d'EnSarrià, Altea, Bolulla, Polop, La Nucua, Tárbenas, Guadalest, Benimantell, Beniardà, Confrides, Benifato, Alfaz del Pi, Villajoyosa, Benidorm, Finestrat, Relleu, Sella, Orcheta y Aigües de Bussot), los cuales en la campaña 2018 representaron una superficie inscrita de 686 ha, con un total de 3.007 parcelas pertenecientes a 1.106 productores. La producción de 2018 en la superficie inscrita superó las 13.800 toneladas producidas, de las cuales 9.000 eran de fruta protegida y se comercializaron un total de 6.500 toneladas.

Uno de los problemas actuales del cultivo del níspero en esta área de producción, es la centralización de la producción en una única variedad y sus mutaciones. El cultivar más importantes es el 'Algerie', el cual concentra junto a sus mutaciones cerca del 95% de la producción total.

La centralización de la producción en una variedad supone una pérdida de diversidad genética de la especie, además de una limitación en el periodo de comercialización y un importante riesgo fitosanitario. Conscientes del problema en 2001 la Cooperativa Agrícola de Callosa d'En Sarrià, miembro mayoritario del Consejo Regulador de la D.O.P. Nísperos Callosa d'En Sarrià, con el apoyo de la Conselleria de Agricultura y el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias comenzó un Programa de Mejora, en el que se ha ido incluyendo nuevo material vegetal procedente de otros países productores como China y Japón, así como todas las mutaciones espontáneas y mutaciones de semilla que han ido surgiendo de manera natural (Martínez Calvo *et al.*, 2010). De este plan de mejora en la actualidad se dispone de unos 40 híbridos con potencial interés.

Hay que tener en cuenta que la introducción de nuevas variedades en la estructura de producción requiere, además del estudio del comportamiento agronómico, la evaluación no sólo de su calidad en recolección, sino también de su comportamiento postcosecha, ya que de ello va a depender en gran medida su éxito comercial.

Los frutos de níspero tienen una corta vida postcosecha a temperatura ambiente, ya que son bastante perecederos y se dañan fácilmente, siendo muy susceptibles de perder humedad, con los consecuentes problemas de deshidratación que ello conlleva. Generalmente, la fruta almacenada a temperatura ambiente no puede mantenerse en buenas condiciones más de 6-9 días (Zheng *et al.*, 2000). Es por ello que se recurre al almacenamiento frigorífico para alargar el periodo de comercialización tras la cosecha. Sin embargo, el níspero es susceptible de sufrir alteraciones asociadas a la conservación a bajas temperaturas (Dinget *et al.*, 2006; Cai *et al.*, 2006a). El comportamiento del fruto bajo condiciones de frigoconservación depende en gran medida de la variedad, por lo que la introducción de un nuevo cultivar requiere de estudios postcosecha previos.

Entre las variedades de níspero que han sido seleccionadas dentro del Programa de Mejora coordinado conjuntamente entre la D.O. y el IVIA, cabe destacar dos de ellas, 'Andrés' y 'Ruchey', ambas mutaciones de 'Algerie' de

especial interés por ser de recolección tardía, lo que permitiría alargar la campaña comercial. En este momento la variedad 'Andrés' se encuentra en proceso de registro y la variedad 'Ruchey' será registrada en un futuro próximo. En este contexto, existe la necesidad de estudiar su comportamiento postcosecha con el fin de conocer su potencial de conservación.

Así, el objetivo de este trabajo ha sido evaluar la aptitud a la frigoconservación de las nuevas variedades de níspero 'Andrés' y 'Ruchey', determinando para ello la evolución de su calidad durante el almacenamiento a bajas temperaturas, mediante la determinación de los cambios en sus principales parámetros fisicoquímicos y atributos sensoriales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal y metodología

El estudio se realizó con frutos de níspero de las nuevas variedades 'Andrés' y 'Ruchey' (Figura 1 y 2 respectivamente) procedentes de la Estación Experimental de la Cooperativa Agrícola de Callosa d'EnSarrià (Alicante, España).



FIGURA 1. Frutos de níspero cv. Andrés



FIGURA 2. Frutos de níspero cv. Ruchey

Entre el 27 de abril y el 16 de mayo, siguiendo las prácticas habituales de recolección por pases en base a la coloración externa, se realizaron 2 recolecciones para cada variedad (Tabla 1).

TABLA 1. Fecha de recolección de las dos variedades estudiadas

	R1	R2
cv. Andrés	27/04/2018	03/05/2018
cv. Ruchey	10/05/2018	16/05/2018

En cada caso la recolección fue aproximadamente de entre 150 y 180 frutos de coloración homogénea. Tras cada una de las recolecciones, los frutos se transportaron al Centro de Tecnología Postcosecha del Instituto Valenciano de

Investigaciones Agrarias (IVIA), donde se formaron siete lotes de 20 frutos cada uno.

Uno de estos lotes fue directamente analizado para determinar el estado de la fruta en el momento de recolección. Los 6 lotes restantes fueron transferidos a una cámara de conservación a 1°C (85-90% HR). Periódicamente, tras 10, 20 y 30 días de conservación frigorífica dos lotes de fruta fueron retirados de la cámara. Uno de ellos fue analizado directamente a la salida de la cámara de frigoconservación (SF), mientras que el otro lote fue transferido a 20°C para simular un periodo de comercialización de 4 días a 20°C previamente a su análisis (SC).

En el momento de la recolección, tras los diferentes periodos de conservación frigorífica a 1°C (10, 20 y 30 días) así como tras los consiguientes periodos de comercialización se evaluó tanto la calidad físico-química como sensorial del fruto.

La evaluación de la calidad físico-química se realizó mediante la determinación de los siguientes parámetros: color, firmeza, sólidos solubles totales (SST), acidez titulable, contenido de taninos solubles, y concentración de etanol en zumo. Además, se realizó la evaluación de las posibles alteraciones asociadas al almacenamiento frigorífico.

La evaluación sensorial del fruto fue llevada a cabo mediante un panel semientrenado de catadores que evaluó los atributos de aroma, sabor, acidez, dulzor, jugosidad y astringencia en los distintos momentos del ensayo.

Determinaciones analíticas

El color externo fue determinado sobre 20 frutos para cada variedad y momento de análisis, tomando dos medidas por fruto en caras opuestas de la zona ecuatorial. Para ello se utilizó un colorímetro Minolta (CR-300, Konica Minolta Inc, Tokio, Japan) mediante el cual se determinaron los parámetros L, a y b de Hunter. Los resultados se expresaron como Índice de Color ($IC=1000a/Lb$) (Besada *et al.*, 2012).

Una vez determinado el color externo sobre esos mismos 20 frutos se determinó la firmeza de la pulpa con un texturómetro (InstronCorp, mod. 4301, Campton, Mass., U.S.A.) provisto con un punzón de 8 mm de diámetro. Para ello, se realizó una medida por fruto en su zona ecuatorial tras haber retirado previamente la piel. Los resultados fueron expresados como la fuerza en Newtons (N) necesaria para romper la pulpa.

Tras la determinación del color y la firmeza, los 20 frutos bajo análisis fueron divididos en 4 lotes homogéneos de 5 frutos cada uno, disponiendo así de 4 repeticiones a partir de los cuales se determinarían el contenido en sólidos solubles totales, la acidez, los taninos solubles, y la concentración de etanol. Para ello los frutos fueron divididos en 4 cuartos iguales. Uno de estos cuartos se utilizó para la obtención de zumo, disponiendo así en cada caso de 4 zumos provenientes de 5 frutos cada uno. A partir de estas muestras de zumo se determinaron los SST, la acidez titulable y se congeló muestra para posteriormente determinar la concentración de etanol. Otro cuarto de cada fruto

fue destinado a la toma de muestra para la posterior determinación de taninos solubles. Para ello, cinco cuartos provenientes de los distintos frutos de cada repetición fueron cortados en pequeños trozos, homogenizados y congelados a -20°C . Finalmente, los dos cuartos restantes de cada fruto se utilizaron para llevar a cabo los estudios sensoriales.

Los sólidos solubles totales (SST) se determinaron mediante un refractómetro digital (ATAGIO PR-1), siendo el resultado expresado en $^{\circ}\text{Brix}$. La determinación de la acidez se realizó mediante una valoración ácido-base realizada con NaOH y fenoftaleína como indicador. Los valores de la acidez fueron expresados con g ác. málico/100mL zumo.

El análisis de los taninos solubles se llevó a cabo siguiendo el método descrito por Taira (1995). A partir de 5g de pulpa congelada a -20°C , la cual fue homogeneizada con 25 mL de metanol al 80%; tras la centrifugación y filtrado del homogeneizado se reservó el sobrenadante y se realizó una segunda extracción. La combinación de ambos sobrenadantes fue enrasada a 100 mL con agua destilada. Se tomó una alícuota de la extracción y se le añadió el reactivo FolinCiocalteu, tras 3 min se paró la reacción con Na_2CO_3 . Transcurridos 60 min en oscuridad se llevó a cabo la determinación de los taninos solubles totales mediante la medición espectrofotométrica de su absorbancia a una longitud de onda de 725 nm. La curva de calibración fue realizada utilizando diferentes concentraciones de ácido gálico, y los resultados fueron expresados en % peso fresco.

La concentración de etanol fue determinada mediante cromatografía gaseosa de espacio de cabeza (Ke y Kader, 1990). Muestras de 5 mL de zumo se colocaron en viales de 10 mL, debidamente sellados, siendo congeladas a -20°C hasta su análisis. En el momento de las determinaciones se colocaron los viales en baño maría a 20°C durante una hora, siendo más tarde transferidos a un baño de 60°C durante 12 minutos antes de ser analizados. A continuación, los viales se agitaron con un vibrador Spinmix durante unos 5 segundos y se extrajo con una jeringa una muestra de 1mL de gas del espacio de cabeza, que posteriormente se inyectó en un cromatógrafo Perkin Elmer 2000. Los resultados se expresaron en mg de etanol por 100 mL de zumo.

Las alteraciones fisiológicas asociadas al frío fueron evaluadas visualmente sobre los 20 frutos de cada lote, teniendo en cuenta tanto el porcentaje de fruta afectada como la intensidad del daño en cada caso. Para ello se realizó una evaluación del aspecto externo del fruto previamente a la determinación del color. Además, también se evaluó la presencia de daños internos mediante la evaluación visual de la pulpa.

Análisis sensorial

La calidad sensorial de los frutos fue evaluada mediante un panel de catadores semientrenado formado por 8 personas. Todas las sesiones de cata se realizaron en la sala de catas del IVIA, la cual cuenta con 10 cabinas independientes totalmente equipadas para realizar el análisis sensorial bajo condiciones óptimas.

Con el fin de compensar la variabilidad natural de los frutos cada muestra estuvo compuesta por 3 porciones provenientes de tres nísperos diferentes (cada porción se correspondió con un trozo de fruto cortado en forma de gajo de una anchura aproximada de 3 cm). Las muestras fueron codificadas con cifras de tres dígitos y se pidió a los catadores que evaluaran la intensidad de aroma, sabor, acidez, dulzor, jugosidad y astringencia mediante escalas de 6 puntos utilizando la ficha de cata mostrada en la Figura 3. Para la evaluación de la textura del fruto se utilizó el método CATA (checkallthatapply) en el que se pide a los catadores que marquen todos aquellos atributos que describan la textura de la muestra (demasiado duro, acuosa, corchosa, adecuada, demasiado blanda, desestructurada). Finalmente se indicó a los catadores que incluyesen cualquier observación que considerasen relevante acerca de las propiedades sensoriales del fruto.

Valora la muestra	
Código muestra: _____	
<p>Intensidad de aroma característico a níspero</p> <input type="checkbox"/> No tiene aroma <input type="checkbox"/> Tiene muy poco aroma <input type="checkbox"/> Tiene algo de aroma <input type="checkbox"/> Tiene aroma <input type="checkbox"/> Tiene bastante aroma <input type="checkbox"/> Tiene mucho aroma	<p>Jugosidad</p> <input type="checkbox"/> Ausencia <input type="checkbox"/> Muy poco jugosa <input type="checkbox"/> Algo jugosa <input type="checkbox"/> Jugosa <input type="checkbox"/> Bastante jugosa <input type="checkbox"/> Muy jugosa
<p>Intensidad de sabor característico a níspero</p> <input type="checkbox"/> Totalmente insulso <input type="checkbox"/> Tiene muy poco sabor <input type="checkbox"/> Tiene algo de sabor <input type="checkbox"/> Tiene sabor <input type="checkbox"/> Tiene bastante sabor <input type="checkbox"/> Tiene mucho sabor	<p>Astringente</p> <input type="checkbox"/> Ausencia <input type="checkbox"/> Muy poco astringente <input type="checkbox"/> Algo astringente <input type="checkbox"/> Astringente <input type="checkbox"/> Bastante astringente <input type="checkbox"/> Muy astringente
<p>Ácidoz</p> <input type="checkbox"/> Ausencia de ácidoz <input type="checkbox"/> Muy poco ácidoz <input type="checkbox"/> Algo ácidoz <input type="checkbox"/> Ácidoz <input type="checkbox"/> Bastante ácidoz <input type="checkbox"/> Muy ácidoz	<p>Textura Marca todo lo que aplique</p> <input type="checkbox"/> Demasiado duro <input type="checkbox"/> Acuosa <input type="checkbox"/> Corchosa <input type="checkbox"/> Adecuada <input type="checkbox"/> Demasiado blando <input type="checkbox"/> Deslavazada
<p>Dulzor</p> <input type="checkbox"/> Ausencia de dulzor <input type="checkbox"/> Muy poco dulce <input type="checkbox"/> Algo dulce <input type="checkbox"/> Dulce <input type="checkbox"/> Bastante dulce <input type="checkbox"/> Muy dulce	<p>Observaciones: _____</p>

FIGURA 3. Ficha de cata

Análisis estadístico

La comparación entre muestras se realizó mediante el análisis de la varianza (ANOVA) a través del paquete estadístico Statgraphics Plus Versión 5.1. Las diferencias mínimas entre las medidas se establecieron a través de intervalos LSD (diferencia mínima significativa) con un nivel de confianza del 95%.

Para la toma de los datos sensoriales, las escalas utilizadas (Figura 3) fueron codificadas numéricamente, de tal forma que la respuesta situada en la posición superior en cada caso recibió un valor de 1, y a medida que se va descendiendo en la ficha la valoración va aumentando progresivamente, 1,2,3,4, 5 y 6. Así, por ejemplo, para la escala de dulzor, valores de 1 equivalen a 'ausencia de dulzor' y valores de 6 a 'muy dulce'.

En el caso de la textura se tuvo en cuenta el número de veces que fue marcado cada uno de los atributos. De manera similar, se hizo un recuento del número de catadores que consideraban la muestra comercial y de aquellos que no.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Coloración externa

Al igual que en otras frutas, la coloración externa es el parámetro utilizado como índice de recolección en níspero, ya que existe una estrecha relación entre la coloración externa y los principales atributos de calidad internos (Besada *et al.*, 2013).

Debido a que en el níspero el avance de la maduración puede variar entre los diferentes frutos del árbol, la recolección se realiza habitualmente por pases que suelen realizarse semanalmente recolectando en cada momento aquellos frutos que presentan una coloración comercial. Además, hay que tener en cuenta que no todas las variedades presentan idéntica coloración, por lo que el índice de color en recolección puede variar en función del color característico de la variedad.

En el presente estudio en el momento de ser recolectados, los frutos de las dos variedades estudiadas presentaron un color de piel naranja intenso con índices de color (IC) entre 8 y 8,5 en el caso de 'Andrés' y ligeramente inferiores, entre 7,5 y 8 en el caso de 'Ruchey' (Figura 4). A lo largo del periodo de conservación se produjo un incremento paulatino en la coloración de los frutos de ambas variedades. Así, tras 10, 20 y 30 días de conservación se observó un aumento en el IC, que fue más acusado cuando la fruta fue transferida a la temperatura de comercialización. Tras 30 días a 1°C más 4 días a 20°C se alcanzó un IC de 10,2 y 11,15 en los frutos de 'Andrés' y un IC de 10,62 y 11,4 en los de 'Ruchey' en la recolección 1 (R1) y recolección 2 (R2) respectivamente.

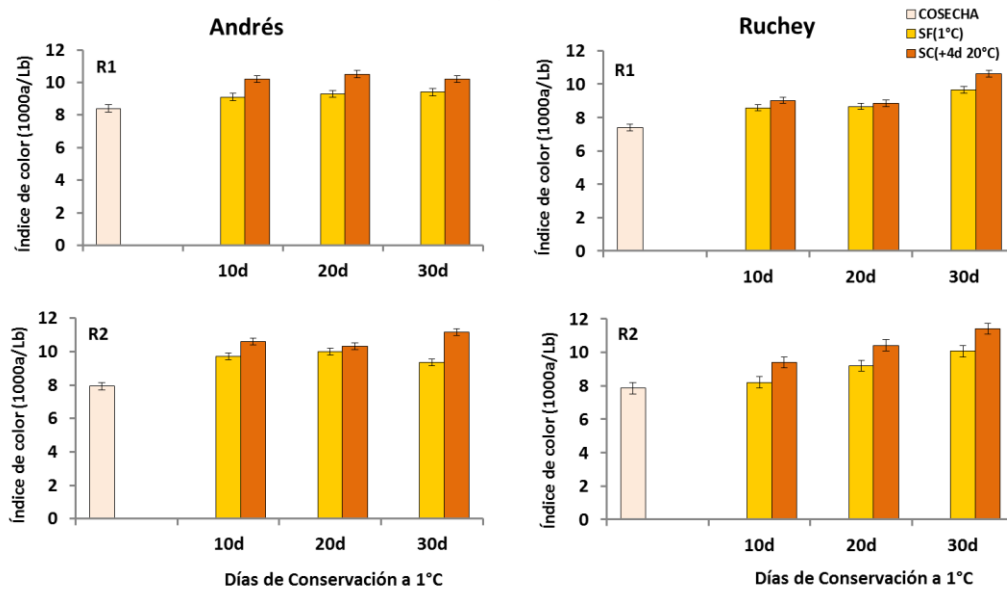


FIGURA 4. Evolución del índice de color de frutos de níspero del cv. Andrés y del cv. Ruchey a lo largo del periodo de conservación de hasta 30 días a 1°C (SF) y tras la posterior simulación de la comercialización de 4 días a 20°C (SC). Las barras verticales representan los intervalos LSD ($P=0.05$).

Firmeza y jugosidad

En el momento de la cosecha la firmeza de las dos variedades estudiadas registró valores similares cercanos a 4N (Figura 5). Durante el periodo de conservación se observó un ligero incremento en los valores de firmeza tras 10 y 20 días de conservación a 1°C que fue mayor tras los 30 días.

La transferencia de la fruta de 1°C a condiciones de comercialización no produjo cambios significativos en los valores de firmeza durante los primeros 20 días. Sin embargo, tras 30 días se observó un incremento significativo tras los 4 días a 20°C. Esto fue observado en las dos variedades, siendo más marcadas las diferencias en los frutos de 'Andrés', que alcanzaron valores de 6,9N y 6,6N en la primera y segunda recolección respectivamente.

Aunque la maduración del níspero puede estar asociada en un principio con un ablandamiento progresivo de la pulpa del fruto (Besada *et al.*, 2011; Besada *et al.*, 2013), diferentes estudios han demostrado que durante la maduración y senescencia el níspero es susceptible de sufrir un inusual aumento de la firmeza, que suele aparecer ligado a una pérdida de jugosidad y adherencia de la piel a la pulpa (Zheng *et al.*, 2000a; Ding *et al.*, 2002; Cai *et al.*, 2006b). Hay autores que han asociado este incremento de la firmeza del fruto a síntomas de daños por frío durante la conservación frigorífica (Zheng *et al.*, 2000b). Sin embargo, el endurecimiento de la pulpa en níspero se ha observado tanto a temperaturas moderadas como a bajas temperaturas, por lo que no se puede entender como una respuesta únicamente al estrés por frío (Cai *et al.*, 2006b). Así, el aumento de la firmeza tras la cosecha del fruto fue relacionado con un proceso de lignificación que se produce tanto a bajas temperaturas como a

temperatura ambiente y en el que se encuentran implicadas las enzimas asociadas con la síntesis de lignina, como la fenilalanina amonio liasa (PAL), la alcohol cinámico deshidrogenasa (CAD) y la peroxidasa (POD) (Cai *et al.*, 2006b)

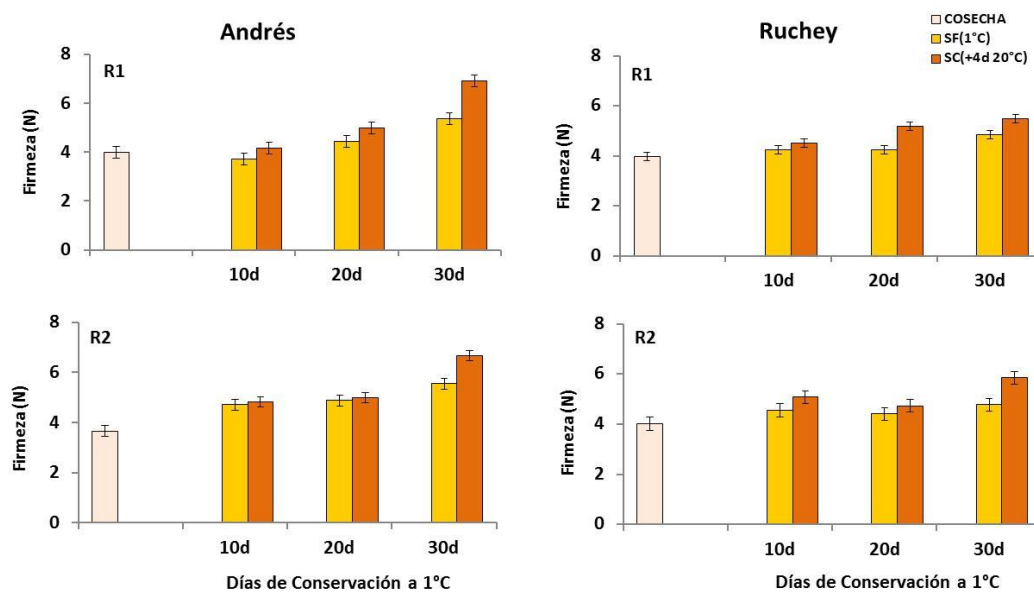


FIGURA 5. Evolución de la firmeza de los frutos de níspero del cv. Andrés y del cv. Ruchey a lo largo del periodo de conservación de hasta 30 días a 1°C (SF) y tras la posterior simulación de la comercialización de 4 días a 20°C (SC). Las barras verticales representan los intervalos LSD ($P=0.05$).

Los estudios sensoriales revelaron que en el momento de recolección los frutos de ambas variedades presentan una elevada jugosidad, siendo evaluados en todos los casos como “bastante jugosos” (valores cercanos a 5). A medida que avanzó la conservación frigorífica la jugosidad detectada por los catadores descendió gradualmente, especialmente en la variedad ‘Andrés’, en la cual tras 30 días de conservación las puntuaciones descendieron hasta valores de 3, “algo jugoso”. En la variedad ‘Ruchey’ la jugosidad no se vio tan afectada durante la conservación frigorífica, recibiendo tras 30 días de conservación puntuaciones cercanas a 4, ‘jugosos’ (Figura 6).

En lo que se refiere a los atributos de textura, el término “adecuada” fue el mayoritariamente señalado por los catadores en el momento de recolección, así como tras los 10 primeros días de conservación. En el caso de la variedad ‘Andrés’ tras 20 días de conservación en frío entre un 10 y un 20 % de los catadores consideraron que el fruto estaba “corchoso”, término utilizado por el panel para describir aquella pulpa que se encuentra deshidratada y apelmazada. Trascorridos 30 días incrementó la percepción de la corchosis y, además, tras este periodo, un 20 % de los catadores utilizaron el término “demasiado duro” para describir la muestra proveniente de la primera de las recolecciones (R1).

De manera similar, en el caso de la variedad ‘Ruchey’, la corchosis asociada a la conservación fue especialmente evidente en la fruta proveniente de la primera recolección trascurridos 30 días de frigoconservación, cuando un

30% de los catadores percibió esta propiedad de la pulpa. Sin embargo, en esta variedad los catadores no detectaron un aumento de la dureza del fruto.

Si analizamos conjuntamente los resultados instrumentales y sensoriales relativos a la textura del fruto, podemos decir que el aumento de la firmeza detectado a nivel instrumental va asociado a un proceso de deshidratación del fruto que es detectado sensorialmente como una pérdida gradual de jugosidad, y que transcurridos 30 días de conservación tiene como resultado la percepción de una textura corchosa que puede llevar asociada la sensación en boca de endurecimiento de la pulpa.

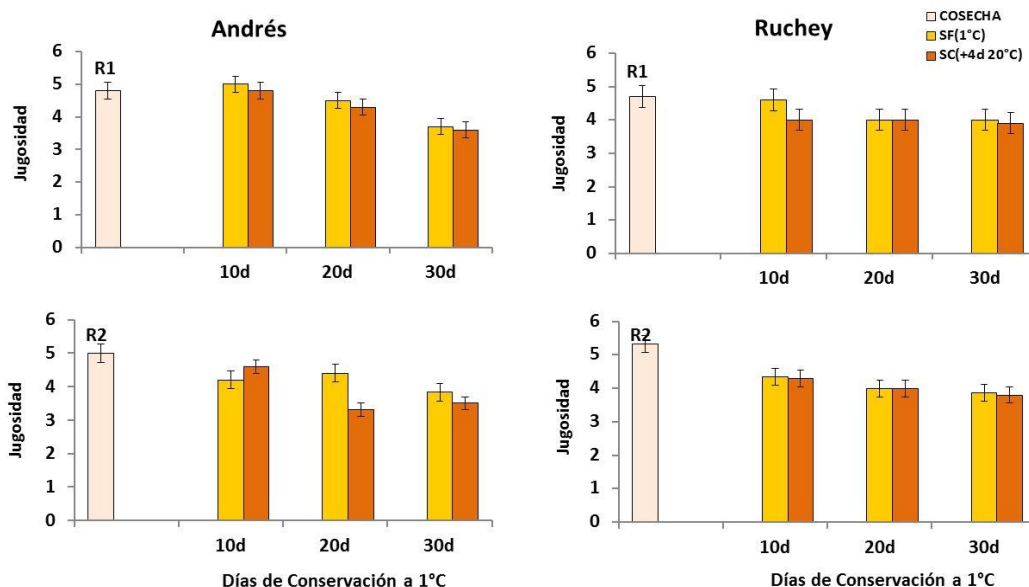


FIGURA 6. Evolución de la jugosidad de los frutos de níspero del cv. Andrés y del cv. Ruchey a lo largo del periodo de conservación de hasta 30 días a 1°C (SF) y tras la posterior simulación de la comercialización de 4 días a 20°C (SC). Escala desde 1-ausencia de jugosidad a 6-muy jugoso. Las barras verticales representan los intervalos LSD ($P=0.05$).

Parámetros relacionados con el sabor. Acidez, Sólidos Solubles Totales, Astringencia, Contenido de etanol

En el fruto del níspero una de las características sensoriales más apreciadas es el equilibrio entre dulzor y acidez. En la variedad 'Algerie', la principal variedad cultivada en la zona mediterránea española, este equilibrio sensorial se alcanza cuando la fruta muestra un contenido de sólidos solubles totales (SST) entre 10 y 12° Brix y una acidez titulable aproximada de 1g ác. málico/100mL de zumo. De hecho, la D.O. Níspero de Callosa d'En Sarrià ha establecido el valor mínimo de SST de 10 °Brix como estándar de calidad requerido para la comercialización.

Tras la cosecha, y especialmente cuando el fruto es conservado a bajas temperaturas por periodos prolongados existe el riesgo de que este equilibrio se rompa debido a una pérdida excesiva de acidez (Ding *et al.*, 1998b; Ding *et al.*, 2006; Lin *et al.*, 1999; Zheng *et al.*, 2000). Esta pérdida de acidez puede llegar a ser un factor limitante en la conservación y comercialización del níspero, ya que frutos con valores excesivamente bajos de acidez pueden

resultar insípidos con el siguiente detrimento de su calidad. Esta pérdida de acidez dependerá, además de la variedad, del nivel inicial de acidez en el momento de recolección, así como de las condiciones a las que se exponga el fruto y el periodo que transcurra desde la cosecha. Diferentes estudios han mostrado que el ácido málico es el predominante en níspero, seguido del quínico, tartárico, cítrico, succínico, fumárico y oxálico (Amorós *et al.*, 2003; Hasegawa *et al.* 2010; Tokeret *et al.*, 2013;). Por lo tanto, en este trabajo, al igual que en la mayoría de estudios con níspero, la acidez titulable ha sido expresada en base a este ácido.

En el momento de cosecha los frutos de ‘Andrés’ presentaron valores cercanos a 1 gác./100mL y a 1,34 gác./100mL en la primera y segunda recolección respectivamente (Figura 7). En ambas recolecciones, la acidez se mantuvo sin cambios tras 10 y 20 días de conservación a 1°C mientras que se observó una ligera caída después de 30 días. Sin embargo, tras los periodos de comercialización se observó una pérdida de acidez que fue significativa desde los primeros 10 días de conservación, descendiendo tras los 30 días hasta valores de 0,8 gác./100mL y 1,10 gác./100mL respectivamente en la primera y segunda recolección. En el caso de ‘Ruchey’, los frutos presentaron en el momento de cosecha valores de acidez algo más altos que la variedad ‘Andrés’, cercanos a 1,7 gác./100mL (Figura 7). En este caso el descenso de la acidez fue gradual con el tiempo de conservación y la caída tras la simulación de la comercialización fue más acusada. Así, los mínimos valores se registraron tras la comercialización después de 30 días de conservación, 1,27 gác./100mL y 1,04 gác./100mL en la primera y segunda recolección respectivamente.

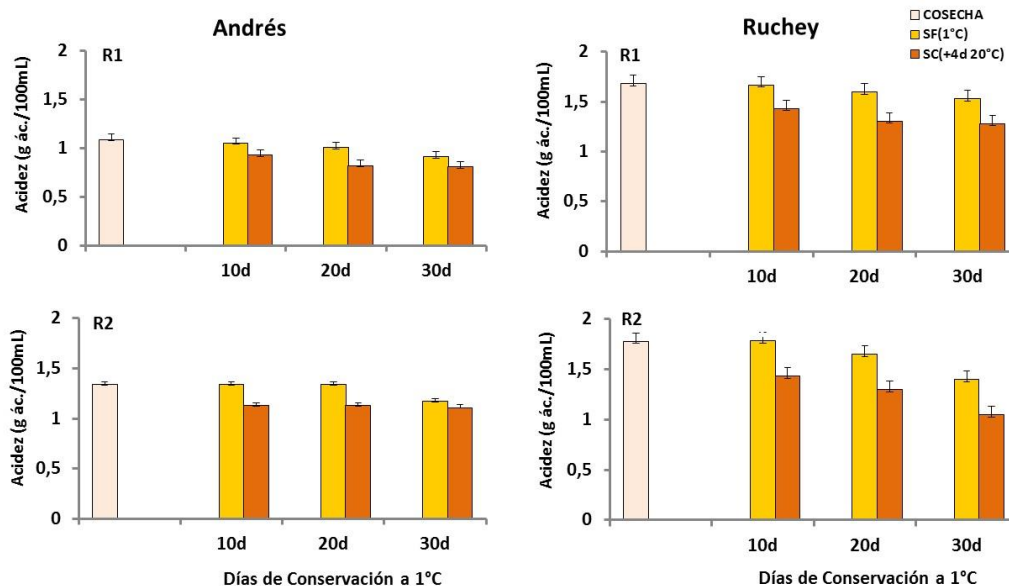


FIGURA 7. Evolución de la acidez titulable de los frutos de níspero del cv. Andrés y del cv. Ruchey a lo largo del periodo de conservación de hasta 30 días a 1°C (SF) y tras la posterior simulación de la comercialización de 4 días a 20°C (SC). Las barras verticales representan los intervalos LSD ($P=0.05$).

El diferente nivel de acidez titulable mostrado por ambas variedades en el momento de recolección, especialmente en la R1, fue percibido a nivel

sensorial por los catadores (Figura 8). Así, los frutos de ‘Ruchey’ recibieron puntuaciones cercanas a 5 “bastante ácido”, mientras que los frutos de ‘Andrés’ fueron puntuados con valores de 4 ‘ácidos’. En la segunda recolección estas diferencias no fueron tan evidentes, lo que concuerda con los valores de acidez titulable. Durante la conservación frigorífica los catadores percibieron un descenso gradual de la acidez en ambas variedades. Tras 30 días, los frutos de ‘Andrés’ recibieron puntuaciones entre 2 y 3 (‘muy poco ácida’ -‘algo ácida’), mientras que ‘Ruchey’ recibió valores ligeramente superiores, entre 3 y 4 (‘algo ácida’ - ‘ácida’).

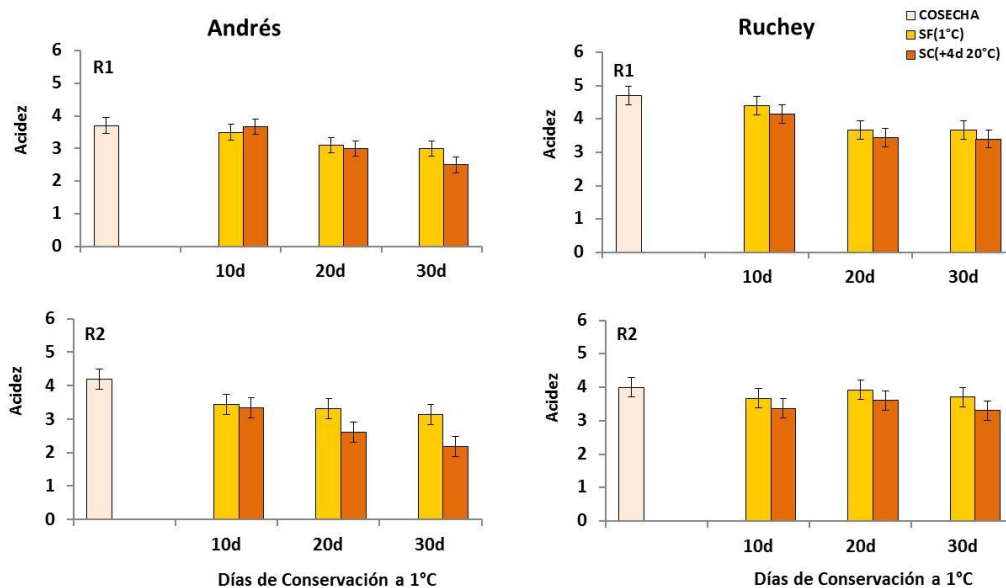


FIGURA 8. Evolución de la acidez sensorial de níspero del cv. Andrés y del cv. Ruchey a lo largo del periodo de conservación de hasta 30 días a 1°C (SF) y tras la posterior simulación de la comercialización de 4 días a 20°C (SC). Escala desde 1-ausencia de acidez a 6-muy ácido. Las barras verticales representan los intervalos LSD ($P=0.05$).

En lo que se refiere al contenido de azúcares del fruto, en las diferentes recolecciones realizadas en este estudio los frutos de ambas variedades presentaban valores superiores a los 10°Brix, cumpliendo por lo tanto el estándar de calidad de la D.O. Así, los frutos de la variedad ‘Andrés’ presentaron un contenido algo superior a 12°Brix en ambas recolecciones, y no se observaron cambios significativos tras los diferentes periodos de frigoconservación, ni tras la posterior comercialización. Los frutos de ‘Ruchey’ mostraron en cosecha valores de SST algo menores que la variedad ‘Andrés’. En la primera recolección el contenido de SST fue de 10,2°Brix, aumentando de forma significativa a los 10 días de conservación hasta valores cercanos a 11°Brix; estos valores se mantuvieron sin cambios hasta los 30 días. En la segunda recolección, el contenido de SST fue algo superior (valores de 11.1°Brix) y no se produjeron cambios significativos a lo largo de todo el periodo de conservación (Figura 9). Al igual que en la variedad ‘Ruchey’, ligeros incrementos en el contenido de SST durante la frigoconservación han sido descritos en otras variedades de níspero (Dinget *al.*, 1998; Linet *al.*, 1999; Zhenget *al.*, 2000b).

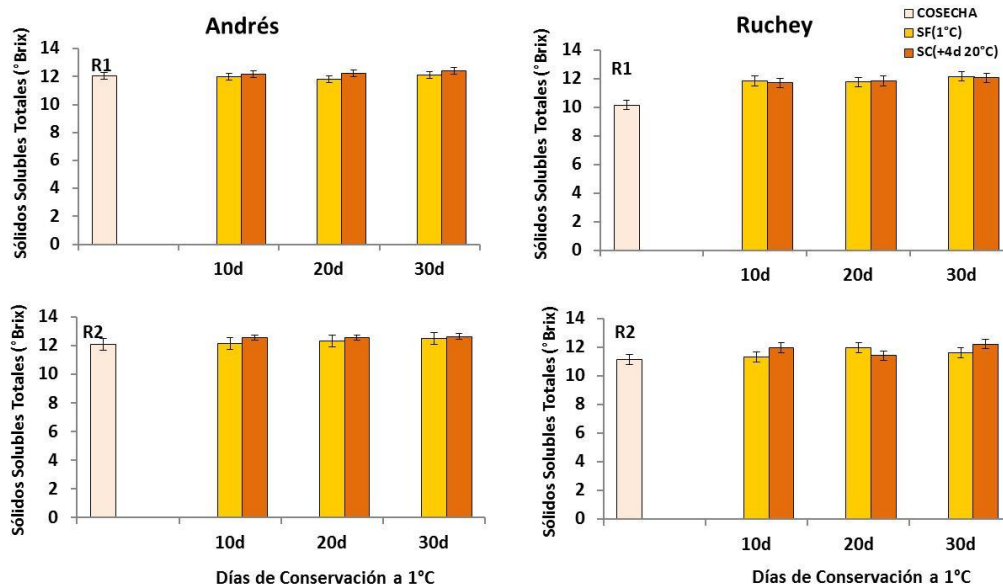


FIGURA 9. Evolución de los Sólidos Solubles Totales de los frutos de níspero del cv. Andrés y del cv. Ruchey a lo largo del periodo de conservación de hasta 30 días a 1°C (SF) y tras la posterior simulación de la comercialización de 4 días a 20°C (SC). Las barras verticales representan los intervalos LSD ($P=0.05$).

El panel sensorial reveló que el contenido de SST de ambas de variedades en recolección resulta en frutos ‘algo dulces’ - ‘dulces’ (valores entre 3 y 4). Durante la conservación frigorífica, el panel no detectó en general cambios importantes en el nivel de dulce del fruto, lo que concuerda con los valores constantes de SST.

Además del contenido de azúcares y acidez, los compuestos volátiles juegan un papel clave en el sabor de los diferentes frutos (Baldwin, 2004).

En el momento de recolección ambas variedades presentaron bastante aroma, siendo este algo más intenso en la variedad ‘Andrés’ que en la ‘Ruchey’ (Tabla 2). Durante la conservación frigorífica el aroma de ambas variedades descendió de manera importante. Este descenso fue especialmente evidente durante los periodos de comercialización a 20°C tras 20 y 30 días de conservación. Así, al final del periodo de estudio ambas variedades presentaron valores cercanos a 3, ‘tiene algo de aroma’.

A pesar de la mayor intensidad de aroma de ‘Andrés’, los catadores puntuaron de manera similar la intensidad de sabor de ambas variedades, considerando que en recolección ambas presentaban “bastante sabor característico” (valores cercanos a 5) (Tabla 2). Hay que tener en cuenta que ‘Ruchey’ si bien es menos aromática presenta un mayor nivel de acidez, y que el carácter ácido es característico del sabor a níspero.

De manera similar a lo observado para el aroma, la intensidad de sabor del fruto también descendió de manera significativa durante la conservación,

principalmente cuando esta se prolongó por periodos superiores a los 20 días (Tabla 2).

TABLA 2. Evolución de la Intensidad de Aroma, Sabor, Dulzor y Astringencia detectado por un panel semientrenado durante la conservación frigorífica de níspero cv. Andrés y cv. Ruchey. Escala de evaluación de 6 puntos, desde 1-ausencia a 6-muy intenso.

	Aroma				Sabor				Dulzor				Astringencia			
	Andrés		Ruchey		Andrés		Ruchey		Andrés		Ruchey		Andrés		Ruchey	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Ent	4,4a	4,6a	3,4ab	4,3a	4,9a	5,2a	4,8a	5,2a	3,9a	3,8a	3,9a	4a	1,4a	1,5a	1,2a	1,2a
S1F	4,3a	4a	3,9a	4,3a	5a	4,5a	4,5ab	5,3a	4,1a	4,3a	3,8a	4a	1,4a	1,2a	1,6a	1,3a
S1C	4,6a	4,4a	4,1a	3,1b	5a	4,6a	4,7ab	4,3b	4,4a	4,3a	3,8a	3,4a	1,3a	1,6a	1,3a	1a
S2F	4,1ab	4,3a	4a	3,3b	4,4ab	4,3ab	4,7ab	4,1b	4,4a	4,2a	3,9a	4a	1,4a	1,3a	1,2a	1,2a
S2C	3,6ab	3b	3,3ab	2,6b	4,6ab	4,3ab	4b	4,3b	4,8a	4,5a	3,4a	3,5a	1,2a	1,4a	1,3	1,2a
S3F	4ab	3,3b	3,9ab	3,3b	4,6ab	3,8b	4,4ab	4,1b	4,2a	3,6a	3,9a	4a	1,4a	1,5a	1a	1a
S3C	3,5b	3,3b	2,8b	2,8b	4b	3,8b	4,2ab	4b	4,1a	3,6a	3,2a	3,5a	1,3a	1,5a	1,3a	1,1a

Además de la acidez y los SST, en este estudio se determinó también el contenido de taninos solubles del fruto, ya que el níspero es un fruto con alto contenido en fenoles (Matsuo y Itoo, 1981; Ding *et al.*, 2001; Polat *et al.*, 2010). Estos compuestos pueden dar lugar a la sensación de astringencia en el momento de comer el fruto. Aunque en la mayoría de las variedades la astringencia del níspero no llega a presentar un problema en la comercialización del fruto, en otras puede comprometer su calidad pudiendo llegar a ser un factor determinante en el momento de recolección (Besada *et al.*, 2013) por lo que esta propiedad sensorial fue también evaluada por el panel de catadores.

En este estudio, el contenido de taninos solubles en recolección de la variedad 'Andrés' fue superior, 0.06 % pf, al de la variedad 'Ruchey', 0.03-0.04% pf. En ambas variedades estos valores se mantuvieron constantes durante el periodo de conservación frigorífica ensayado (datos no mostrados).

En estudios previos valores de 0.06-0.07% en la variedad 'Xirlero', una mutación de 'Algerí', fueron asociados a una percepción elevada de la astringencia, mostrándose como un importante factor a tener en cuenta en la comercialización de esta variedad (Besada *et al.*, 2013). Sin embargo, en este trabajo el panel de catadores reveló que la astringencia no supone un factor limitante en ninguna de las variedades, ya que en todo momento los valores fueron muy cercanos a 1 (datos no mostrados), es decir, sin astringencia detectable.

Hay que tener en cuenta que la sensación de astringencia debida al alto contenido en polifenoles puede verse afectada por diferentes factores, tales como la dulzura o la presencia de ácidos y por lo tanto para un mismo contenido de taninos solubles, la percepción de astringencia dependería en

gran medida no sólo de la variedad sino también del estado de madurez (Lyman y Green, 1990; Siebert y Chassy, 2003).

Respecto al contenido de etanol en zumo, en muchos frutos la acumulación de este volátil durante la conservación está asociada a la percepción de malos sabores. Uno de los casos más evidente es el de los cítricos (Hagenmaier, 2002). En el caso del níspero este es un parámetro que no está estudiado en profundidad, aunque sí ha sido reportado un incremento en etanol y acetaldehído durante el almacenamiento a bajas temperaturas, que puede verse agravado por el uso de atmósferas controladas y/o modificadas (Ding *et al.*, 2006).

En el momento de recolección el contenido de etanol de ambas variedades presentó valores muy bajos, siendo algo superiores en la variedad 'Andrés' (0,7-0,9 mg/100mL) que en la variedad 'Ruchey' (< 0,5 mg/100mL) (Figura 10).

Durante la conservación frigorífica los frutos de 'Andrés' presentaron un incremento muy ligero de la concentración de etanol, que fue algo más evidente tras los 30 días de conservación.

En el caso de 'Ruchey' se observó un aumento brusco de la concentración de etanol tras 30 días de conservación frigorífica, alcanzando valores de 2 y 4 mg/100mL respectivamente para los frutos de la R1 y R2. A pesar de este drástico incremento, los valores de etanol descendieron nuevamente a valores cercanos a los de recolección cuando el fruto fue transferido a temperaturas de comercialización (Figura 10).

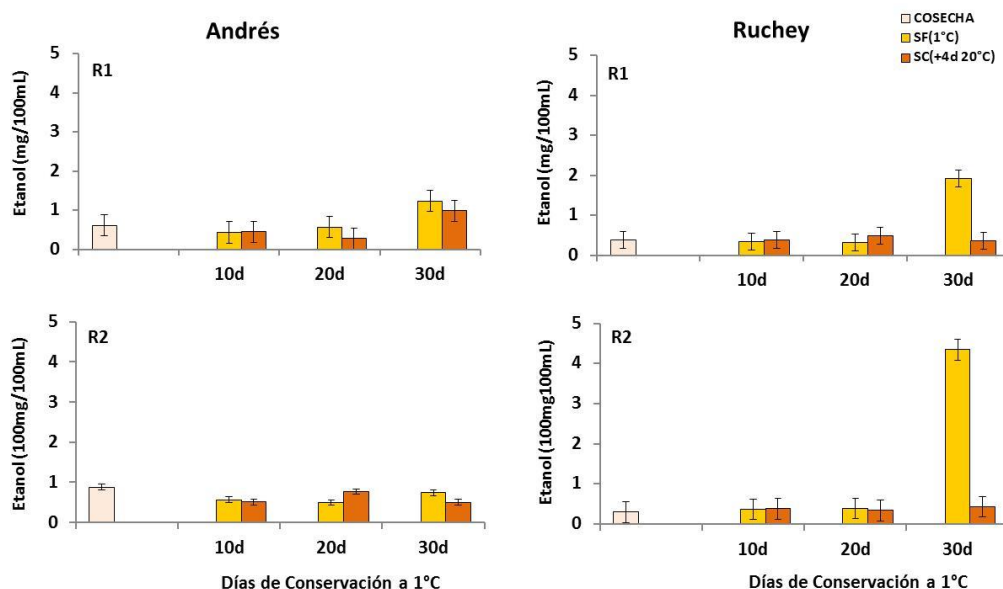


FIGURA 10. Evolución del etanol en los frutos de níspero del cv. Andrés y del cv. Ruchey a lo largo del periodo de conservación de hasta 30 días a 1°C (SF) y tras la posterior simulación de la comercialización de 4 días a 20°C (SC). Las barras verticales representan los intervalos LSD ($P=0.05$).

Respecto al posible efecto negativo que el incremento de etanol pudiese tener sobre el sabor del fruto, cabe decir que, si bien en la ficha de cata no se preguntó a los catadores específicamente por la percepción de malos sabores, se trata de un panel semientrenado que tenía la opción de añadir las observaciones que considerase oportunas al final de la ficha. La ausencia de comentarios referentes a la presencia de malos sabores es indicativa de que estos no se desarrollaron a lo largo del periodo de estudio.

Alteraciones fisiológicas

Los frutos de níspero son sensibles a las bajas temperaturas, lo que lleva a que las alteraciones que se desarrollan en frigoconservación pueden llegar a suponer una limitación importante para su conservación a largo plazo (Cao *et al.*, 2009). Estas alteraciones, denominadas ‘daños por frío’ en frutos de níspero se manifiestan normalmente como una lignificación y pérdida de jugosidad de la pulpa y un pardeamiento de los tejidos causado principalmente por la oxidación enzimática de polifenoles endógenos en quinonas, que luego se polimerizan con otras quinonas y aminas para formar pigmentos marrones (Dinget *et al.*, 2002).

En el presente estudio, como se ha detallado anteriormente, la fruta experimentó un endurecimiento y pérdida de jugosidad durante la conservación y posterior comercialización, lo que se puede relacionar con la sensibilidad a las bajas temperaturas. En este sentido, los frutos de ‘Andrés’ se mostraron más susceptibles que los de ‘Ruchey’.

Además, durante el almacenamiento los procesos de deshidratación llegaron a visualizarse externamente, y este síntoma de daño por frío afectó negativamente la calidad externa del fruto, especialmente en la variedad ‘Ruchey’ donde la deshidratación de la piel fue acompañada de un oscurecimiento y manchado de la misma (Figura 11).

En el caso de ‘Andrés’, la deshidratación se manifestó únicamente una vez el fruto fue transferido a temperaturas moderadas. La fruta de la R1 mostró muy pocos daños, ya que únicamente un 10% de los frutos se vio afectado durante la comercialización que siguió a los 30 días de conservación. Los frutos de la R2 presentaron una sensibilidad algo mayor, con cerca de un 25% de los frutos afectados tras las comercializaciones que siguieron a los 20 y 30 días de conservación (Figura 12).

La variedad ‘Ruchey’ se mostró mucho más sensible a manifestar síntomas de deshidratación. Así, estos daños afectaron a un 25% de los frutos tras 20 días de conservación a 1°C en el caso de la R1, y la incidencia incrementó hasta valores tan altos como el 70% de los frutos afectados durante la comercialización que siguió a los 30 días de conservación. En los frutos de la R2 la incidencia fue algo menor, con un 55% de los frutos afectados al finalizar el periodo de estudio (Tabla 4).

TABLA 4. Porcentaje de frutos que manifestaron síntomas de deshidratación a lo largo de la conservación.

		Días a 1°C			Días a 1°C + 5 días a 20°C		
		10d	20d	30d	10d	20d	30d
Andrés	R1	0	0	0	0	0	10
	R2	0	0	0	0	23,8	28,6
Ruchey	R1	0	25	30	0	25	72,4
	R2	0	0	50	0	0	55,6



FIGURA 11. Aspecto externo de nísperos cv Ruchey tras 30 días de conservación a 1°C más la simulación de la comercialización.



FIGURA 12. Aspecto externo de nísperos cv Andrés tras 30 días de conservación a 1°C más la simulación de la comercialización.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, se exponen las siguientes conclusiones:

- En el momento de recolección ambas variedades presentaron una elevada calidad organoléptica, con sabor y aroma intensa, elevada jugosidad, y firmeza de pulpa. La variedad Ruchey destacó por una acidez más elevada y la variedad Andrés por ser más aromática.
- Durante la conservación frigorífica las dos variedades experimentaron un descenso gradual de la acidez e intensidad de aroma y sabor; sin embargo, los valores alcanzados tras 30 días no suponen una limitación comercial.
- La pérdida de jugosidad y endurecimiento de la pulpa observada durante la conservación fue más acusada en la variedad Andrés, lo que provocó una sensación de textura corchosa que se hizo muy patente tras los 30 días de almacenamiento.
- Las dos variedades también presentaron ligeros síntomas de daños por frío en forma de deshidratación de la piel y pulpa tras 20 días de conservación. Éstos fueron más acusados en 'Ruchey' donde fueron

acompañados de un pardeamiento externo y pasaron a ser severos tras 30 días.

Para garantizar una elevada calidad del fruto la conservación frigorífica no debe ser superior los 20 días en ninguna de las dos variedades estudiadas. El factor limitante en 'Andrés' es la pérdida de jugosidad y corchosidad tras 30 días de conservación. En el caso de 'Ruchey' fueron los síntomas visibles de deshidratación y síntomas de pardeamiento lo que limitan la conservación a un máximo de 20 días.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amoros A, Zapata P, Pretel M T, Botella M A & Serrano M (2003). Physico-chemical and physiological changes during fruit development and ripening of five loquats (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivars. *Food Science and Technology International* 9: 43-49
- Baldwin, E.A., 2004. Flavor. In: Gross, K.C. Wang., Salveit, M. (Eds.). *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. Agricultural Handbook Number 66*. USDA, ARS.
- Besada, C., Gil, R., Navarro P., Soler E., Salvador, A. (2011). Physiological Characterization of "Algeri" Loquat Maturity. External Colour as Harvest Maturity Index. III. *International Loquat Symposium Antakya-Turkey. Acta Horticulturae (ISHS)*. 887, 351-356.
- Besada C, Gil R, Sdiri S, Salvador A. (2013). Relationship between external colour and physiological changes during loquat maturation. Comparison between cv. Algeri and cv. Xirlero. *Acta Horticulturae* 1012 (1): 193-199
- Besada, C., Salvador, A., Sdiri, S., Gil, R., Granell, A. (2012). A combination of physiological and chemometrics analyses reveals the main associations between quality and ripening traits and volatiles in two loquat cultivars. *Metabolomics*. 12, 2935-2945.
- Caballero, P. and Fernández, M.A. 2004. Loquat, production and market. *Options Méditerranéennes Serie A* 58: 11-20.
- Cai, C., Chen, K.S., Xu, W.P., Zhang, W.S., Li, X., Ferguson, I.B., (2006a). Effect of 1-MCP on postharvest quality of loquat fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 40, 155-162.
- Cai C, Xu CJ, Li X, Ferguson I, Chen KS (2006b) Accumulation of lignin in relation to change in activities of lignification enzymes in loquat fruit flesh after harvest. *Postharvest Biology and Technology* 40, 163-169.
- Cao S F, Zheng Y, Wang K, Jin P and Rui H (2009), 'Methyl jasmonate reduces chilling injury and enhances antioxidant enzyme activity in postharvest loquat fruit', *Food Chem*, 115, 1458-1463.
- Ding CK, Chachin K, Ueda Y and Wang C Y (2002), 'Inhibition of loquat enzymatic browning by sulfhydryl compounds', *Food Chem*, 76, 213-218.
- Ding CK., Chachin K, Ueda, Y., Imahori, Y. and Wang, C. Y. (2001). Metabolites phenolics Compounds during loquat fruit development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49:2883-2888.
- Ding CK., Chachin K, and Imahori, Y. (1998a). Purification and properties of polyphenoloxidase from Loquat fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46:4144-4149.
- Ding CK, K. Chachin, Y. Hamauzu, Y. Ueda, and Y. Imahori. (1998b). Effects of storage temperature on physiology and quality of loquat fruit. *Journal of Postharvest Biology and Technology* 14:309-315.

- Ding ZS, Tian SP, Wang YS, Li BQ, Chan ZL, Han J, Xu Y (2006). Physiological response of loquat fruit to different storage conditions and its storability. *Postharvest Biology and Technology* 41, 143-150.
- Hagenmaier, R.D. (2002). The flavor of mandarin hybrids with different coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 24, 79-87.
- Hasegawa P N, Faria A F, Mercadante A Z, Chagas E A, Pio R, Lajolo F M, Cordenunsi B R & Purgatto E (2010). Chemical composition of five loquat cultivars planted in Brazil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30(2): 552-559
- Ke D, Kader A, 1990. Tolerance of "Valencia" oranges controlled atmospheres as determined by physiological responses and quality attributes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 115(5): 779-783.
- Llácer G, Badenes ML, Martínez-Calvo J. Plant material of loquat in Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes* 2004, 58, 47.
- Lin, S., R.H. Sharpe, and J. Janick. 1999. Loquat: botany and horticulture. *Horticultural Reviews* 23:233-276.
- Lyman, B.J. and Green, B. (1990) Oral Astringency: Effects of Repeated Exposure and Interactions with Sweeteners. *Chemical Senses*, 15, 151-16.
- Martínez-Calvo, J.; Badenes, M.L.; Llácer, G. 2000. Descripción de variedades de níspero japonés. Serie *Diculgació Técnica* nº 46. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana. 119 pp
- Matsuo, T. and S. Ito. 1981. Comparative studies of condensed tannins from several young fruits. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 50: 262-269.
- Morton, J. 1987. Loquat. En: *Fruits of warm climates*. Julia, F., Morton. Ed Miami, Fla. distributed by Creative Resource Systems, Winterville, N.C. pp. 103-108.
- Polat AA, Caliskan O, Serce S, Saracoglu O, Kaya C, Ozgen M. Determining total phenolic content and total antioxidant capacity of loquat cultivars grown in Hatay. *Pharmacognosy Magazine* 2010, 6, 5-8.
- Taira, S., (1995). Astringency in persimmon. En: Linskens, H.F., Jackson, J.F. (Eds.), *Modern Methods of Plant Analysis. Fruit Analysis*, vol. 18. Springer-Verlag, Berlin, pp. 97-110.
- Toker, R., Gölükcü, M., Tokgöz, H. y Tepe, S. (2013). Organic acids and sugar compositions of some loquats cultivars (*Eriobotrya japonica* L.) grow in Turkey. *Tarm Bilimleri Dergisi - Journal of Agricultural Sciences*, 19.121-128.
- Siebert, K.J. and Chassy, A.W. (2003) An Alternate Mechanism for the Astringency Sensation of Acids. *Food Quality and Preferences*, 15, 13-18
- Zheng YH, Li SY, Xi YF, Shu XG, Yi YB (2000a) Changes of cell wall substances in relation to flesh woodiness in cold-stored loquat fruits. *Acta Phytophysiological Sinica* 26, 306-310 (in Chinese, English abstract).
- Zheng YH, Li SY, Xi YF, Shu XG, Yi YB (2000b) Polyamine changes and chilling injury in cold-stored loquat fruits. *Acta Botanica Sinica* 42, 824-827 (in Chinese, English abstract)