



## X Congreso Ibérico de Agroingeniería X Congresso Ibérico de Agroengenharia

Huesca, 3-6 septiembre 2019



# Frutas de hueso listas para consumo en punto de venta: instrumentación para la evaluación de la jugosidad

Eva Cristina Correa<sup>1</sup>, César Asimbaya<sup>1</sup>, Paola Baltazar<sup>1</sup>, Belén Diezma<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Propiedades Físicas-Tecnologías Avanzadas en Agroalimentación (LPF-TAGRALIA), ETSIAAB, Universidad Politécnica de Madrid, Av. Puerta de Hierro, 2 - 4, 28040 Madrid, España, belen.diezma@upm.es

**Resumen:** La implantación de nuevas variedades de frutas de hueso, especialmente melocotones y nectarinas, ha aumentado la producción superficial, pero también la pérdida de ciertos atributos de calidad organoléptica. Complementariamente, en los últimos años está cobrando importancia comercial un segmento de consumidores que demanda frutos listos para comer en los lineales. Lo que trata de conseguirse mediante la aplicación de protocolos postcosecha de pre-maduración y conservación basados en el binomio tiempo-temperatura. Sin embargo, estos procedimientos, validados en variedades anteriores, han mostrado deficiencias en las nuevas variedades, principalmente en lo que se refiere a la jugosidad, describiéndose frutos secos y con texturas gomosas. En este trabajo se estudian diferentes procedimientos instrumentales basados en propiedades ópticas y mecánicas para la evaluación objetiva de la jugosidad en melocotones y nectarinas sometidos a diferentes tratamientos post-cosecha que persiguen la obtención de frutos "*ready to eat*". Durante la campaña 2018 se han realizado medidas en 16 fechas de recolección, evaluando 5 variedades de melocotones y 9 variedades de nectarinas, tanto de carne blanca como amarilla. La jugosidad instrumental ha presentado un rango comprendido entre 1 y 10 cm<sup>2</sup>, mostrando diferencias significativas entre los protocolos postcosecha, especialmente en aquellos en los que se incluye vida en estantería. La evaluación sensorial muestra una alta correlación entre el descriptor crujiente y el descriptor jugosidad (-0.93). Al relacionar las determinaciones instrumentales de la jugosidad con la evaluación sensorial se constata que en la mayor parte de las variedades, aquellos frutos calificados como de alta jugosidad presentan áreas de jugo superiores a 4 cm<sup>2</sup>. Lo que constituye una indicación instrumental objetiva de utilidad para el sector en la evaluación del estado de jugosidad de los frutos de hueso.

**Palabras clave:** Melocotón, nectarina, "*ready to eat*", calidad organoléptica, postcosecha.

## 1. Introducción

Los melocotones [*Prunus persica* (L.) Batsch] y nectarinas [*P. persica* (L.) Batsch, var. *nectarina*] tienen un endocarpio característico lignificado (hueso) que encierra la semilla, un mesocarpio carnoso y un exocarpio delgado. Sin embargo, las células del mesocarpio de las nectarinas tienen espacios intercelulares más pequeños que las de los melocotones y son, por lo tanto, más densos [1].

La mejora genética en frutos de hueso ha sido intensa en los últimos años, especialmente en melocotones y nectarinas, surgiendo de esto nuevas variedades precoces, más resistentes y

**X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA**  
**X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA**  
3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España

productivas, pero con pérdida de calidad organoléptica (falta de jugosidad principalmente y aparición de texturas gomosas) [2].

La lanosidad es un atributo sensorial negativo vagamente definido, consecuencia de un desorden textural derivado de un almacenamiento frigorífico inadecuado. La lanosidad (*woolliness*) se caracteriza por una falta de jugosidad y una textura harinosa [3].

Melocotones y nectarinas maduran y se deterioran rápidamente a temperatura ambiente. Por lo tanto, el almacenamiento en frío se utiliza para ralentizar estos procesos y el desarrollo de la descomposición. El rango ideal para almacenamiento de melocotones y nectarinas es de 0-3°C, a esta temperatura la pulpa reducirá la incidencia de rotura interna o fruto lanoso [4].

El daño por frío está genéticamente influenciado (hay variedades que son más susceptibles que otras) y es consecuencia de una combinación inadecuada de temperatura y período de almacenamiento. Si el almacenamiento de melocotones a temperaturas entre 2-8°C excede aproximadamente a dos semanas se puede inducir falta de jugosidad en los frutos [3].

Actualmente se aplican protocolos postcosecha de premaduración y conservación basados en el binomio tiempo-temperatura que están validados para variedades tradicionales, pero que han mostrado deficiencias con las nuevas variedades, dando lugar a frutos menos jugosos y con texturas gomosas.

Por otro lado existe una tendencia hacia la compra de fruta madura "lista para comer" o "*ready to eat*" en los lineales, lo cual obliga a los productores a asegurar un volumen de producto que llegue en condiciones de madurez de consumo [5]. La firmeza de la zona ecuatorial de los melocotones y nectarinas es un buen indicador de la maduración. El ensayo normalizado Magness Taylor, es el que se utiliza de forma habitual en las empresas para identificar los lotes "*ready to eat*" [4]. Se constata sin embargo, que la categorización de los lotes en función de su firmeza no es suficiente para identificar adecuadamente los frutos maduros, es decir, blandos y jugosos, que el consumidor de la categoría comercial "*ready to eat*" busca. Sin embargo, para la determinación de la jugosidad no existe un procedimiento generalmente aceptado por los actores de la cadena logística, aunque se han sucedido diversos trabajos de investigación con el objetivo de especificar procedimientos instrumentales para la estimación de la jugosidad tanto mecánicos [6, 7], como ópticos [8] y sensoriales [9].

En este trabajo se estudian procedimientos instrumentales basados en propiedades ópticas y mecánicas para la evaluación objetiva de la jugosidad en nuevas variedades de melocotones y nectarinas sometidos a diferentes tratamientos postcosecha que persiguen la obtención de frutos "*ready to eat*".

## **2. Materiales y métodos**

### *2.1. Material vegetal y tratamientos postcosecha*

Para los ensayos se utilizaron melocotones y nectarinas en 16 fechas de recolección. Dicho material vegetal fue cultivado en la región noroeste de Murcia durante la campaña 2018 procedentes de la empresa Frutas Esther, S.A. El periodo de ensayos abarcó desde la semana 21 (2<sup>a</sup> quincena de mayo) hasta la semana 38 (1<sup>a</sup> quincena de septiembre). Las variedades ensayadas pertenecen a las nuevas variedades de alto contenido en sólidos solubles denominadas "*super sweet*", destinadas a la obtención de frutos "*ready to eat*". De las 9 variedades de nectarinas 4 fueron de pulpa blanca y 5 de pulpa amarilla, y de las 5 variedades de melocotones 3 fueron de pulpa blanca y 2 de pulpa amarilla. Se utilizaron un total de 1367 frutos: 485 fueron melocotones y 882 fueron nectarinas como se detalla en la Tabla 1.

Se aplicaron distintos protocolos post-cosecha, caracterizados por incluir siempre una fase de refrigeración a 3°C (F), que puede continuar con una fase de premaduración (P) intermedia en cámara a 20 °C y finalizarse con un periodo de vida en estantería (VE) de duración variable. La duración total del tratamiento postcosecha aplicado a los frutos fue muy variable oscilando entre

**X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA**  
**X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA**  
 3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España

los 6 y 14 días, dependiendo de la combinación y duración de las fases de F, P y VE utilizada, siempre con el objetivo de conseguir un rango de variación máximo en los niveles de jugosidad de los frutos. Todos los lotes de frutos se ensayaron antes de iniciar su protocolo post-cosecha, el día después de recolección (R). Estos protocolos están descritos en la Tabla 2.

**Tabla 1.** Variedades de melocotones y nectarinas de pulpa blanca y amarilla ensayadas

Producto	Pulpa	Variedad	Fecha de recolección	nº frutos
Melocotón	blanca	Fresh Whitte	1 junio	84
Melocotón	blanca	Extreme 480	31 agosto	107
Melocotón	blanca	Extreme 493	7 septiembre	120
Melocotón	amarilla	Summer Rich	6 julio	100
Melocotón	amarilla	Extreme 460	24 agosto	74
Nectarina	blanca	Baltica	18 mayo	78
Nectarina	blanca	Garaco	1 junio	81
Nectarina	blanca	Garcica	15 junio	100
Nectarina	blanca	Extreme 895	7 septiembre	229
Nectarina	amarilla	Gartairo	15 junio	75
Nectarina	amarilla	Luciana	6 julio	100
Nectarina	amarilla	Red Jim	24 agosto	69
Total frutos				1367

**Tabla 2.** Protocolos post-cosecha ensayados, se sombrean en gris los protocolos que incluyen un periodo de vida en estantería. R: Recolección/Recepción; F: Frío, P: Premaduración; VE: Vida en estantería

Código	Descripción	Días postcosecha
A	R	2
B	R/F/P/F	7
J	R/F/P/F/VE	13-14
C	R/F	8
C_anom	R/P	6-7
G	R/VE	6
H	R/F/VE	12
D	R/F/P <sub>f</sub>	8-9
E	R/F/P/VE	9-12

## 2.2. Metodología.

Cada fruto fue caracterizado en cada día de ensayo mediante su peso (P, kg); contenido en sólidos solubles (SS, °Brix), determinado a partir de unas gotas de zumo con un refractómetro digital ATAGO PR-101; Firmeza instrumental: mediante penetrómetro de sobremesa específico para frutos modelo FTA con un control básico de los parámetros de medida realizando el ensayo normalizado Magness Taylor (MT, N), se registró la fuerza máxima (firmeza) en N.

Para la determinación de la jugosidad y el contenido en agua de los frutos se realizaron los siguientes ensayos de referencia:

- Contenido de agua de los frutos (H, %); el porcentaje de agua sobre peso fresco de los frutos se determinó desecando aproximadamente 20 gramos de pulpa en estufa a 103°C hasta peso constante, mediante la expresión  $H = (P_0 - P_f)/P_0 \cdot 100$ .

**X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA**  
**X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA**  
3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España

- Jugosidad instrumental (AJUGO2, cm<sup>2</sup>); cuantificación del jugo fácilmente extraíble de la pulpa mediante ensayo mecánico específico en FTA (descrito por [6]) en el que se recoge el zumo extravasado de la muestra de fruta en un papel absorbente estandarizado. La jugosidad instrumental se define como el área mojada (cm<sup>2</sup>) sobre el papel.
- Jugosidad sensorial; se realizó un análisis sensorial mediante un panel de cata constituido por tres catadores, entrenados previamente para evaluar en los frutos los descriptores "jugosidad" y "crujienteza". La escala fue de 0 a 9, correspondiendo el valor de 0 a la menor presencia del descriptor en la muestra y 9 a la máxima presencia. Se utiliza el valor promedio de las puntuaciones de los tres catadores para cada fruto.

Complementariamente se adquirió el espectro NIR de reflectancia en la zona ecuatorial de cada fruto sobre la cara más coloreada. Se empleó un espectrofotómetro de sobremesa Hamamatsu con un rango de 896 a 1684 nm y una resolución espectral de 3 nm. A partir de los espectros de reflectancia relativa se han generado modelos de estimación de las variables relativas a la jugosidad y al contenido de agua de los frutos mediante la aplicación de regresiones de mínimos cuadrados parciales (PLS, por sus siglas en inglés).

### **3. Resultados y discusión**

#### *3.1. Contenido de agua en el fruto*

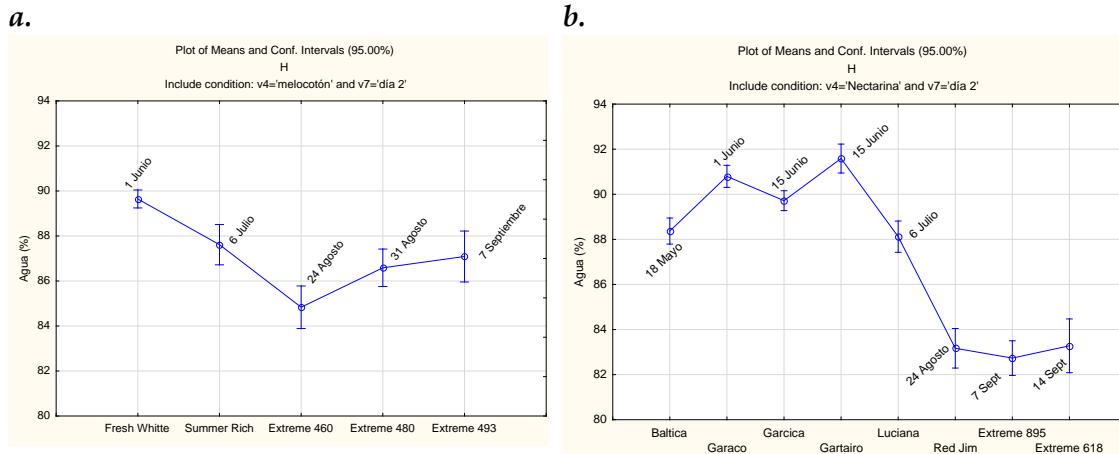
La Figura 1 muestra la evolución del contenido en agua del fruto en el momento de la recolección para melocotones y nectarinas en función de la variedad a lo largo de toda la campaña. Se observa una amplio rango de variación del contenido en agua en el caso de las nectarinas, entre el 90.7% de media para las nectarinas cosechadas del 1 al 15 de junio y el 82.7% para las cosechadas del 24 de agosto al 14 de septiembre. En el caso de los melocotones el rango de variación fue mucho menor oscilando entre el 89.7% a primeros de julio y el 84.8% a finales de agosto. El análisis de varianza corrobora la influencia de la fecha de recolección sobre el contenido en humedad de los frutos que disminuye significativamente ( $F=105.7$ ,  $p<0.05$ ) en las variedades más tardías. El almacenamiento postcosecha de forma general no produce cambios significativos en el contenido inicial de humedad de los frutos, aunque hay variedades que tras un protocolo de más de 10 días incluyendo vida en estantería experimentan mermas de hasta un 6% sobre peso fresco, lo que se sitúa en el límite que establece [10] para la apreciación visual de la marchitez.

#### *3.2. Ensayos mecánicos*

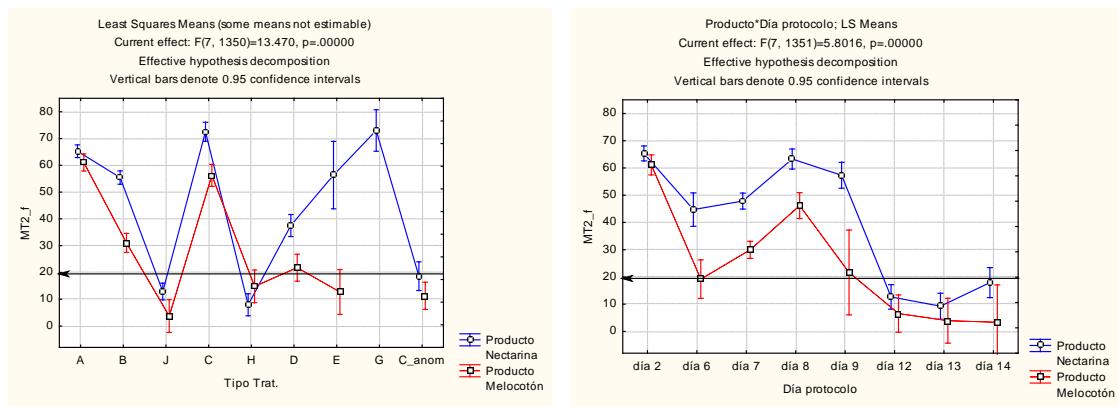
La Figura 2 muestra la evolución de la firmeza del fruto resultado del análisis factorial de varianza en función del tratamiento postcosecha (izquierda) y de los días de vida postcosecha (derecha) para melocotones y nectarinas. La Figura 2 (izquierda) indica que el tipo de tratamiento postcosecha utilizado tiene, como no podía ser de otro modo, un efecto significativo ( $F=229.4$ ,  $p<0.05$ ) en el ablandamiento del fruto, identificándose los tratamientos J, H y C\_anom como los que de forma general permiten la maduración de los frutos dando como resultado frutos blandos con valores promedio de firmeza MT < 20 N, valor que la bibliografía considera como el límite entre listo para comprar y listo para comer [10]. Si se observa la evolución de la firmeza con los días postcosecha se observa que sólo aquellos tratamientos con una duración de vida postcosecha superior a los 12 días conducen al ablandamiento significativo ( $F=135.19$ ,  $p<0.05$ ) de los frutos por debajo de los 20 N. Los tratamientos J y H son tratamientos que incluyen premaduración y un periodo de vida en estantería superior a tres días con una duración total del protocolo mayor a 12 días. El tratamiento C\_anom de 6 días de duración incluye un periodo de premaduración

**X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA**  
**X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA**  
 3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España

continuado a 20°C. La Figura 2 muestra también que los melocotones son significativamente más susceptibles al ablandamiento que las nectarinas ( $F=76.4$ ,  $p<0.05$ ), evolucionando bajo tratamientos que no son efectivos para las variedades de nectarinas estudiadas; este es el caso del tratamiento E que de nuevo se caracteriza por incluir un periodo de vida en estantería superior a 4 días con una duración total del protocolo postcosecha mayor a 12 días.



**Figura 1.** Porcentaje de agua sobre peso fresco de las variedades de melocotones (a) y nectarinas (b) en el momento de la recolección/recepción (se indica la fecha de recolección de cada variedad).



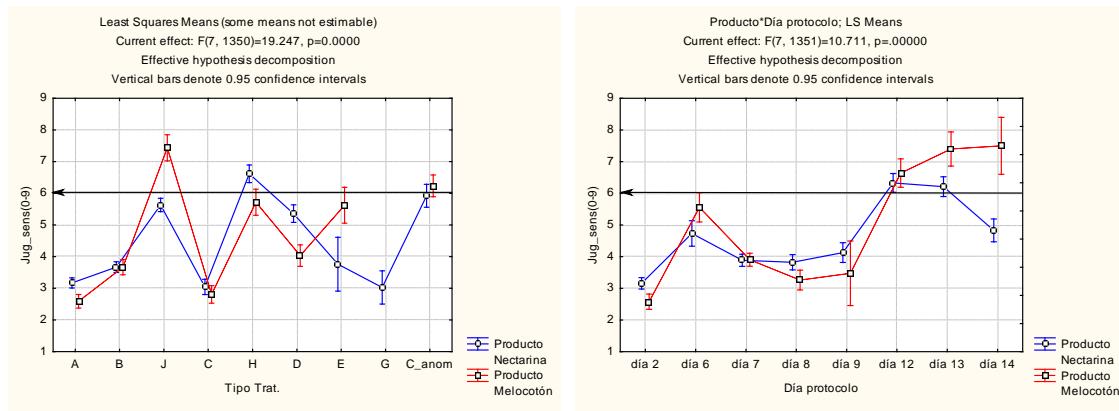
**Figura 2.** Resultado del análisis factorial de varianza para la variable firmeza MT (N) frente al tipo de tratamiento postcosecha y producto (izquierda) y días de protocolo postcosecha y producto (derecha). La flecha horizontal indica el límite superior de 20 N que caracteriza a los frutos blandos.

### 3.3. Jugosidad sensorial

De forma análoga al punto 3.2. la Figura 3 muestra la evolución en este caso de la jugosidad sensorial, resultado del análisis factorial de varianza en función del tratamiento postcosecha (izquierda) y de los días de vida postcosecha (derecha) para melocotones y nectarinas. El tratamiento postcosecha utilizado tiene un efecto significativo ( $F=211.5$ ,  $p<0.05$ ) en la jugosidad del fruto. Según el panel de expertos, un fruto categorizado como jugoso es aquel que tiene una puntuación en el descriptor jugosidad por encima de 6. Atendiendo a este valor se identifican de nuevo los tratamientos J, H y C\_anom como los que de forma general permiten el desarrollo de la jugosidad de melocotones y nectarinas. Si se observa la evolución de la jugosidad con los días postcosecha ( $F=143.67$ ,  $p<0.05$ ), sólo aquellos tratamientos con una duración de vida postcosecha

**X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA**  
**X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA**  
 3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España

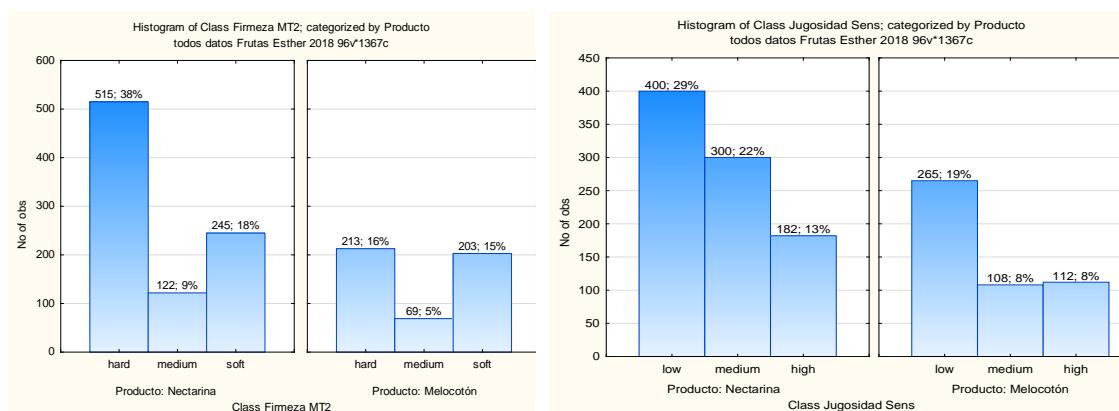
superior a los 12 días dan como resultado frutos de jugosidad alta. Esta evolución especular de la jugosidad sensorial y de la firmeza de los frutos con el protocolo postcosecha queda corroborada en la Figura 3, que muestra que existe una correlación negativa significativa ( $r=-0.69$ ) entre ambas variables. Se observa también una correlación negativa entre la jugosidad y la crujienteza sensorial (-0.93).



**Figura 3.** Resultado del análisis factorial de varianza para la variable jugosidad sensorial frente al tipo de tratamiento postcosecha y producto (izquierda) y días de protocolo postcosecha y producto (derecha). La flecha horizontal indica el límite inferior de 6 puntos que caracteriza a los frutos jugosos.

El panel de expertos define los frutos en madurez organoléptica como frutos blandos, que corresponderían con frutos con firmeza MT menor a 20 N, y jugosos, con puntuación en jugosidad sensorial por encima 6.

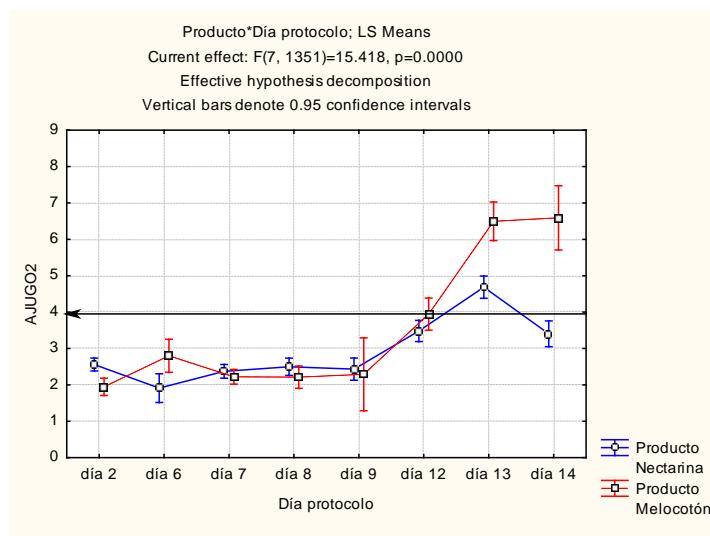
Atendiendo a estos límites se propone establecer tres categorías de firmeza: frutos duros  $MT \geq 40$ , blandos  $MT < 20$  N y de firmeza intermedia para el resto; y tres categorías de jugosidad sensorial de los frutos: frutos de jugosidad alta con jugosidad sensorial  $\geq 6$ , de jugosidad baja con puntuación en jugosidad sensorial  $< 4$ , y de jugosidad intermedia para los que están entre ambos límites. Si se aplica esta categorización al conjunto de la población de melocotones y nectarinas se obtiene el resultado que aparece en la Figura 4. De los 1367 frutos ensayados sólo un 33% evolucionan hasta alcanzar una firmeza baja y sólo un 21% son capaces de desarrollar un jugosidad elevada tras los distintos tipos de protocolos postcosecha implementados.



**Figura 4.** Histogramas de la distribución de la población de melocotones y nectarinas según las clases de firmeza instrumental (izquierda) y según las clases de jugosidad sensorial (derecha).

### 3.4. Identificación de frutos “ready to eat”

La jugosidad instrumental ha presentado un rango comprendido entre 1 y 15 cm<sup>2</sup>. Existe cierta correlación significativa ( $p<0.05$ ) y positiva entre la jugosidad instrumental y la jugosidad sensorial, aunque con un valor de 0.53. Se observa que el 85% de la población presenta valores de jugosidad instrumental por debajo de 4 cm<sup>2</sup>, y sólo un 15% presenta valores por encima de 4 cm<sup>2</sup>, segregando los protocolos post-cosecha en los que se incluye premaduración y vida en estantería, lo que supone duraciones de protocolos superiores a 9 días (áreas por encima de 4 cm<sup>2</sup>) Figura 5. Se constata así que el procedimiento es poco sensible en los estadios de jugosidad sensorial baja. Por ello se procede a un análisis mediante la generación de categorías en función de los valores de firmeza y la jugosidad sensorial.

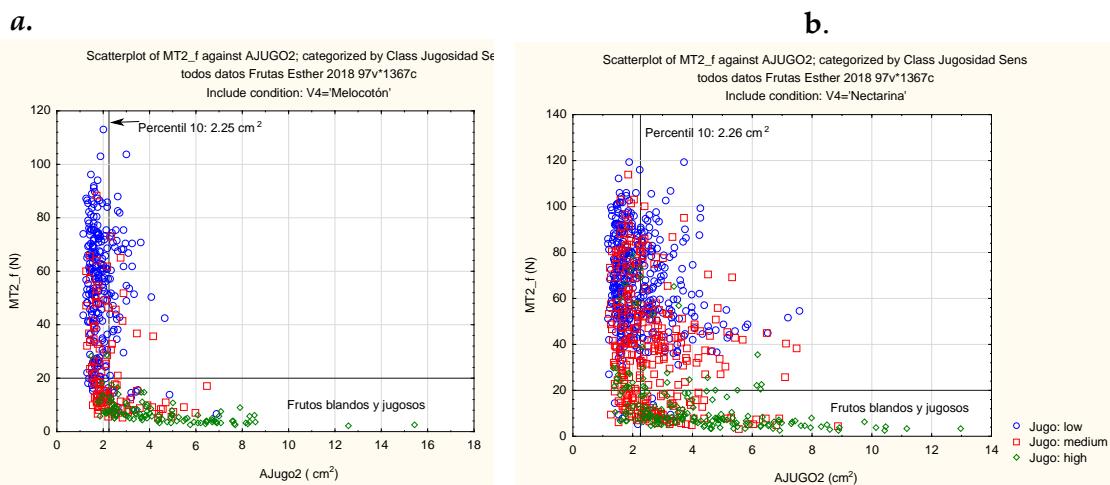


**Figura 5.** Resultado del análisis factorial de varianza para la variable jugosidad instrumental frente a días de protocolo postcosecha y producto. La flecha horizontal indica el límite inferior de 4 cm<sup>2</sup> que caracteriza a los frutos jugosos

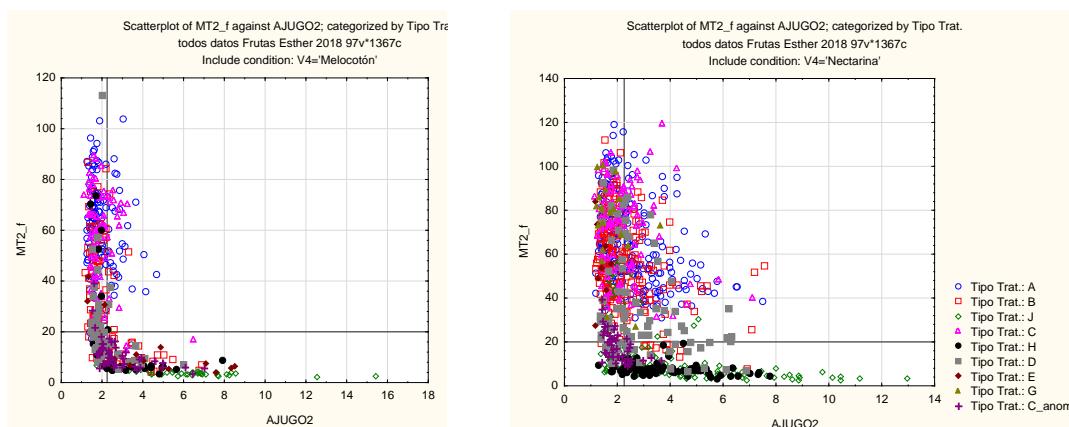
El análisis de la jugosidad instrumental de los frutos categorizados como blandos y jugosos, indica que el área de jugo promedio en los melocotones y nectarinas pertenecientes a esta clase es de 4.55 ( $\pm 2.35$ ) cm<sup>2</sup> y de 4.50 ( $\pm 2.24$ ) cm<sup>2</sup> respectivamente. Además el 90% de los frutos de esta clase tienen un área de jugo por encima de 2.25 cm<sup>2</sup> en melocotones y de 2.26 cm<sup>2</sup> en nectarinas. La Figura 6 muestra la representación de la firmeza instrumental MT (N) frente a la jugosidad instrumental (cm<sup>2</sup>) de todos los melocotones (izquierda) y nectarinas (derecha). Sobre la Figura 6 se han delimitado en el cuadrante inferior derecho los frutos blandos (MT<20 N) con jugosidad instrumental superior a 2.25 cm<sup>2</sup> en melocotones y de 2.26 cm<sup>2</sup> en nectarinas, identificándose cada individuo en función de la categoría de jugosidad sensorial a la que pertenece. Se observa que el 88.4% de los melocotones sensorialmente jugosos (puntos verdes) y el 72.0% de las nectarinas de elevada jugosidad se sitúan en dicho cuadrante.

La Figura 7 vuelve a indentificar los tratamientos que incluyen periodos prolongados de vida en estantería en protocolos postcosecha de duración superior a los 12 días, J, H C\_anom y E en melocotones y J y H principalmente en nectarinas como los protocolos ensayados capaces de desarrollar frutos blandos y de alta jugosidad.

**X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA**  
**X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA**  
**3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España**



**Figura 6.** Representación de la dispersión de la jugosidad instrumental de los frutos según su firmeza instrumental, categorizados según la clase de jugosidad sensorial a la que pertenecen melocotones (a) y nectarinas (b). Las líneas negras indican los límites de firmeza y jugosidad que delimitan a los frutos blandos y jugosos.



**Figura 7.** Representación de la dispersión de la jugosidad instrumental de los frutos según su firmeza instrumental, categorizados en función del tipo de tratamiento postcosecha aplicado a melocotones (a) y nectarinas (b). Las líneas negras indican los límites de firmeza y jugosidad que delimitan a los frutos blandos y jugosos

### 3.5. Estimaciones NIR

La Figura 8 y la Tabla 3 muestran el resultado de los modelos de estimación PLS aplicados sobre los espectros NIR de melocotones y nectarinas utilizando como referencia distintas variables relacionadas con la jugosidad de los frutos: humedad o contenido en agua del fruto, jugosidad sensorial y jugosidad instrumental.

Los modelos PLS obtenidos para los melocotones tienen un coeficiente de determinación entre el 0.67 y el 0.76, es decir que la varianza explicada por estos modelos oscila entre el 67% y el 76%. El SECV indica un error de estimación del 1.6% en la humedad, de  $1.25 \text{ cm}^2$  en la jugosidad instrumental y 1.29 puntos en el caso de la jugosidad sensorial, estos errores junto con un valor de RPD que está próximo a 1.5, indican que estos modelos son como mucho capaces de generar estimaciones válidas para distinguir sólo entre categorías de frutos basadas en los valores de estas variables. En el caso de las nectarinas, se encuentra que el modelo PLS para estimar el contenido

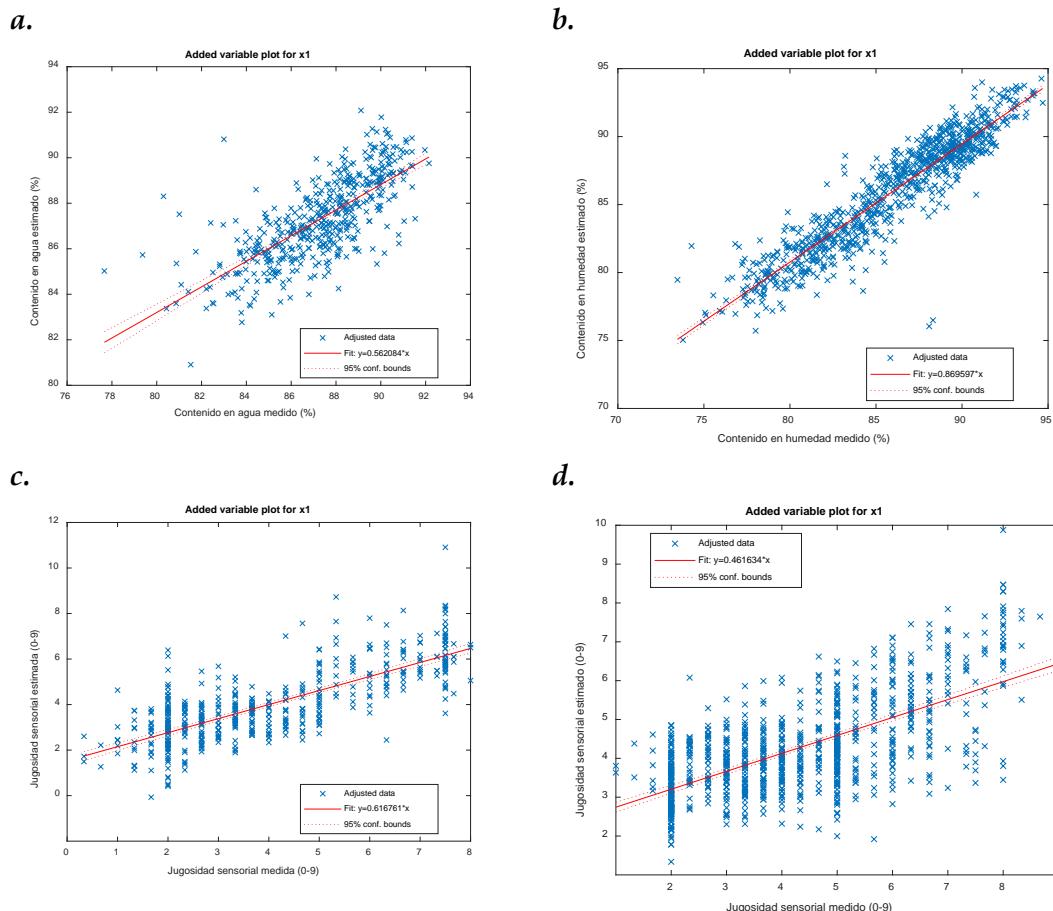
**X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA**  
**X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA**  
 3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España

de humedad de los frutos es mucho más robusto, alcanzando un 93% de varianza explicada y un RPD entre 2 y 3 lo que indica que la predicción cuantitativa de esta variable es posible incluso en los extremos. Esta diferencia entre la capacidad predictiva del modelo PLS aplicado a melocotones y aplicado a nectarinas es debida a que el rango de variación de la humedad en nectarinas es del 8%, frente a sólo el 2% en el caso de los melocotones.

En cuanto a la jugosidad instrumental se encuentra que el rango de variación es mayor en melocotones ( $14.3 \text{ cm}^2$ ) que en nectarinas ( $11.8 \text{ cm}^2$ ) y la ligera mayor proporción de frutos de jugosidad alta (23.1%) en melocotones que en nectarinas (20.6%), conduce a que los modelos de estimación de estas variables sean ligeramente peores en el caso de las nectarinas.

**Tabla 3.** Estadísticos que caracterizan la bondad de los modelos PLS basados en los espectros NIR para la estimación de humedad, jugosidad instrumental y jugosidad sensorial en melocotones y nectarinas.

	Melocotones				Nectarinas			
	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>Lv</b>	<b>secv</b>	<b>RPD</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>Lv</b>	<b>secv</b>	<b>RPD</b>
<b>Humedad (%)</b>	0,73	11	1,624	1.4598	0,93	14	1,640	2.6617
<b>Área de jugo (cm<sup>2</sup>)</b>	0,67	11	1,250	1.3499	0,54	14	1,327	1.1893
<b>Jugosidad sensorial (0-9)</b>	0,76	14	1,287	1.5363	0,65	15	1,333	1.3093



**Figura 8.** a. modelo de estimación de la humedad en melocotón y b. en nectarina; c; e. modelo de estimación de la jugosidad sensorial en melocotón y f. en nectarina.

**X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA**  
**X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA**  
3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España

La Figura 8 muestra que en el caso de las nectarinas es posible emplear el espectro NIR para estimar el contenido de humedad de los frutos en el momento de la recolección. Por otro lado, se observa cómo es posible estimar la jugosidad sensorial diferenciando entre frutos de jugosidad alta y frutos de jugosidad baja lo que resultaría suficiente para categorizar y diferenciar de forma no destructiva los frutos jugosos “ready to eat”.

#### **4. Conclusiones**

Al relacionar las determinaciones instrumentales de la jugosidad con la evaluación sensorial se constata que en la mayor parte de las variedades, aquellos frutos calificados como de alta jugosidad (puntuación superior a 6 en la escala sensorial) presentan áreas de jugo superiores a 4 cm<sup>2</sup>. Lo que constituye una indicación instrumental objetiva de utilidad para el sector en la evaluación del estado de jugosidad de los frutos de hueso.

Mediante la espectroscopía NIR es posible categorizar la jugosidad sensorial, diferenciando entre frutos de jugosidad alta y frutos de jugosidad baja lo que resultaría suficiente para identificar de forma no destructiva los frutos jugosos.

Los frutos “ready to eat” se han definido como frutos blandos de jugosidad elevada. Se establece así una categorización en la que empleando una única máquina universal de ensayos se pueden identificar los lotes “ready to eat” como aquellos que simultáneamente presentan una firmeza Magness Taylor por debajo de 20 N y una jugosidad instrumental por encima de los 2.25 cm<sup>2</sup>. Se encuentran dentro de estos límites el 88.4% de los melocotones y el 72.0% de las nectarinas clasificadas sensorialmente como de alta jugosidad. Los tratamientos postcosecha que aúnan un periodo de premaduración con una etapa de vida en estantería, en protocolos de duración total superior a los 12 días se identifican como, de entre los ensayados, los capaces de desarrollar frutos blandos y de alta jugosidad.

#### **5. Agradecimientos**

Los autores agradecen a la empresa Frutas Esther la colaboración prestada para el desarrollo del presente trabajo y la ayuda otorgada por el CDTI de referencia IDI-20170547, cofinanciada con fondos FEDER.

#### **Referencias**

1. Lurie, S. and C.H. Crisosto, Chilling injury in peach and nectarine. Postharvest Biology and Technology, 2005. 37(3): p. 195-208.
2. Cos, J., et al., Peach and nectarine breeding program imida-NOVAMED SL, to obtain new cultivars adapted to the region of Murcia. Acta horticulturae, 2012.
3. Brummell, D.A., et al., Cell wall metabolism during the development of chilling injury in cold-stored peach fruit: association of mealiness with arrested disassembly of cell wall pectins. Journal of Experimental Botany, 2004. 55(405): p. 2041-2052.
4. Crisosto, C.H., handling preconditioned tree fruit at the retail distribution centers. . Department of Pomology. University of California, Davis. at the Kearney Agricultural Center: p. 1-2 pag.
5. Maté, V., ¿Hay demasiados melocotones en España? El País, 2018. negocios: p. 1.
6. Contador, L., et al., A proposal for determining the flesh softening of peach and nectarine in postharvest through simplified targeted modeling. Scientia Horticulturae, 2016. 209: p. 47-52.
7. Infante, R., et al., Quantitative determination of flesh mealiness in peach *Prunus persica* L. (Batch.) through paper absorption of free juice. Postharvest Biology and Technology, 2009. 51(1): p. 118-121.
8. Sun, Y., et al., Hyperspectral reflectance imaging combined with chemometrics and successive projections algorithm for chilling injury classification in peaches. Lwt-Food Science and Technology, 2017. 75: p. 557-564.
9. Cano-Salazar, J., M.L. Lopez, and G. Echeverria, Relationships between the instrumental and sensory characteristics of four peach and nectarine cultivars stored under air and CA atmospheres. Postharvest Biology and Technology, 2013. 75: p. 58-67.
10. Kader, A.A., Postharvest biology of tropical and subtropical fruits, in Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas, A.A. Kader, Editor. 2007. p. 387-400.