

Valoración de los consumidores de cinco nuevos híbridos de mandarina obtenidos en el IVIA y descripción de su perfil sensorial. Estudio comparativo respecto a variedades comerciales

En los últimos años han aumentado de manera importante tanto la producción mundial de mandarina como el número de variedades disponibles en los mercados internacionales. En este contexto, para poder ser competitivos se hace necesario disponer de variedades que sobresalgan frente al resto por su elevada calidad. En este trabajo, mediante un estudio en el que participaron más de 250 consumidores se evaluaron 5 nuevos híbridos tardíos sin semilla obtenidos en el IVIA ('Alborea', 'Coral', 'Omet', 'Matiz', 'Tri-703'). Estas variedades fueron evaluadas por los consumidores en comparación con las principales variedades comerciales con las que tendrían que competir dependiendo de su fecha de recolección ('Clemenules', 'Nova', 'Tango', 'Nadorcott', 'Orri' y 'Ortanique'). Además de evaluar las preferencias e intención de compra de los consumidores, en este trabajo también se abordó la descripción del perfil sensorial de las diferentes variedades mediante el método *Check-All-That-Apply* (CATA), en el que son los propios consumidores los que caracterizan las diferentes muestras. Nuestros resultados mostraron que las nuevas variedades comparten un perfil sensorial similar, presentando un sabor muy intenso y refrescante, y siendo especialmente aromáticas y jugosas. Estas características permitieron a los consumidores diferenciarlas claramente de las variedades comerciales. Además, en este trabajo se identificaron diferentes patrones de preferencia entre los consumidores, ya que no existe una única variedad que satisfaga a todo el mundo. Sin embargo, a un elevado número de consumidores, las nuevas variedades le gustaron tanto o más que las variedades comerciales. Destacó entre todas las variedades evaluadas, la nueva variedad 'Tri-703', siendo la preferida de un alto porcentaje de participantes y la que presentó una mayor intención de compra.

PALABRAS CLAVE: sabor, aroma, propiedades organolépticas, propiedades físico-químicas.

P. Tarancón¹, A. Tárrega², P. Aleza³ y C. Besada^{1,*}

^{1,3} Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), ¹ Grupo de Evaluación Sensorial. Centro de Tecnología Postcosecha.

³ Centro de Citricultura y Producción Vegetal. Carretera Moncada-Náquera, km. 4.5, 46113, Moncada, Valencia

² Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC), Agustín Escardino 7, 46980, Paterna, Valencia

*e-mail: besada_cri@gva.es

INTRODUCCIÓN

El consumo de mandarinas ha aumentado de forma importante en la última década a nivel mundial, siendo una fruta muy apreciada por los consumidores (Goldenberg *et al.*, 2015). De acuerdo a los datos de la FAO, la producción mundial de mandarinas incrementó un 60 % entre el año 2008 y el 2018 (FAOSTAT, 2018), y la competencia en los mercados es cada vez mayor. Para poder ser competitivos y posicionarse en los mercados internacionales es necesario que las mandarinas de

origen español destaquen sobre el resto por su elevada calidad.

Los parámetros de calidad interna en cítricos se han basado tradicionalmente en los niveles de acidez y dulzor, recogidos en el Índice de Madurez (IM= °Brix / acidez), y en el contenido en zumo del fruto (UNECE, 2017). Sin embargo, hay otros atributos como el aroma que juega un papel clave en la percepción global del sabor del fruto, o características relativas a la facilidad de consumo, como la ausencia de semillas o la facilidad

de pelado y separación de los gajos, que en los últimos años han cobrado importancia para los consumidores.

En este contexto, con el objetivo de obtener variedades altamente competitivas, en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, se está desarrollando un programa de mejora cuyo objetivo es generar nuevas variedades de mandarinas sin semilla, que sean tardías y destaquen por su elevada calidad organoléptica (Navarro *et al.*, 2015).

En estos momentos existen diferentes híbridos que han sido preseleccionados por su fecha de recolección tardía y buen comportamiento agronómico. El siguiente paso en el proceso de selección tiene que ser la evaluación de su calidad organoléptica, para seleccionar aquellas variedades que tengan una mejor aceptación entre los consumidores y que por lo tanto puedan ser introducidas con garantías de éxito. Los estudios sensoriales con consumidores son la herramienta adecuada para obtener esta información durante el proceso de selección de nuevas variedades, y han sido utilizados con éxito en la selección de nuevas variedades de kiwi, pera o tomates (Jaeger *et al.*, 2003; Gamble *et al.*, 2006; Rocha *et al.*, 2013). Actualmente, el IVIA cuenta con un Grupo de Evaluación Sensorial, y una de las líneas de trabajo de este grupo es la introducción de criterios de calidad sensorial, a través de estudios con consumidores en los procesos de selección de nuevas variedades.

En este tipo de estudios se presentan diferentes muestras a los participantes, y mediante escalas estandarizadas se les pide que indiquen cuánto le gusta la muestra y hasta qué punto estaría dispuesto a comprarla. De esta forma se pueden evaluar el grado de aceptación de cada variedad y determinar cuáles son las preferencias de los consumidores, pudiendo estimar la respuesta del mercado.

Si además de los datos de aceptación, obtenemos una descripción del perfil sensorial de las variedades que estamos estudiando, es decir, de los atributos organolépticos que las caracterizan, podremos cruzar ambos tipos de datos y así identificar cuáles son los atributos que deben estar presentes para que las mandarinas gusten al consumidor (Kelley *et al.*, 2010). Esto es lo que se denomina "*drivers of liking*", es decir, aquellas características que deben tener las mandarinas para que gusten. Esta información es especialmente útil para tomar decisiones relativas a la producción y al marketing, pero también para guiar a los mejoradores a

la hora de obtener nuevas variedades.

Tradicionalmente, en este tipo de estudios la descripción del perfil sensorial de las variedades era realizada por un panel entrenado, mientras que los datos de aceptación y preferencia, es decir, cuánto gusta la variedad, se obtenían mediante un panel de consumidores (Villamor *et al.*, 2013; Lawless y Heymann, 1998). Esta metodología, que puede resultar algo lenta debido al proceso de entrenamiento de los paneles, se ha usado para identificar *drivers of liking* de mangos, fresas, nectarinas o melocotones (Malundo *et al.*, 2001; Ares *et al.*, 2009; Delgado *et al.*, 2013).

En la última década han surgido nuevas metodologías de análisis sensorial que permiten que sean los propios consumidores los que describan las principales características sensoriales de las nuevas variedades. De esta manera, toda la información necesaria procede de los consumidores y por lo tanto estas metodologías permiten una aproximación más realista y una mejor predicción de la respuesta en los mercados (Varela y Ares, 2012; Cruz *et al.*, 2013; Tarancón *et al.*, 2015; Torres *et al.*, 2017; Alencar *et al.*, 2019). Un método realmente interesante en este sentido es el método *Check-All-That-Apply* (CATA), en el que los consumidores reciben un listado de atributos sensoriales y se les pide que marquen todos aquellos que son adecuados para describir la muestra que están probando. Este método, que resulta bastante ágil, al no ser necesario el entrenamiento de un panel, ha sido utilizado con éxito para describir y seleccionar nuevas variedades, por ejemplo, de fresas (Lado *et al.*, 2010; Oliver *et al.*, 2018).

Además, durante el proceso de selección de variedades es muy importante tener en cuenta el contexto comercial, y para ello los estudios deben contemplar no sólo las nuevas variedades sino también aquellas con las que van a tener que competir (Vicente *et al.*, 2017; Mattia y Gmitter, 2017). Cualquier nueva variedad que pretenda ser introducida con éxito, y

que por lo tanto pretenda reemplazar o competir con las que ya están disponibles en el mercado, tiene que ser evaluada por los consumidores y gustarles tanto o más que las variedades ya disponibles (Hampson *et al.*, 2000).

El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta de los consumidores a cinco nuevas variedades tardías obtenidas recientemente en el IVIA ('Alborea', 'Coral', 'Omet', 'Matiz' y 'Tri-703'). Para ello las nuevas variedades fueron comparadas con aquellas variedades comerciales con las que coinciden en fecha de recolección y por lo tanto con las que tendrán que competir en los mercados. En este estudio, en el que participaron más de 250 consumidores, se evaluó el grado de aceptación de las distintas variedades, y además los propios consumidores describieron mediante el método CATA las principales características de cada una de ellas. Esto nos permitió seleccionar las variedades con mayores posibilidades de éxito, y también identificar las características organolépticas de las mandarinas que actúan como "*drivers of liking*".

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Las cinco nuevas variedades estudiadas fueron híbridos triploides tardíos desarrollados por el departamento Citricultura y Producción vegetal del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA): 'Alborea', 'Coral', 'Omet', 'Matiz' y 'Tri-703'.

En base a la fecha de recolección óptima de las diferentes variedades (determinada en estudios previos), se realizaron dos recolecciones: 'Alborea' y 'Coral' fueron recolectadas a finales de Enero (Recolección 1) y 'Omet', 'Matiz' y 'Tri-703' fueron recolectadas a finales de Febrero (Recolección 2). Las nuevas variedades fueron comparadas con cultivares comerciales, seleccionados según su disponibilidad en el mercado en cada una de las recolecciones. Así, las variedades 'Alborea' y 'Coral' fueron evaluadas

conjuntamente con 'Clemenules', 'Nova' y 'Tango', mientras que las variedades 'Omet', 'Matiz' y 'Tri-703' fueron evaluadas conjuntamente con 'Nadorcott', 'Orri' y 'Ortanique'.

Las nuevas variedades se recolectaron en las parcelas experimentales del IVIA cuando habían alcanzado su madurez comercial. El mismo día de la recolección, las variedades comerciales fueron suministradas por un almacén comercial situado en Valencia (en todos los casos se trató de fruta recolectada ese mismo día o el día anterior).

Estudio de consumidores

En el test sensorial correspondiente a la Recolección 1 participaron 128 consumidores y en el caso de la Recolección 2 se contó con 139 consumidores. En ambas pruebas se evaluaron las variedades mediante la valoración de la aceptación (cuanto gusta la muestra) e intención de compra y también mediante las preguntas de un cuestionario *Check-All-That-Apply* (CATA). Los consumidores aceptaron voluntariamente participar en el estudio y un requisito para poder participar fue que fuesen consumidores habituales de cítricos (que los consumiesen por lo menos una vez por semana cuando es temporada). La edad de los participantes fue de entre 18 y 65 años, y la proporción hombre/mujer (%) fue 43/57 para el test correspondiente a la Recolección 1 y 46/54 para el test correspondiente a la Recolección 2.

Para evaluar las muestras, se presentó la mandarina entera a los consumidores, y se le dió instrucciones de pelar la mandarina, probarla y a continuación puntuar su aceptación global e intención de compra. La aceptación se midió mediante una escala hedónica de 9 puntos, desde 1 ("no me gusta nada") a 9 ("me gusta mucho"), mientras que para evaluar la intención de compra se preguntó a los consumidores si comprarían la mandarina que acababan de probar (sí/no). Tras esto, se les pidió que respondieran a un cuestionario CATA (Check-All-That-Apply) que

comprendía 23 descriptores. Los descriptores estaban relacionados con las características de pelado, aroma, sabor y textura de las mandarinas. Inicialmente se seleccionaron los descriptores basándose en investigaciones previas (Goldenberg *et al.*, 2015 y 2018) y se adaptaron de acuerdo a las características específicas de las muestras, según lo descrito por un panel semientrenado compuesto por 8 miembros.

Los descriptores comprendían: Olor intenso al abrirla, Cuesta meter el dedo al empezar a pelar, Fácil de pelar, Difícil de pelar, Mancha las manos al pelar, Insulso/soso, Poco dulce, Dulzor intermedio, Muy dulce, Sabor pasado/demasiado madura, Sabor no tradicional/novedoso, Sabor refrescante, Sabor típico a mandarina, Poco ácida, Acidez intermedia, Muy ácida, Poco aromática, Muy aromática, Sabor muy intenso, Blanda, Fibrosa (se quedan pielecillas del gajo tras masticar), Jugosa y Seca.

Las evaluaciones se llevaron a cabo en una sala de catas estandarizada. Para servir las mandarinas se utilizaron pocillos codificados con números aleatorios de tres dígitos, presentados monódicamente según el método de McFie *et al.* (1989) y, para limpiar el paladar entre muestras, se proporcionó agua a los consumidores.

Evaluación físico-química

Además de la calidad organoléptica, también se determinaron los principales parámetros físico-químicos de calidad de las distintas variedades. Para ello se determinó el peso medio del fruto, la coloración externa, la firmeza, los sólidos solubles totales (SST), la acidez titulable (AT), el Índice de Madurez (IM) y el rendimiento en zumo.

La coloración externa se determinó sobre 20 frutos de cada variedad con un colorímetro portátil (Minolta Co. Ltd., modelo CR-300, Osaka, Japón). Se realizaron dos mediciones por fruto en la zona ecuatorial, midiendo los parámetros Hunter: luminosidad (L), rojo-verde (a) y amarillo-azul (b). Los resultados se expresaron como media de índice de color (IC):

$IC = 1000 a/Lb$ (Jiménez-Cuesta *et al.*, 1981).

La firmeza fue evaluada sobre 20 frutos de cada variedad mediante un texturómetro (Instron, modelo 3343, Instron Ltd., Buckinghamshire, UK) y los resultados se expresaron como el porcentaje de deformación de la fruta (en mm) que resultó de aplicar una presión de 10 N, mediante un émbolo de 3,5 cm en el eje longitudinal, a velocidad constante.

Para determinar el contenido en sólidos solubles totales y la acidez titulable se realizaron cuatro zumos por variedad a partir de cinco frutos cada uno, mediante un exprimidor eléctrico de cabeza giratoria. Se calculó en primer lugar el rendimiento del zumo expresado como porcentaje. Seguidamente, se determinó la AT mediante titulación con una solución de NaOH 0,1N, utilizando fenolftaleína como indicador, y se expresó el resultado como g de ácido cítrico por 100 mL de zumo. Para determinar el porcentaje de SST en el zumo se empleó un refractómetro digital (Atago PR-1, Atago Co., Ltd., Tokio, Japón). El Índice de Madurez se calculó como $IM = SST/AT$.

Análisis estadístico

Se estudió la variabilidad de los parámetros físico-químicos entre los cultivares mediante un análisis ANOVA de un solo factor. Las diferencias mínimas significativas entre las variedades individuales se establecieron a partir del test LSD (*Least Significant Difference*) con un nivel de confianza del 95 % ($\alpha = 0.05$).

Para estudiar la dispersión de los datos de aceptación, se realizó estadística descriptiva que se expresó con las gráficas de cajas y bigotes.

Se realizó un análisis de jerárquico de conglomerados sobre los datos de aceptación, para identificar grupos de consumidores con patrones de preferencia similares. Se consideraron distancias euclidianas y el método de agregación de Ward. Se aplicó también el test de Kruskal Wallis seguido del test de comparaciones

múltiples de Dunn para evaluar las diferencias en los datos de aceptación entre cultivares ($p \leq 0.05$).

El análisis de varianza no paramétrico de Cochran se empleó para evaluar si las preguntas del CATA podían detectar diferencias en la percepción de los cultivares por parte de los catadores. La variabilidad general en las frecuencias de mención de atributos significativos se analizó mediante un análisis de correspondencia (AC). Por último, para evaluar la relación entre las respuestas del CATA y la puntuación de la aceptación, se llevó a cabo un análisis de factorial múltiple (AFM) sobre la frecuencia de mención de la pregunta CATA de cada grupo. Todos los cálculos se realizaron con el software XL-stat (versión 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros Físico-Químicos

En la **Tabla 1** se presentan los valores de los principales parámetros físico-químicos determinados en las distintas variedades. Aquellas variedades recolectadas en el mismo momento son comparadas entre sí.

En la Recolección 1 los valores más elevados de IM los presentaron las variedades comerciales 'Clemenules' y 'Nova', con valores de 27.6 y 16.8 respectivamente (**Tabla 1**). El resto de cultivares de la primera recolección presentaron un IM similar entre ellas, con valores entre 10.8 y 13.1. El IM expresa la relación entre los SST y la acidez, y aunque cabría esperar que las variedades con mayor IM fueran las que presentaran un mayor contenido de SST, esto no fue así. De entre las variedades estudiadas en la primera recolección, 'Alborea' fue la que presentó un contenido más elevado de SST (13.4 °Brix) mientras que el resto de cultivares presentaron valores alrededor de los 12 °Brix. Por lo tanto, las diferencias de IM entre variedades fueron debidas principalmente al nivel de acidez, que fue significativamente más bajo en 'Clemenules' y 'Nova' (0.4 y 0.7 g ac. Cítrico /100 mL, respectivamente)

que en 'Tango', 'Alborea' y 'Coral' (con valores superiores a 1 g ac. cítrico/100 mL). Es importante tener presente el periodo de cosecha de las diferentes variedades, ya que a finales de Enero, cuando se llevó a cabo la primera recolección de este estudio, las variedades 'Clemenules' y 'Nova' se encontraban al final de su campaña, lo que explica su elevado IM asociado a estados avanzados de madurez. Sin embargo, 'Tango' y las nuevas variedades 'Alborea' y 'Coral' se encontraban al principio/mitad de su periodo de recolección. Esta heterogeneidad en los IM de variedades recolectadas en un mismo momento refleja lo que ocurre en la realidad, ya que los periodos de recolección de las diferentes variedades suelen estar desplazados en el tiempo, pero se superponen en mayor o menor medida, de tal forma que es habitual que en las estanterías de los supermercados coexistan variedades que se encuentran en diferentes momentos de su campaña y que por lo tanto presentan diferentes estados de madurez.

En la Recolección 2 los valores más bajos de IM fueron los de 'Ortanique' (IM= 7.9), mientras que los más altos fueron los de 'Orri' (IM = 19.5). El resto de variedades presentaron valores entre 9.2 y 11.6, con ligeras diferencias entre ellas. Al igual que en la primera recolección, las diferencias en el IM fueron debidas principalmente al nivel

de acidez. La variedad comercial 'Orri' presentó los niveles de acidez más bajos, mientras que 'Matiz', 'Omet' y 'Ortanique' fueron las que mostraron una mayor acidez. Los SST fueron desde 11.6 a 14.6 °Brix, siendo las nuevas variedades 'Tri-703' y 'Omet' las que mostraron los mayores valores, mientras que 'Nadorcott' y 'Ortanique' presentaron los valores más bajos. En esta segunda recolección se puede considerar que los seis cultivares se encontraban al principio/mitad de su campaña.

De acuerdo a los requerimientos de calidad interna para la exportación y comercialización de cítricos a la Unión Europea, las mandarinas satsumas tienen que tener un IM > 6.5 y un rendimiento en zumo > 33 %, las mandarinas del grupo clementinas tienen que tener un IM > 7 y un rendimiento en zumo > 40 %, mientras que 'otros cultivares y sus híbridos' deben presentar un IM > 7.5 y un rendimiento en zumo > 33 % (UNECE, 2017). Las variedades estudiadas en este estudio pertenecen al grupo de las clementinas ('Clemenules') y a 'otros cultivares y sus híbridos'. Por lo tanto, podemos afirmar que todas ellas presentaban un IM comercial. Además, en todos los casos los rendimientos en zumo fueron de entre 45 y 58 %, por lo tanto, muy superiores al mínimo requerido.

Respecto a la textura, de todas las variedades evaluadas en la

Tabla 1. Parámetros físico-químicos de las once variedades evaluadas.

Rec.	Cultivares	Color (1000a/Lb)	Firmeza (%def)	SST ¹ (%)	Acidez (AT) (g ac cítrico /100 mL)	IM ² (SST/AT)	Rd (% zumo) ³	Peso (g)
R1	Alborea	27.7 d	4.1 a	13.4 b	1.02 c	13.8 b	51.6 a	107.4 c
	Coral	20.4 b	4.3 ab	12.6 a	1.10 c	11.5 ab	58.0 b	110.0 c
	Nova	27.8 d	4.7 b	12.4a	0.74 b	16.8 c	57.7 b	95.54 b
	Clemenules	17.0 a	6.3 c	12.1 a	0.44 a	27.6 d	49.2 a	96.0 b
	Tango	24.9 c	7.3 d	11.9 a	1.10 c	10.8 a	51.9 a	81.8 a
R2	Tri-703	22.2 c	3.3 c	14.5 c	1.25 c	11.6 c	48.7 ab	119.8 a
	Omet	23.5 c	2.1 a	14.6 c	1.55 d	9.5 b	52.0 b	126.1 a
	Matiz	18.6 b	4.3 d	13.4 b	1.46 d	9.2 ab	49.0 ab	107.2 a
	Orri	14.2 a	3.2 c	13.0 b	0.67 a	19.5 d	50.7 b	122.4 a
	Nadorcott	17.8 b	5.4 e	12.0 a	1.07 b	11.3c	45.8 a	98.6 a
	Ortanique	19.1 b	2.6 b	11.6 a	1.50 d	7.9 a	51.6 b	180.5 b

¹SST-sólidos solubles totales, ²IM-índice de madurez, ³Rd-rendimiento en zumo. Para cada recolección, letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre cultivares de acuerdo al test LSD ($p \leq 0.05$).

Recolección 1 las firmezas más bajas las presentaron 'Tango' y 'Clemenules' (% de deformación > 6), mientras que el resto de variedades mostraron valores de deformación de alrededor del 4 %. En la Recolección 2, los valores de firmeza en general fueron más altos. 'Omet' fue la variedad más firme (2.1 % de deformación), 'Nadorcott' fue la más blanda (5.4 % de deformación), y el resto mostraron valores entre 2.6 y 4.3 %.

Por último, en lo que se refiere al peso medio de los frutos, en la Recolección 1 los frutos de menor peso fueron los de 'Tango' con un peso medio de 82 g. El resto de variedades presentó pesos de entre 95 g y 110 g por fruto, sin diferencias significativas entre ellas. En la Recolección 2 el peso medio osciló entre 98.6 y 180.5 gramos, siendo los frutos de 'Ortanique' significativamente mayores que el resto.

Estudio de Consumidores

Identificación de Patrones de Preferencia

En la **Figura 1** se muestran las gráficas de cajas y bigotes asociadas a las valoraciones de los consumidores para las variedades de la Recolección 1 y 2 (**Figura 1A** y **1B** respectivamente). En ambas recolecciones puede observarse que en la mayoría de los casos los valores otorgados por los consumidores estuvieron repartidos a lo largo de toda la escala (1 al 9). Además, la gráfica muestra que la diferencia entre el primer cuartil (Q1, límite inferior de la caja) y el tercer cuartil (Q3, límite superior de la caja) fue de entre 3 y 4 puntos

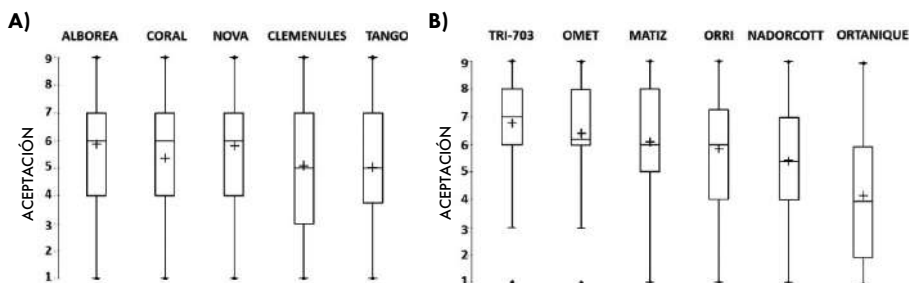


Figura 1. Gráficas de cajas y bigotes obtenidas de la estadística descriptiva a partir de los datos de aceptación de los consumidores de las mandarinas evaluadas en la Recolección 1 (A) y la Recolección 2 (B). Los límites inferior y superior de cada caja representan el primer cuartil (Q1) y el tercer cuartil (Q3), respectivamente. La línea y la cruz en cada caja muestran la mediana y la media, respectivamente. Los bigotes representan los extremos inferiores y superiores de los datos.

para la mayoría de las variedades, lo que nos indica una alta variabilidad en las puntuaciones dadas por los consumidores. Por lo tanto, para investigar en más profundidad estas puntuaciones y las preferencias de los consumidores, se realizaron análisis de clusters jerárquicos por separado para la primera y segunda recolección (**Figura 2**).

Los resultados del análisis de clusters revelaron tres patrones de preferencia diferentes entre los consumidores que participaron en los tests asociados a cada una de las recolecciones. De entre los tres grupos de consumidores identificados en la Recolección 1 (**Figura 2A**), el primer grupo (Cluster 1) estuvo formado por 46 consumidores (36 % de los participantes), el Cluster 2 por 53 (41 %) y Cluster 3 por 29 consumidores (23 %). En los tres clusters se observaron diferencias significativas en las puntuaciones de aceptación otorgadas a las diferentes variedades ($p < 0.05$).

Los consumidores del Cluster 1 mostraron preferencias por las mandarinas 'Clemenules' (valores medios de 6.8), mientras que el resto de variedades recibieron puntuaciones entre 5 y 3.9, sin diferencias entre ellas. Por el contrario, la variedad 'Clemenules' fue la que menos gustó a los consumidores del Cluster 2, quienes le dieron puntuaciones mucho más bajas que al resto de variedades evaluadas. Los consumidores del Cluster 3 en general dieron puntuaciones más elevadas a

todas las variedades en comparación con las puntuaciones dadas por los Clusters 1 y 2; los valores medios de aceptación fueron entre 6.4 y 7.4, y 'Alboarea' fue la variedad que más gustó a este grupo de consumidores.

La existencia de diferentes patrones de preferencia entre los consumidores es algo habitual. Simons *et al.* (2018), tras evaluar diferentes variedades de mandarina y tangelo en California, observaron que con el cultivar de tangelo 'Minneola' ocurría algo similar a lo que en este estudio observamos con 'Clemenules', es decir, que hay un grupo de consumidores al que es la variedad que más le gusta, mientras que a otro grupo importante de gente es la variedad que menos le gustó de todas las que evaluaron.

Cuando se evaluaron los datos de aceptación obtenidos para las variedades de la Recolección 2, nuevamente se diferenciaron tres

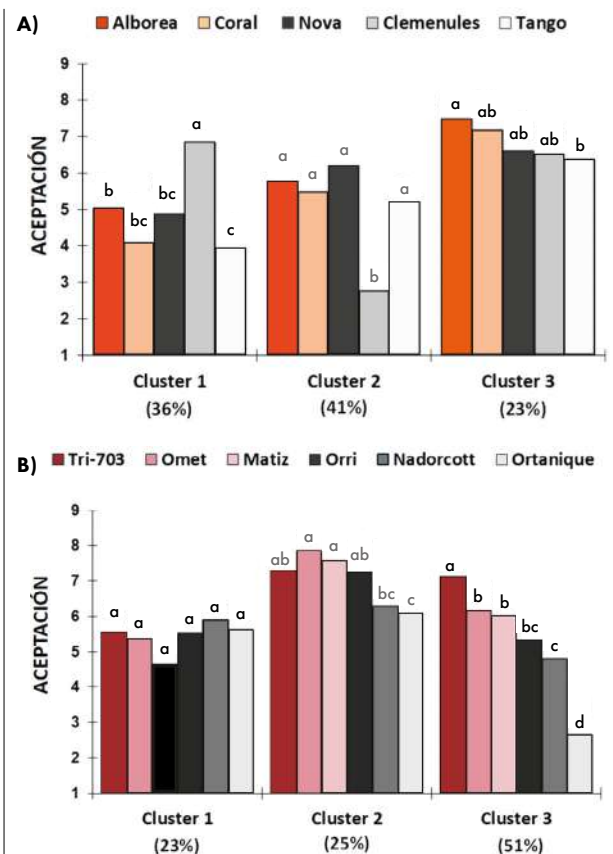


Figura 2. Puntuaciones medias de aceptación de los consumidores (cluster 1-3) que evaluaron los cultivares de la Recolección 1 (A) y de la Recolección 2 (B). Para cada recolección, letras diferentes entre variedades dentro de un mismo cluster indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) de acuerdo con el test Kruskal-Wallis (dos colas).

grupos o clusters de consumidores (**Figura 2B**). El Cluster 1 estuvo formado por 33 consumidores (23 % de los participantes), el Cluster 2 por 35 personas (25 %) y el Cluster 3 por 71 (51 %). Los consumidores del Cluster 1 no mostraron preferencias por ninguna de las variedades, dándole a todas ellas puntuaciones similares entre 5 y 6, sin observarse diferencias significativas ($p = 0.25$). En los Clusters 2 y 3 sí se observaron diferencias significativas entre las puntuaciones dadas por los consumidores a las diferentes variedades ($p < 0.05$). Los consumidores de los Clusters 2 y 3 mostraron algunas tendencias comunes que merece la pena mencionar. En ambos casos los consumidores dieron las puntuaciones más altas a las tres nuevas variedades seguidas de 'Orri', 'Nadorcott' y 'Ortanique', pero los consumidores del Cluster 2 dieron en general puntuaciones más elevadas que los consumidores del Cluster 3. Además, mientras que en el Cluster 2 no se observaron diferencias entre las tres nuevas variedades, a los consumidores

del Cluster 3 la variedad que más les gustó fue la 'Tri 703'. Es importante tener presente que el Cluster 3 fue el que englobó a un mayor porcentaje de consumidores (51 %).

La intención de compra de los consumidores estuvo claramente asociada a cuanto les gustó cada una de las variedades (**Tabla 2**). Así, un alto porcentaje de ellos (65.5 %) declaró que compraría las mandarinas 'Tri-703', mientras que 'Omet' y 'Matiz' sería comprada por cerca del 50 % de los participantes. 'Orri' y 'Nadorcott' presentaron una

intención de compra algo menor, 37 y 31 % respectivamente, mientras que 'Ortanique' fue claramente la variedad con menor intención de compra.

Es importante mencionar que la respuesta de las nuevas variedades durante el almacenamiento postcosecha es un factor que también debe tenerse en cuenta durante el proceso de selección. En este sentido, y aunque son necesarios más estudios para corroborar los resultados, en los ensayos realizados hasta el momento la variedad 'Tri-703' mostró un buen comportamiento durante la frigoconservación.

Tabla 2. Intención de compra.

	Intención de Compra % consumidores que sí comprarían	
	Recolección 1	Recolección 2
Alborea	50.8	Tri-703 65.5
Nova	50.8	Omet 48.9
Coral	35.9	Matiz 44.6
Clemenules	35.2	Orri 37.4
Tango	29.7	Nadorcott 30.9
		Ortanique 11.5

Descripción del perfil sensorial de las variedades

De acuerdo al test estadístico no paramétrico Q de Cochran hubo diferencias significativas en la frecuencia de mención en todos los atributos seleccionados por los consumidores en la Recolección 1. Cuando este mismo análisis se aplicó a los datos de la Recolección 2 se observó que hubo diferencias significativas en todos los atributos excepto en 'fibroso' y por lo tanto como esta característica no fue clave para diferenciar las muestras, no fue utilizada en los análisis posteriores.

En ambas recolecciones los términos más usados por los consumidores para describir las muestras fueron: olor intenso al empezar a pelar, fácil de pelar, difícil de pelar, dulce, ácido, muy aromático y jugoso.

En la **Figura 3**, se muestra el análisis de correspondencia entre las muestras evaluadas y los atributos seleccionados por los consumidores para cada una de las recolecciones. En estos gráficos las muestras que están más cercanas entre sí comparten características (los atributos situados cercanos a la muestra en el gráfico), mientras que las muestras más alejadas en el gráfico serán aquellas que presentan características más diferentes.

En la gráfica correspondiente a la Recolección 1 (**Figura 3A**) podemos observar como las dos primeras

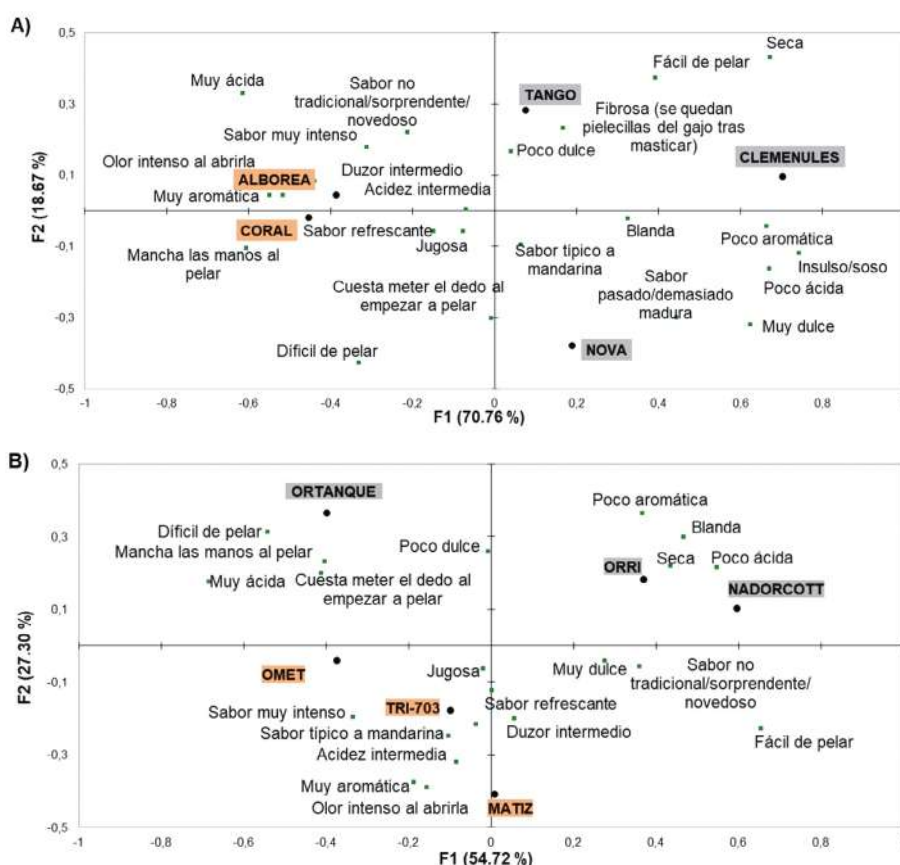


Figura 3. Análisis de Correspondencia entre los atributos seleccionados por los consumidores y las diferentes variedades. A) Recolección 1, y B) Recolección 2.

componentes explican un 90 % de la variabilidad entre muestras, lo que indica una correcta selección de los atributos ofrecidos a los consumidores en listado CATA, ya que a través de ellos se pueden explicar las principales diferencias sensoriales entre muestras.

Las dos nuevas variedades, 'Alborea' y 'Coral', se situaron muy cercanas entre ellas (en la parte izquierda del gráfico), ya que de acuerdo a los consumidores comparten características como tener un olor muy intenso al abrirlas y ser muy aromáticas durante la degustación, tener un sabor muy intenso y refrescante, tener un nivel considerable de acidez y ser jugosas. Los consumidores también detectaron que 'Alborea' y 'Coral' son difíciles de pelar en comparación las variedades comerciales.

En el lado opuesto del gráfico, es decir con las características más diferentes, se situó 'Clemenules', que fue descrita como poco aromática, muy dulce, insulsa, blanda, o incluso algo seca. Como se ha comentado previamente, 'Clemenules' se encontraba al final de su periodo de recolección, y estas características negativas estuvieron muy probablemente asociadas a un estado de madurez demasiado avanzado.

En la zona central del gráfico se situaron 'Tango' y 'Nova'. Su posición nos indica que en cierta medida compartieron características tanto con las nuevas variedades como con 'Clemenules'. Además, los consumidores encontraron que 'Tango' era más fibrosa, menos dulce y más fácil de pelar que el resto de variedades. En el caso de 'Nova' los consumidores la encontraron muy dulce y con un cierto sabor a sobremaduro que puede estar asociado a un elevado Índice de Madurez.

En la **Figura 3B** se muestra el análisis de correspondencia para las variedades evaluadas en la Recolección 2. Las tres nuevas variedades 'Omet', 'Tri-703' y 'Matiz' se situaron bastante cercanas entre ellas y compartieron características como sabor muy intenso y refrescante, jugosidad, acidez intermedia, y ser muy olorosas al pelarlas y aromáticas al comerlas. Entre ellas 'Matiz' fue la más aromática, mientras que 'Omet' se situó más cercana a atributos que indican que es algo más difícil de pelar y algo más ácida. En la parte superior izquierda del gráfico se localizó 'Ortanique', que fue considerada por los consumidores como difícil de pelar, poco dulce y muy ácida. Por último, en la parte superior derecha se situaron 'Orri'

y 'Nadorcott' que fueron las dos variedades que los consumidores consideraron más dulces y menos ácidas, fueron fáciles de pelar, y comparativamente fueron menos aromáticas, más blandas y algo menos jugosas que las nuevas variedades.

Relación entre las características sensoriales y los parámetros físico-químicos

Con el objetivo de estudiar la relación existente entre las características sensoriales y los parámetros físico-químicos medidos instrumentalmente se hizo un Análisis Multifactor teniendo en cuenta las 11 variedades evaluadas en este estudio (**Figura 4**).

Como puede observarse en la **Figura 4A**, las dos primeras dimensiones explicaron un 69 % de la variabilidad. Claramente la primera dimensión separó, a lo largo del eje x, atributos que son opuestos entre sí (**Figura 4A**). Así, atributos como blando, sabor sobremaduro, insulso/soso, no muy aromático, seco, no muy ácido y muy dulce se situaron a la izquierda del gráfico, mientras que términos como sabor intenso, ácido, muy aromático, olor intenso al empezar a pelar, jugoso y sabor refrescante aparecieron localizados en la parte derecha.

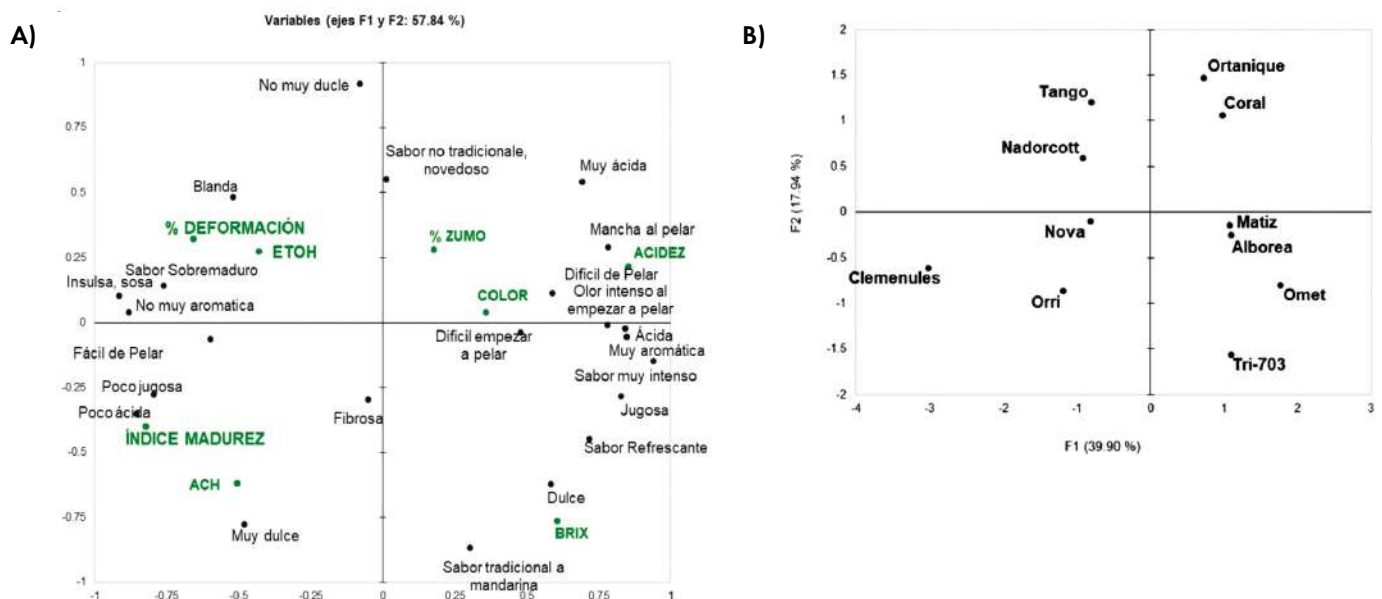


Figura 4. Análisis Multifactor realizado a partir de las frecuencias de mención de las preguntas CATA y los datos físico-químicos de las once variedades estudiadas. A) atributos y parámetros físico-químicos y B) Variedades.

La mayoría de los atributos que mostraron valores negativos en la primera dimensión (situados en la parte izquierda del gráfico) estuvieron relacionados con un estado de madurez avanzado de las mandarinas (como es evidente en atributos como sabor sobremaduro, blando, poco ácido o muy dulce). De hecho, el Índice de Madurez (IM) mostró una correlación positiva con todos estos atributos. Es importante aclarar que la firmeza de la fruta se expresó en porcentaje de deformación, y por lo tanto cuanto mayor es el valor, más blanda está la fruta.

Por otra parte, la acidez titulable fue el parámetro instrumental que mejor correlación mostró con los atributos situados a la derecha del gráfico, como ácido, muy ácido, sabor muy intenso, muy aromático o sabor refrescante. Además, propiedades relativas al pelado, como difícil de pelar, difícil de empezar a pelar, o mancha las manos durante el pelado, mostraron una correlación positiva con la acidez instrumental mientras que estuvieron negativamente correlacionadas con el IM.

Por último, es interesante mencionar, que la medición instrumental de los sólidos soluble totales, situados en la parte inferior izquierda de la gráfica, correlacionó positivamente no sólo con el dulzor sino también con la percepción del sabor tradicional a mandarina.

Por lo tanto, nuestros resultados muestran que las determinaciones instrumentales del contenido de SST, la acidez titulable, el IM y la firmeza mostraron una buena correlación con la intensidad con la que los consumidores percibieron características sensoriales como el dulzor, la acidez, y las propiedades de textura y pelado. Podemos así afirmar que la descripción del perfil sensorial de las mandarinas realizada por los consumidores estuvo en concordancia con las propiedades físico-químicas de las variedades.

La **Figura 4B** muestra la distribución de las once variedades en el espacio, y debe interpretarse en paralelo a la

Figura 4A; es decir, las variedades situadas a la derecha en la **Figura 4B** se caracterizarán por presentar los atributos situados en la zona derecha de la **Figura 4A**, y lo mismo para las diferentes áreas del gráfico.

Al estudiar conjuntamente las variedades de la Recolección 1 y 2 podemos obtener una visión global de las similitudes/diferencias entre las propiedades de todas las variedades evaluadas. En este sentido, es muy interesante observar que las cinco nuevas variedades se situaron en la parte derecha del espacio. La variedad 'Coral' fue la que más se separó del resto, acercándose a 'Ortanique' debido principalmente a la alta acidez de ambas variedades. 'Omet', 'Matiz' y 'Alborea' se situaron muy cercanas entre ellas, lo que indica que son variedades con características similares. Aunque también cercana, la variedad 'Tri-703' presentó una ligera separación a este grupo de variedades, principalmente por su mayor dulzor. Por otra parte, todas las variedades comerciales excepto 'Ortanique' se situaron en la parte izquierda del espacio, lo que nos indica que sus características fueron muy diferentes.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio mostraron que no a todos los consumidores les gusta el mismo tipo de mandarinas, sino que existen distintos patrones de preferencia. Por lo tanto, nunca habrá un único cultivar que sea adecuado para todos los consumidores.

De entre las variedades estudiadas en la Recolección 1 de este trabajo, hubo un grupo de consumidores que mostró preferencias por 'Clemenules', mientras que hubo otro segmento de la población al que esta variedad fue la que menos le gustó. Respecto a los nuevos cultivares de la primera recolección, 'Alborea' fue bien valorada por la mayoría de los participantes, resultando más prometedora que 'Coral'.

En la Recolección 2, las tres nuevas variedades evaluadas gustaron más a

los consumidores que las variedades comerciales. Entre ellas, 'Tri-703' fue la preferida por los consumidores, y de hecho fue la variedad que obtuvo la puntuación y la intención de compra más alta de entre todas las variedades evaluadas en este estudio.

Las cinco nuevas variedades estudiadas compartieron un perfil sensorial similar, teniendo todas un sabor intenso y refrescante, siendo muy aromáticas y jugosas. Estas características claramente las diferenciaron de las variedades comerciales y fueron claves en las preferencias del consumidor.

Por otra parte, esta es la primera vez que el perfil sensorial de diferentes variedades de mandarina es descrito directamente por los consumidores y nuestros resultados corroboran que el método de las preguntas CATA es una herramienta muy útil para caracterizar nuevas variedades.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias a través del Proyecto 51910.

BIBLIOGRAFÍA

- Alencar N.M.M., Ribeiro T.G., Barone, B., Barros, A.P.A., Marques, A.T.B., Behrens, J.H.** Sensory profile and check-all-that-apply (CATA) as tools for evaluating and characterizing syrah wines aged with oak chips. *Food Res. Int.* 2019, 124, 156-164.
- Ares G., Barrios S., Lareo C., Lema P.** Development of a sensory quality index for strawberries based on correlation between sensory data and consumer perception. *Postharvest Biol. Technol.* 2009, 52, 97-102.
- Cruz A.G., Cadena R.S., Castro W.F., Esmerino E.A., Rodrigues J.B., Gaze L., Farina J.A.F., Freitas M.Q., Deliza R., Bolini H.M.A.** Consumer perception of probiotic yogurt: Performance of check all that apply (CATA), projective mapping, sorting and intensity scale. *Food Res. Int.* 2013, 54, 601-610.
- Delgado C., Crisosto G.M., Heymann H., Crisosto C.H.** Determining the primary drivers of liking to predict consumers' acceptance of fresh nectarines and peaches. *J. Food Sci.* 2013, 78, 605-614.

FAOSTAT. 2018. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Gamble J., Jaeger S.R., Harker F.R. Preferences in pear appearance and response to novelty among Australian and New Zealand consumers. *Postharvest Biol. Technol.* 2006, 41, 38-47.

Goldenberg L., Yaniv Y., Kaplunov T., Doron-Faigenboim A., Carmi N., Porat R. Diversity in sensory quality and determining factors influencing mandarin flavor liking. *J. Food Sci.* 2015, 80, 418-425.

Goldenberg L., Yaniv Y., Porat R., Carmi N. Mandarin fruit quality: a review. *J. Sci. Food Agric.* 2018, 98, 18-26.

Hampson C.R., Quamme H.A., Hall J.W., MacDonald R.A., King M.C., Cliff M.A. Sensory evaluation as a selection tool in apple breeding. *Euphytica* 2000, 111, 79-90.

Jaeger S.R., Rossiter K.L., Wismer W.V., Harker F.R. Consumer-driven product development in the kiwifruit industry. *Food Quality and Preferences* 2003, 14, 187-198.

Jiménez-Cuesta M., Cuquerella J., Martínez-Jávega J.M. Determination of a color index for citrus fruit degreening. *Proceedings of the International Society of Citriculture/International Citrus Congress, Tokyo, Japan, 9-12 November 1981*; K. Matsumoto Ed. *International Society of Citriculture: Shimizu, Japan, 1982, 1982-1983.*

Kelley K., Hyde J., Travis J., Crassweller R. Assessing consumer preferences of scab-resistant apples: A sensory evaluation. *Hort. Technol.* 2010, 20, 885-891.

Lado J., Vicente E., Manzzio A., Ares G. Application of a check-all-that-apply question for the evaluation of strawberry cultivars from a breeding program. *J. Sci. Food Agric.* 2010, 90, 2268-2275.

Lawless H.T., Heymann H. *Sensory evaluation of food*, 1st ed.; Chapman and Hall: New York, USA, 1998; pp. 341-372; 430-475.

MacFie H.J., Bratchell N., Greenhoff K., Vallis L.V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *J. Sens. Stud.* 1989, 4, 129-148.

Malundo T.M.M., Shewfelt R.L., Ware G.O., Baldwin A.E. An alternative method for relating consumer and descriptive data used to identify critical flavor properties of mango (*mangifera indica* L.). *J. Sensory Studies* 2001, 16, 199-214.

Mattia M.R., Gmitter F.G. Sensory evaluation of four university of Florida developed-mandarins and a commercial California cultivar. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society, Tampa, Florida, 4-6 June 2017*; 30, 60-63.

Navarro L., Aleza P., Cuenca J., Juárez, J., Pina J.A., Ortega C., Navarro A., Ortega V. The mandarin triploid breeding program in Spain. *Acta Hort.* 2015, 1065, 389-396.

Oliver P., Cicerale S., Pang E., Keast R. Check-all-that-applies as an alternative for descriptive analysis to establish flavors driving liking in strawberries. *J. Sens. Stud.* 2018;33(2):1-13

Rocha M.D.C., Deliza R., Corrêa F.M., do Carmo M.G., Abboud A.C. A study to guide breeding of new cultivars of organic cherry tomato following a consumer-driven approach. *Food Res. Int.* 2013, 51, 265-273.

Simons T., Sivertsen H., Guinard JX. Mapping the preferences of adult and child consumers for California-grown mandarins. *HortSci.*, 2018, 53, 1029-1037

Tarancón P., Salvador A., Sanz T., Fiszman S., Tárrega A. Use of healthier fats in biscuits (olive and sunflower oil): changing sensory features and their relation with consumers' liking. *Food Res. Int.* 2015, 69, 91-96.

Torres F.R., Esmerino E.A., Carr B.T., Ferrão L.L., Granato D., Pimentel T., Bolini H.M.A., Freitas M.Q., Cruz, A.G. Rapid consumer-based sensory characterization of requeijão cremoso, a spreadable processed cheese: Performance of new statistical approaches to evaluate check-all-that-apply data. *J Dairy Sci.* 2017, 100, 6100-6110.

UNECE STANDARD FFV-14 Citrus Fruit . 2017. Disponible online: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/standard/fresh/FFV-Std/English/14_CitrusFruit.pdf/ (fecha de consulta: 18 de agosto de 2019)

Varela P., Ares G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization, *Food Res. Int.* 2012, 48, 893-908.

Vicente E., Ares G., Rodríguez G., Varela P., Bologna F., Lado J. Selection of promising sweet potato clones using projective mapping. *J. Sci. Food Agric.* 2017, 97, 158-164.

Villamor R.R., Daniels C.H., Moore P.P., & Ros, C.F. Preference mapping of frozen and fresh raspberries. *J. Food Sci.* 2013, 78, S911-S919.