



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE MIELES MONOFLORALES ESPAÑOLAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA E
INGENIERÍA DE LOS ALIMENTOS

ALUMNA: TATIANA ROJAS VÉLEZ

TUTOR/A ACADÉMICA: M^a ISABEL ESCRICHE ROBERTO

COTUTOR/A: MARISOL JUAN BORRÁS

Curso Académico: 2019-2020

VALENCIA, 11 de septiembre de 2020

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE MIELES MONOFLORES ESPAÑOLAS

Rojas Vélez, Tatiana; Juan Borrás, Marisol¹; Escriche Roberto, Isabel¹

RESUMEN

El análisis sensorial es una técnica analítica útil para clasificar las mieles monoflorales (azahar, romero, tomillo, etc.), ya que, permite definir su perfil organoléptico. Para ello, es necesario identificar y cuantificar los atributos sensoriales que las caracterizan y construir perfiles organolépticos específicos. En este sentido, el objetivo principal del presente trabajo ha sido realizar una revisión de la información publicada sobre los métodos más empleados en la caracterización sensorial de la miel, con especial atención a las mieles monoflorales españolas y a los atributos que las definen. En general, en los últimos años se han utilizado tanto métodos clásicos descriptivos que requieren de panelistas entrenados (Quantitative descriptive analysis “QDA” o análisis sensorial descriptivo cualitativo), como los métodos modernos (Free Choice Profiling (FCP), Check-all-that-apply “C.A.T.A.” o Flash Profiling “FP”). A pesar de que éstos últimos presentan la ventaja de ser más flexibles y ahorrar tiempo ya que usan especialmente consumidores habituales del producto, el método más usado para la caracterización de mieles sigue siendo el QDA. En general los atributos seleccionados para describir las mieles son visuales o de apariencia, de aroma, de sabor y de textura. Entre las herramientas estadísticas más empleadas en para el tratamiento de datos destaca el análisis de varianza (ANOVA), junto con una prueba de comparación múltiple (Test de Duncan o Test HSD de Tukey), ambas útiles para diferenciar entre muestras individuales para cada atributo sensorial. También destacan el Análisis de Componentes Principales (PCA) (permite visualizar las relaciones entre las mieles y los atributos sensoriales), así como el Análisis Generalizado de Procrustes (GPA), debido a que proporciona una imagen consensuada de los datos de cada panelista individual en un espacio bidimensional o tridimensional.

Palabras clave: Miel monofloral, caracterización sensorial, atributos sensoriales.

RESUM

L'anàlisi sensorial és una tècnica analítica útil per classificar les mels monoflorals (tarongina, romaní, farigola, etc.), ja que, permet definir el seu perfil organolèptic. Per a això, cal identificar i quantificar els atributs sensorials que les caracteritzen i construir perfils organolèptics específics. En aquest sentit, l'objectiu principal de aquest treball ha estat realitzar una revisió de la informació publicada sobre els mètodes més empleats en la caracterització sensorial

¹ Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo (IIAD), Departamento de Tecnología de Alimentos (DTAL), Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera, s/n 46022 Valencia, España.

de la mel, amb especial atenció a les mels monoflorals espanyoles i als atributs que les defineixen. En general, en els últims anys s'han utilitzat tant mètodes clàssics descriptius que requereixen de panelistes entrenats (Quantitative descriptive analysis "QDA" o anàlisi sensorial descriptiu qualitatiu), com els mètodes moderns (Free Choice Profiling (FCP), Check-all-that-apply "C.A.T.A." o Flash Profiling "FP"). Tot i que aquests últims presenten l'avantatge de ser més flexibles i estalviar temps ja que fan servir especialment consumidors habituals del producte, el mètode més usat per a la caracterització de mels segueix sent el clàssic QDA. Comunament, els atributs seleccionats per a descriure les mels són: visuals o d'aparença, d'aroma, de gust i de textura. Entre les eines estadístiques més emprades per al tractament de dades destaca l'anàlisi de variància (ANOVA), juntament amb una prova de comparació múltiple (Test de Duncan o Test HSD de Tukey), ambdues útils per diferenciar entre mostres individuals per a cada atribut sensorial. També destaquen l'Anàlisi de Components Principals (PCA) (permet visualitzar les relacions entre les mels i els atributs sensorials), així com l'Anàlisi Generalitzat de Procrustes (GPA), pel fet que proporciona una imatge consensuada de les dades de cada panelista individual en un espai bidimensional o tridimensional.

Paraules clau: Mel monofloral, caracterització sensorial, atributs sensorials.

ABSTRACT

Sensory analysis is a useful analytical technique to classify monofloral honeys (orange blossom, rosemary, thyme, etc.) since it allows defining their organoleptic profile. To do this, it is necessary to identify and quantify the sensory attributes that characterize them and build specific organoleptic profiles. In this sense, the main objective of the present work has been to carry out a review of the published information on the methods most used in the sensorial characterization of honey, with special attention to Spanish monofloral honeys and the attributes that define them. In general, in recent years both classic descriptive methods that require trained panelists (Quantitative descriptive analysis "QDA" or qualitative descriptive sensory analysis), and modern methods (Free Choice Profiling (FCP), Check -all-that-apply "CATA" or Flash Profiling "FP"). Even though the latter have the advantage of being more flexible and saving time since they especially use habitual consumers of the product, the most used method for the characterization of honeys continues to be the classic QDA. Commonly, the attributes selected to describe honeys are: visual or appearance, aroma, flavor and texture. Among the statistical tools most used in data processing, the analysis of variance (ANOVA) stands out, together with a multiple comparison test (Duncan's Test or Tukey's HSD Test), both useful to differentiate between individual samples for each sensory attribute. The Principal Component Analysis (PCA) also stands out (it allows visualizing the relationships between honeys and sensory attributes), as well as the Generalized Procrustes Analysis (GPA), because it provides a consensual image of the data of each panelist in a two-dimensional or three-dimensional space.

Keywords: Monofloral honey, sensory characterization, sensory attributes.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis sensorial (del latín, *sensus*, acción de sentir, percibir) es una técnica basada en la utilización de los cinco órganos sensoriales (la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído) para evaluar los atributos que se perciben de un producto. Se está utilizando cada vez más en distintos campos: alimentación, cosméticos, productos farmacéuticos, textiles, productos para el hogar, etc., especialmente para conocer la opinión del consumidor y saber cómo enfocar el desarrollo de nuevos productos (Piana et al., 2004). Destaca su uso en alimentación, ya que permite identificar y cuantificar atributos organolépticos de los alimentos y construir perfiles sensoriales específicos que los diferencien de otros productos similares.

El análisis sensorial de alimentos es una ciencia relativamente joven, ya que nace a mediados del siglo pasado. Anteriormente, la evaluación sensorial de alimentos la realizaban especialistas (expertos sobre las características sensoriales de un alimento en concreto) que expresaban una opinión subjetiva sobre las bases de su propio conocimiento. Sin embargo, a medida que aumentaban los volúmenes de producción y la oferta de productos en el mercado, se hizo necesario poder disponer de procedimientos objetivos para evaluar organolépticamente los alimentos que fueran útiles en el control de calidad, control de procesos, estudios de vida útil, diseño de nuevos productos, etc. (Severiano-Pérez, 2019). Debido a ello, hacia la década de los sesenta se desarrollaron los primeros métodos de análisis sensorial de alimentos (hoy en día denominados métodos clásicos), que por su reproducibilidad, repetibilidad y confiabilidad se consideran métodos analíticos completos (Marcazzan et al., 2017).

Uno de los principales objetivos del análisis sensorial de alimentos es la caracterización o descripción de productos y, entre otras cosas, poder llegar a conocer las preferencias del consumidor. En este sentido, se han venido empleando con éxito diferentes métodos, entre los que cabría destacar: Flavor Profile (Caul, 1957), Texture Profile Analysis (TF) (Brandt et al., 1963); Sensory Spectrum, que deriva del TF y especialmente el Quantitative Descriptive Análisis (QDA) (Stone et al., 1974). Si bien estos métodos son robustos y su eficacia ha sido ampliamente probada, presentan el inconveniente de que requieren de panelistas entrenados para llevarlos a cabo. Debido a la necesidad de entrenar a los panelistas, estos métodos requieren de mucho tiempo (varios meses). Por ello, su uso está limitado principalmente al campo de la investigación y en ocasiones al desarrollo de nuevos productos, y no a un uso rutinario para el monitoreo de procesos o el control de calidad (Piana et al., 2004).

Desde finales del siglo pasado y en el siglo XXI se han desarrollado nuevos métodos para caracterizar alimentos, entre estos destacan los denominados métodos rápidos, como el Free Choice Profiling (Williams y Langron en 1984), Flash Profiling (FP) (Dairou y Sieffermann, 2002) y el Check-All-That-Apply (C.A.T.A.) (Smyth et al., 2006). Con ellos, se pretendía cubrir la necesidad de

la industria de disponer de procedimientos rápidos, baratos y flexibles. Con estos métodos se ahorra tiempo al no requerir panelistas entrenados. Por el contrario, utilizan panelistas semi-entrenados o incluso sin entrenamiento alguno y en muchas ocasiones, consumidores habituales del producto. Los resultados obtenidos se consideran comparables a los de los métodos clásicos (Varela y Ares, 2012).

El análisis sensorial ayuda en la diferenciación botánica de las mieles (ej. azahar, romero, tomillo, mieles multiflorales, etc.). Por esta razón, los apicultores de mieles monoflorales ven en esta técnica una manera de poderlas diferenciar de las milflores, de menor valor comercial. En la actualidad, la decisión de clasificar una miel como monofloral se basa en la interpretación global de los resultados obtenidos del conjunto de análisis fisicoquímicos, melisopalinológicos (análisis del polen) y sensoriales (poco extendidos por la complejidad que implican). Sin embargo, la realización de todos estos análisis es laboriosa, lenta y requiere personal experto

En el caso de la miel, el análisis sensorial se utilizó por primera vez en Francia (Gonnet y Vache, 1979). Durante la década de los ochenta y los noventa se siguieron realizando estudios sobre el análisis sensorial de mieles en este país (Gonnet y Vache 1985, 1992, 1998). En 1998, la Comisión Internacional de la Miel (IHC) creó un grupo de trabajo para estudiar el análisis sensorial aplicado a la miel (IHC 1998, 1999, 2000, 2001a, 2001b, 2002). A partir de estos trabajos, otros países europeos empezaron a emplear el análisis sensorial en mieles, entre los que destacan Italia y España.

En 1999, se fundó en Italia, el Registro Italiano de “Expertos en el Análisis Sensorial de la Miel”, que estableció una metodología estándar que incluye terminología armonizada, formularios de evaluación, métodos de degustación, métodos de capacitación, selección de evaluadores y descripciones sensoriales de las principales mieles monoflorales italianas (Persano-Oddo et al., 1995, 2000; Istituto Nazionale di Apicoltura, 1999). Durante el siglo XXI, en Italia se ha continuado investigando, destacando estudios sobre la creación de perfiles sensoriales (descripciones de las características sensoriales de un producto) para caracterizar distintos tipos de mieles monoflorales italianas (Piana et al., 2004; Sabatini et al., 2007; Marcazzan et al., 2015; Marcazzan et al., 2017).

En España, se empezó a utilizar este tipo de análisis en la década de los ochenta en estudios sobre la percepción del consumidor (Serra-Bonvehí y Gómez-Pajuelo, 1988). Desde entonces ha ido aumentando el interés por este tipo de análisis, especialmente en los últimos veinte años, con un incremento acusado en el número de artículos sobre este tema. Esto demuestra la importancia que se le está otorgando al análisis sensorial de las mieles españolas, destacando su empleo para describir y caracterizarlas (Bentabol, 2002; González-Viñas et al., 2002; González y de Lorenzo, 2002; Galán-Soldevilla et al., 2005; González et al., 2008; Castro-Vázquez et al., 2009; González et al., 2010; Escudero et al., 2011; Rodríguez et al., 2015). En las últimas dos décadas, han surgido grupos de investigación en diferentes países, incluido Es-

paña, que han publicado artículos sobre la construcción de perfiles sensoriales de mieles (Bruneau et al. 2000; Vejsnaes et al., 2003; Piana et al., 2004; Galán-Soldevilla et al., 2005; Montenegro et al., 2008; González et al., 2010; Stolzenbach et al., 2011; Marcazzan et al., 2015).

El presente trabajo se ha desarrollado con el objetivo principal de recopilar la información disponible sobre los métodos más empleados para la caracterización sensorial de la miel, con especial atención a las mieles monoflorales españolas. Además, se han seleccionado los atributos sensoriales más utilizados en la caracterización de dichas mieles.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del presente trabajo se consultó la página web de la Comisión Internacional de la Miel (IHC) y se buscó en las principales bases de datos de ciencias de la salud: Dialnet, Pubmed, Scopus y Web of Science; con un período de búsqueda amplio, del 2002-2020. Las palabras claves empleadas como criterio de búsqueda fueron: honey; spanish honey; honey AND: sensory characteristics, sensory analysis, botanical origin, sensory lexicon, tasters training, tasting. Como criterios de selección se eligieron las revisiones y artículos más citados, más relevantes, tanto de acceso abierto como de acceso limitado. Además, se consultaron diversas revistas científicas sobre alimentos (Alimentaria, International Journal of Food Properties, International Journal of Food Science and Technology, Journal of Food Chemistry y Journal of Food Research International) así como revistas científicas del mundo apícola (Apidologie, American Bee Journal, Bee Culture, Journal of Apicultural Research y Journal of Apicultural Science) y revistas científicas sobre análisis sensorial (Journal of Food Quality and Preference y Journal of Sensory Studies). Así mismo, se consultó la *Guía de mieles monoflorales españolas* (2018) y los libros *Mieles de España y Portugal: conocimiento y cata* (2004), *Sensory Evaluation of Foods: Principles and Practices* (2010) y *Rapid Sensory Profiling Techniques: Applications in New Product Development and Consumer Research* (2015).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Métodos sensoriales descriptivos aplicados en mieles

3.1.1. MÉTODOS CLÁSICOS

- Análisis sensorial descriptivo cuantitativo (QDA)

En estas dos últimas décadas, países como Argentina, Chile, China, India y Turquía han publicado diversos artículos sobre la elección del vocabulario adecuado para describir sus mieles (tabla 1):

TABLA 1. Estudios sobre análisis sensorial de mieles donde se ha empleado el QDA. Fuente: *Elaboración propia.*

País	Objetivo del estudio	Referencia
Argentina	Reconocer las diferencias sensoriales entre mieles de trébol y mieles de eucalipto de la región pampeana.	Ciapinni et al., 2013
	Obtener perfiles sensoriales de mieles argentinas de trébol, eucalipto y citrus.	Mauricci et al., 2016a
	Obtener el perfil sensorial de la miel de acacia argentina.	Mauricci et al., 2016b
Chile	Establecer perfiles sensoriales (únicamente de atributos de aroma), de mieles monoflorales chilenas: mieles de quilla, ulmo y corontillo.	Montenegro et al., 2008
China	Establecer perfiles sensoriales (únicamente de atributos de aroma), de mieles monoflorales chinas: miel de arveja de leche, miel de tilo, miel de acacia, miel de níspero y miel monofloral de la región de Zaohua.	Tian et al., 2018
India	Obtener los atributos sensoriales más característicos de mieles indias monoflorales y multiflorales.	Anupama et al., 2003
	Caracterizar mieles del norte de la India: de algodón, de azufaifo, de eucalipto, de mostaza, de girasol, de árbol de palo rosa, de trébol egipcio, de cilantro, de lichi y una miel multifloral.	Kumar et al., 2018
Turquía	Evaluar la autenticidad de miel de tomillo turca.	Mannas y Altug, 2007

Los trabajos anteriormente citados tienen en común que la elección del léxico sensorial se ha realizado aplicando la técnica del análisis sensorial descriptivo cuantitativo (QDA, por sus siglas en inglés). Esta técnica, creada por Stone y colaboradores en 1974, ha sido ampliamente usada para el análisis descriptivo de todo tipo de alimentos, incluida la miel. El QDA, permite obtener descripciones sensoriales completas de los productos objeto de estudio, usando escalas cuantitativas de intensidad que permiten que los datos sean analizados estadísticamente (Lawless y Heymann, 2010).

Es recomendable que los panelistas hayan tenido al menos 15 sesiones de entrenamiento para medir su: sensibilidad gustativa, el reconocimiento de olores, capacidad de ordenación de la intensidad de olores y sabores, uso de escalas de intensidad, etc. (Ciapinni et al., 2013), siguiendo las recomendaciones de la norma ISO 8586 (2008) (Galán-Soldevilla, 2005; González et al., 2008; González et al., 2010; Rodríguez et al., 2010; Escuredo et al., 2011; Rodríguez et al., 2015).

En el método QDA, los panelistas (alrededor de 10 o 12) eligen el vocabulario sensorial. La elección del rango de muestras está determinada por el propósito del estudio y, los panelistas generan un conjunto de términos que describen las diferencias entre los productos. Luego, por consenso, los panelistas desarrollan un vocabulario estandarizado para describir las diferencias sensoriales entre las muestras. Los panelistas también deciden sobre los estándares de referencia y/o definiciones verbales que deberían usarse para referirse a los atributos sensoriales (ej: atributo sensorial: aroma ácido, estándar de referencia: aroma del zumo de limón marca Pulco) (González et al., 2008). Durante las reuniones de los panelistas, los organizadores de la prueba actúan solo como facilitadores dirigiendo la discusión y suministrando materiales como estándares de referencia y muestras de productos según lo requiera el panel. Por tanto, los organizadores de la prueba no participan en las evaluaciones finales del producto (Lawless y Heymann, 2010). Además, los resultados conjuntos de todos los panelistas comúnmente se representan en una figura de tela de araña (figura 1):



FIGURA 1. Valores promedio de los atributos sensoriales de miel de tréboles utilizando una escala de intensidad de atributos de 7 cm. Fuente: *Maurici et al., 2016a*.

- Análisis sensorial descriptivo cualitativo

Además del análisis sensorial descriptivo cuantitativo también se ha empleado el análisis sensorial descriptivo cualitativo (Qualitative descriptive analysis). Esta técnica se aplicó a mieles eslovenas tanto monoflorales [acacia (*Robinia pseudoacacia*), tilo (*Tilia spp.*), castaño (*Castanea sativa Mill.*), abeto (*Abies alba Mill.* y *Picea abies (L.) Karst.*)], como multiflorales de diferentes orígenes botánicos [*Trifolium repens*, *Asteraceae*, *Myosotis sp.*, *Poa-ceae*] y mieles de bosque [mieles de mielada de latifolius y coníferas]. Concretamente, un panel de cinco panelistas expertos, evaluaron la apariencia (color y claridad), olor, sabor y aroma (Bertoncelj et al., 2011). La diferencia fundamental entre este método y el QDA es que no se emplea una escala cuantitativa para medir la intensidad de cada atributo. Así, mientras en un QDA se obtiene un valor numérico para la intensidad de un atributo (por ejemplo,

una puntuación de 2 para el atributo de apariencia, color ámbar), en un análisis sensorial descriptivo cualitativo para ese mismo atributo se obtendría: “casi incoloro a amarillo pálido”.

3.1.2 MÉTODOS “RÁPIDOS”

- Free Choice Profiling (FCP)

En 2009, se utilizó el método Free Choice Profiling (FCP) (propuesto por Williams y Langron en 1984) para el análisis sensorial de mieles de Brasil procedente de abejas sin aguijón (principal insecto polinizador de muchos ecosistemas de América del Sur). Concretamente este método se utilizó para describir la apariencia, el sabor y el aroma de estas mieles (Ferreira et al., 2009). Uno de los objetivos de este trabajo era desarrollar un vocabulario que pudiera ayudar a establecer criterios de calidad para este tipo de miel. El panel estuvo formado por 10 panelistas no entrenadas, alumnas de la Facultad de Salud Pública de la Universidad de Sao Pablo.

El método Free Choice Profiling se diferencia del QDA en que, en lugar de entrenar a un grupo de panelistas para crear un vocabulario consensuado para el producto, cada panelista (normalmente un consumidor habitual del producto) crea su propia lista de atributos descriptivos. Luego, cada uno usa esa lista de términos para evaluar los productos. Al igual que con el QDA, las evaluaciones se realizan en cabinas individuales, en condiciones estándar (Lawless y Heymann, 2010).

- C.A.T.A. (Check-all-that-apply)

C.A.T.A. (Check All That Apply), popularizado por Adams y colaboradores en 2007, se utilizó en 2018 en mieles de Finlandia, con el objetivo de determinar los aromas clave y los descriptores de olores de mieles finlandesas de diferentes orígenes botánicos: trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*), moras (*Rubus chamaemorus*), sauce (*Epilobium spp.*), arándano rojo (*Vaccinium vitis-idaea*), miel de trébol dulce (*Melilotus albus*), y mieles multiflorales: de *Brassicaceae*, *Trifolium spp.*, *Rubus spp.* y *Vaccinium spp.* El propósito del estudio también era proporcionar información útil para los apicultores y la industria de la miel, mediante la creación de perfiles sensoriales, así como datos de preferencia del consumidor (Kortesniemi et al., 2018). El panel estuvo formado por 62 panelistas no entrenados (35 mujeres, 27 hombres) con edades comprendidas entre 15 y 71 años.

El método C.A.T.A consiste en hacer una lista consensuada de atributos sensoriales, y características de otra índole como: hedónicas (me gusta mucho o poco), de ocasiones de uso (es un snack perfecto para hacer deporte), relativas a conceptos (es un producto para toda la familia), etc., que resulte interesante valorar en un producto en particular (Ares, 2011). Esta lista la rea-

lizan los organizadores de la prueba basándose en la literatura sobre las características sensoriales del producto que se evalúa, y se presenta a los panelistas, junto con cada una de las muestras para que marquen los atributos o características que mejor las describen (figura 2). Este formato de preguntas se ha utilizado ampliamente en investigaciones de mercado y es popular porque reduce la carga de respuesta de los participantes (Delarue et al., 2015).

Por favor, marque todas las palabras que mejor describan el producto:

<input type="checkbox"/>	dulce	<input type="checkbox"/>	amargo
<input type="checkbox"/>	blando	<input type="checkbox"/>	seco
<input type="checkbox"/>	agrio	<input type="checkbox"/>	firme
<input type="checkbox"/>	correoso	<input type="checkbox"/>	crujiente
<input type="checkbox"/>	jugoso	<input type="checkbox"/>	harinoso
<input type="checkbox"/>	floral	<input type="checkbox"/>	suave
<input type="checkbox"/>	duro	<input type="checkbox"/>	sabor extraño

FIGURA 2. Ejemplo de cuestionario tipo C.A.T.A. Fuente: Delarue et al., 2015.

- **FLASH PROFILING**

El método Flash Profiling, fue creado a finales de la década de los 90 (Sieffermann, 1995; Sieffermann, 2000; Dairou y Sieffermann, 2002) en un momento en que métodos como el Free Choice Profiling habían ganado interés entre los científicos sensoriales. Se considera una combinación entre el Free Choice Profiling, con una evaluación comparativa de las muestras, y la cuantificación por medio de rangos para cada atributo sensorial (Delarue, 2015).

En 2019, se utilizó el Flash Profiling en seis mieles monoflorales de Grecia: abeto de vainilla, castaño, pino, flor silvestre, azahar, tomillo silvestre (Price et al., 2019). Este estudio fue un primer intento de evaluar la percepción sensorial de la miel mediante este nuevo método y también de evaluar la influencia de la cultura y la nacionalidad de los panelistas en el vocabulario sensorial generado, ya que se emplearon dos grupos de panelistas, uno de Grecia y otro de China. En total, se utilizaron 16 panelistas (8 hombres, 8 mujeres) en el panel griego y 15 (6 hombres, 9 mujeres) en el panel chino. Todos ellos eran catadores no entrenados, consumidores habituales de mieles y con edades comprendidas entre los 22 y 40 años. Los resultados de este estudio indicaron que existían diferencias significativas en terminología y uso de atributos entre los dos paneles.

3.1.3 MÉTODO PARA VERIFICAR LA CORRESPONDENCIA DE LAS MIELES CON EL ORIGEN BOTÁNICO: *Profile Method*

En 2015, Marcazzan y colaboradores desarrollaron un método descriptivo para verificar la correspondencia de las mieles con el origen botánico. Con él se pretendía comprobar si una miel asignada por los apicultores o empresas

apícolas como de un determinado origen botánico (de tomillo, de romero, de azahar, etc), realmente se podía clasificar como tal. La diferencia del Profile Method con los demás métodos expuestos en el presente trabajo es que se ha creado específicamente para el análisis sensorial de mieles, más concretamente para las monoflorales. Para poder verificar la correspondencia, se han de obtener previamente los perfiles sensoriales de las mieles que se desean verificar. El método se ha creado para ambos fines: obtener los perfiles sensoriales y verificar la correspondencia.

Mediante este método, desarrollado en Italia, se obtuvieron los perfiles sensoriales de las principales mieles monoflorales italianas (del árbol de langosta negra, de cítricos, de castaño, de eucalipto y de mielada). La obtención de dichos perfiles se realizó mediante una metodología similar al QDA, con modificaciones. Con el fin de ahorrar tiempo y obtener mejores resultados no se entrenaron panelistas, sino que se usaron panelistas expertos, pertenecientes al Registro Italiano de "Expertos en el Análisis Sensorial de la Miel". Para este análisis, los organizadores de la prueba seleccionaron 30 atributos sensoriales a partir de la bibliografía existente sobre las características sensoriales de las mieles monoflorales italianas. A continuación, por consenso, los panelistas de esos 30, seleccionaron los 12 que mejor las definían por estar específicamente relacionados con el origen botánico: atributos olfativos (intensidad global olfativa, floral, afrutado, cálido, aromático, químico, vegetal y animal); y atributos gustativos (sabores dulce, ácido, amargo y salado). Posteriormente, con los atributos seleccionados se realizaba la evaluación sensorial de las mieles según lo especificado por Piana et al. en 2004. Los panelistas rellenaban un formulario (figura 3), mediante el cual medían la intensidad de los atributos en cada una de las mieles estudiadas. En dicho formulario se empleó una escala de línea horizontal no estructurada de 10 cm (ISO 4121, 2003). Se trata de una escala en la que el lado izquierdo comienza en cero (lo que corresponde a la ausencia del atributo considerado) y el lado derecho de la escala termina en diez (intensidad máxima conocida del atributo del producto) (Marcazzan et al., 2017).

A partir de los resultados obtenidos en la evaluación sensorial, se definieron límites (figura 4), es decir, valores máximos y mínimos para cada uno de los atributos en todas las mieles, que oscilan entre 0 y 10 (ya que la escala empleada por los panelistas es de 10 cm). Para definir estos límites se tuvieron en cuenta tanto los resultados de la evaluación sensorial como las opiniones aportadas por un grupo formado por expertos en análisis sensorial y expertos en miel. Conociendo estos límites, se tiene una herramienta para poder verificar la correspondencia de las cinco tipologías de miel estudiadas. De esta manera, se puede realizar análisis sensorial en muestras que se han considerado que pertenecen a alguna de estas tipologías y comprobar si las intensidades de atributos obtenidas están dentro de los límites anteriormente establecidos; teniendo en cuenta, que, si incluso solo se diferencia un límite (ya sea mínimo o máximo), entonces esto da como resultado la no conformidad sensorial del producto. (Marcazzan et al., 2015).

Código de la muestra: _____

INTENSIDAD DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES

ATRIBUTOS OLFATIVOS	Ausencia	Máxima intensidad
OLOR/AROMA (Intensidad global olfativa)	0	10
FLORAL	Ausencia	Máxima intensidad
AFRUTADO	Ausencia	Máxima intensidad
CÁLIDO	Ausencia	Máxima intensidad
AROMÁTICO	Ausencia	Máxima intensidad
QUÍMICO	Ausencia	Máxima intensidad
VEGETAL	Ausencia	Máxima intensidad
ANIMAL	Ausencia	Máxima intensidad
ATRIBUTOS GUSTATIVOS		
SABOR DULCE	Ausencia	Máxima intensidad
SABOR ÁCIDO	Ausencia	Máxima intensidad
SABOR AMARGO	Ausencia	Máxima intensidad
SABOR SALADO	Ausencia	Máxima intensidad

Fecha: _____

Panelista: _____

FIGURA 3. Ejemplo de formulario de cata a rellenar por los catadores según el Profile Method. Fuente: *Marcazzan et al., 2017.*

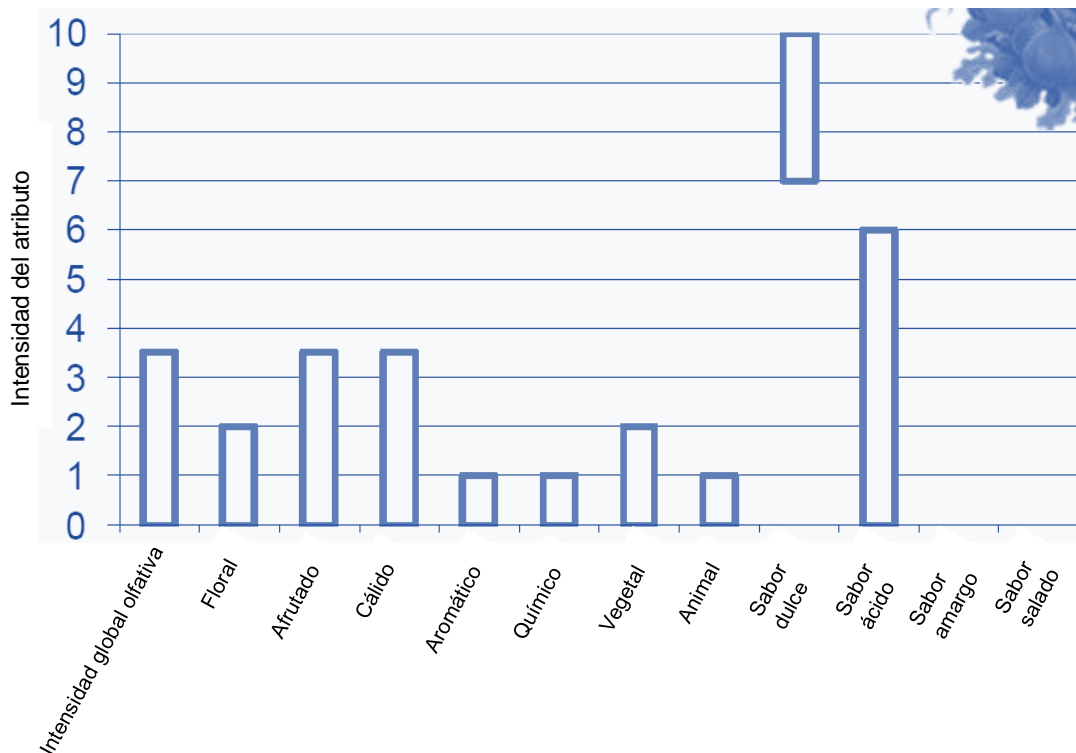


FIGURA 4. Límites máximos y mínimos de las intensidades de los atributos sensoriales de la miel de acacia italiana, en una escala de 0 a 10. Fuente: *Marcazzan et al., 2015*.

3.2 Atributos sensoriales en mieles europeas y españolas

En España, se han publicado diversos artículos sobre la elección del vocabulario adecuado, es decir, de los atributos sensoriales más representativos para describir las mieles españolas (Bentabol, 2002; González y de Lorenzo, 2002; Galán-Soldevilla et al., 2005, etc). Es necesario obtener estos atributos para poder llevar a cabo los análisis sensoriales descriptivos. La mayoría de los artículos publicados están centrados en mieles monoflorales (González-Viñas et al., 2002; González et al., 2008; Castro-Vázquez et al., 2009; González et al., 2010; Rodríguez et al., 2010; Escudero et al., 2011; Rodríguez et al., 2015).

Nuestro país no ha sido el único de Europa en realizar investigaciones sobre este tema. En las últimas décadas, se ha tenido un especial interés en la búsqueda de los atributos sensoriales que mejor describan las mieles europeas, especialmente las monoflorales, debido a su mayor valor comercial. En 1998, investigadores de la Comisión Internacional de la Miel (IHC) empezaron a desarrollar un glosario armonizado que incluyera una selección de atributos descriptores y su escala de intensidad (Piana et al., 2004).

En 2000, el equipo belga de CARI² hizo una valiosa contribución, desarrollando una terminología estandarizada. Crearon una rueda de olores y aromas (olor retronasal) para la miel (Bruneau et al., 2000) similar a los modelos desarrollados previamente para el vino, la cerveza y los quesos; en el que los atributos están ordenados según familias y estos a su vez, por subfamilias. En 2001, esta primera rueda de miel experimental desarrollada por el grupo belga fue probada por un pequeño grupo de trabajo del IHC y, en consecuencia, modificada agregando algunos atributos para la diferenciación de ciertas mieles mediterráneas (Piana et al., 2004). Tras una extensa revisión bibliográfica y la ayuda de expertos italianos en análisis sensorial de miel, en 2004, la IHC obtuvo los atributos sensoriales que mejor definían las principales mieles monoflorales europeas (Persano-Oddo y Piro, 2004). Los atributos obtenidos se pueden observar en la tabla 2:

TABLA 2. Atributos sensoriales más característicos de las mieles monoflorales europeas. Fuente: *Persano-Oddo y Piro, 2004.*

TIPOS DE ATRIBUTOS	
VISUALES	Color
DE AROMA	Madera
	Químico
	Fruta fresca
	Cálido
	Tierra
	Vegetal
DE SABOR	Dulce
	Salado
	Amargo
	Astringente
	Refrescante
	Persistencia del sabor
DE TEXTURA	Cristalización

Siguiendo el ejemplo del CARI, en España se creó, en 2002, la primera rueda de olores y sabores más característicos de las mieles españolas (Bentabol, 2002) en el Área de Alimentos del Departamento de Agroalimentación del IMIA³, la rueda de la Casa de la miel de Tenerife. Esta rueda surge a partir de la rueda de aromas y sabores creada por el IHC en 2001 y las descripciones olfativo-gustativas surgidas en tres años de trabajo del grupo de investigadores de la Casa de la miel de Tenerife. La rueda también está dividida en familias, subfamilias y referencias. Esta organización se entiende mejor observando la tabla 3, en la que se usa el ejemplo del atributo olor afrutado:

² CARI: Asociación belga sin fines de lucro creada por investigadores del Laboratorio de Ecología de la Universidad Católica de Lovaina.

³ IMIA: Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria.

TABLA 3. Ejemplo de organización de atributos por familias, subfamilias y referencias. Fuente: *Bentabol, 2002*.

Familia	Subfamilia	Referencia (olor al que se refiere)
Olor afrutado	Olor a fruta fresca	Olor a aceite esencial de manzana
	Olor pesado	Olor a batido de frutas tropical
	Olor a cítricos	Olor a cáscara de limón
	Olor a fruta desecada	Olor a ciruelas pasas
	Olor azucarado	Olor a mosto de uva

Así mismo, en 2002 se empleó el QDA para obtener escalas normalizadas del grado de intensidad de los atributos sensoriales de mieles españolas (miel de Madrid, la Alcarria, Extremadura y León). Se obtuvieron escalas normalizadas para el grado de intensidad de: sabor dulce, sabor ácido, sabor amargo, color, cristalización, adhesividad y viscosidad de la miel (González y de Lorenzo, 2002). Como ejemplo, la tabla 4 muestra una escala para valorar el grado de intensidad del sabor amargo en la miel.

TABLA 4. Escala para valorar el grado de intensidad del sabor amargo en la miel. Fuente: *González y de Lorenzo, 2002*.

Descriptor sensorial	Disolución amarga
Nada amargo	Agua mineral
Amargo	0.025 g cafeína/L
Muy amargo	0.050 g cafeína/L

En ese mismo año, se empleó el Free Choice Profiling (FCP) en varias mieles monoflorales de Valencia (España): eucalipto, girasol, romero, tomillo, lavanda, cítricos, anís, roble y flor de limón (González-Viñas et al., 2002). El estudio fue realizado por investigadores del Departamento de Química Analítica y Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Química de la UCLM⁴. El objetivo de este fue estudiar si las diferencias sensoriales entre las mieles eran perceptibles para el consumidor promedio (por ello, se utilizaron 12 panelistas no entrenados, consumidores habituales de mieles monoflorales españolas) y, de ser así, cómo se pueden describir mejor estas diferencias utilizando el FCP. Este estudio demostró que el uso de los consumidores como panelistas para evaluar la miel usando el método FCP proporciona información valiosa sobre las características sensoriales que los consumidores consideran más relevantes al seleccionar una miel (González-Viñas et al., 2002).

En 2005, se empleó el QDA en mieles monoflorales y multiflorales de Andalucía con el objetivo de desarrollar un vocabulario sensorial para describir estas mieles, en familias, subfamilias y referencias (Galán-Soldevilla et al., 2005). Los panelistas fueron 32 estudiantes de la UCO⁵ y los investigadores pertenecían al Departamento de Bromatología y Tecnología de los alimentos de la UCO y a la Casa de la miel de Tenerife. Las mieles evaluadas eran de Sierra Morena, caracterizada por su vegetación mediterránea (*Rosmarinus officinalis*, *Pinus pinea*, *Cistus Albidus*, *Arbutus unedo*, *Quercus rotundifolia*) y

⁴ UCLM: Universidad de Castilla La Mancha.

⁵ UCO: Universidad de Córdoba.

de La Vega del Guadalquivir, caracterizada por sus cultivos de algodón y girasoles y por sus árboles frutales (cítricos). Se obtuvieron 15 atributos descriptores de estas mieles: cuatro para el aroma (intensidad general, floral, fruta madura, especiado, hierba verde y dulzor); tres términos para textura (viscosidad, gomosidad y granularidad); seis para el sabor (intensidad general, floral, fruta madura, sabor ácido, sabor amargo, sabor dulce y persistencia del sabor) y un atributo para las sensaciones trigeminales (picante) (Galán-Soldevilla et al., 2005).

En 2008, se llevó a cabo un estudio en el que se realizaba un análisis sensorial de 8 mieles de mielada y 14 mieles florales (tanto multiflorales como monoflorales) artesanales de diferentes zonas de España con el objetivo de evaluar si el análisis sensorial de una miel, además de la caracterización del producto, podría proporcionar información relacionada con la capacidad de eliminación de radicales de la miel (González et al., 2008). Para realizar este análisis sensorial se utilizaron las escalas normalizadas creadas por González y de Lorenzo, 2002, con algunas modificaciones: (1) la adaptación de algunas escalas; (2) la introducción del perfil de aroma; y (3) el uso de alimentos comunes en vez de disoluciones para la constitución de escalas. Se emplearon 8 panelistas de entre 20 y 65 años, pertenecientes al personal del laboratorio del IMIDRA⁶. En el estudio se encontró una correlación directa entre los parámetros sensoriales y la actividad antioxidante de la miel. El estudio sugiere que, desde un punto de vista sensorial, las mieles más oscuras y menos dulces muestran una mayor actividad antioxidante (González et al., 2008).

En 2009, en un estudio realizado por investigadores del Área de Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas de la UCLM en colaboración con el IRICA⁷, se empleó el QDA para la evaluación sensorial de 49 muestras comerciales de mieles monoflorales españolas, de: cítricos (10), romero (10), eucalipto (10), lavanda (7), tomillo (7) y brezo (5) (Castro-Vázquez et al., 2009). El objetivo del estudio era identificar los compuestos volátiles y los atributos sensoriales más representativos de las mieles de diferentes orígenes botánicos, permitiendo la diferenciación entre ellas y estableciendo una relación entre los datos químicos y sensoriales para cada tipo de miel. Se emplearon diez panelistas, con edades entre 25 y 40 años con experiencia previa en análisis sensorial. Finalmente, se obtuvieron 12 atributos del olor: floral, hierbas aromáticas, cítrico, fruta fresca, fruta madura, caramelo, madera, heno, especias, resinoso, balsámico y queso (Castro-Vázquez et al., 2009).

En 2010, en un estudio del IMIDRA también se empleó QDA en mieles tanto multiflorales como monoflorales de Madrid: (i) mieles florales, correspondientes a *Rosmarinus officinalis*, *Echium sp.*, *Erica sp.* y multiflorales, (ii) miel de mielada y (iii) mezclas, correspondientes a *Echium* y miel de mielada; multifloral y miel de mielada y *Erica* y miel de mielada. El objetivo del trabajo era desarrollar un perfil sensorial de miel que incluyera la evaluación del color, los sabores básicos, la textura (adhesividad y viscosidad), la cristalización, las

⁶ IMIDRA: Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario.

⁷ IRICA: Instituto Regional de Investigación Científica Aplicada (Ciudad Real).

sensaciones trigeminales y los atributos de aroma (González et al., 2010). En este estudio también se utilizaron escalas normalizadas como en González y de Lorenzo, 2002 y se obtuvieron un gran número de atributos, pero se consideraron como más representativos del origen botánico los siguientes: uno de apariencia (color), cinco de aroma (fruta fresca, floral, láctico, proteína, y persistencia del aroma), tres de sabor (dulce, amargo, y ácido) y tres de textura (granulosidad, adhesividad, viscosidad).

En ese mismo año, en la UCO se llevó a cabo un análisis sensorial de la miel monofloral de cítrico (*Citrus sp*) de Sierra Leona, con el fin de caracterizarla y establecer criterios para una futura DOP⁸ (Rodríguez et al., 2010). También se realizaron análisis melisopalinológicos (análisis del polen) y fisicoquímicos. Para el análisis sensorial se empleó el QDA, con nueve panelistas entrenados (tres hombres y seis mujeres). Se evaluaron veintiséis atributos sensoriales: dos de apariencia (color, fluidez para mieles líquidas), seis de olor (intensidad global de olor, florales, frutales, vegetales, tostados y animales), tres de textura en la boca (viscosidad para líquidos mieles y pastos y granularidad para mieles sólidas), cuatro sabores básicos: (dulce, ácido, salado y amargo); y seis de aroma (intensidad global de aroma, floral, afrutado, vegetal, tostado y animal), tres sensaciones trigeminales (picante, frescor y astringencia), persistencia y sabor posterior (Rodríguez et al., 2010).

En 2011, se empleó el QDA en mieles de Galicia para determinar las características sensoriales de mieles de flores de las especies de la familia de las Rosáceas: *Rubus*, *Castanea* y *Cytisus* (Escuredo et al., 2011). Las mieles evaluadas eran originarias de la IGP⁹ "Mel de Galicia". Se emplearon 10 panelistas expertos en mieles de Galicia, que evaluaron el color, olor (olor familiar y otras percepciones olfativas, intensidad y persistencia), retrogusto, sabor (salado, dulzor, amargor y acidez), aroma y su intensidad y persistencia, astringencia y la presencia de cristalización (Escuredo et al., 2011).

En 2015, también se utilizó el QDA en la UCO para el análisis sensorial de mieles monoflorales andaluzas, en concreto de mieles de flores de la familia Myrtaceas producidas en Sierra Morena (Rodríguez et al., 2015). Estas mieles se obtienen de *Eucalyptus camaldulensis* y *Myrtus communis*, y pueden confundirse fácilmente cuando se clasifican ya que provienen de la misma familia botánica. Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue caracterizar muestras de miel del sur de España, generalmente vendidas como "miel de eucalipto", en un intento por encontrar diferencias dentro de las mieles de Myrtaceas relacionadas con su origen geográfico. Para ello, se realizó un análisis sensorial y también análisis fisicoquímicos, y palinológicos. Se emplearon 10 panelistas (tres hombres, siete mujeres) de 27 a 55 años, altamente capacitados del Laboratorio Sensorial de la UCO. Se evaluaron 25 atributos sensoriales: dos de apariencia (color, fluidez para mieles líquidas), seis de olor (intensidad de olor global, floral, afrutado, vegetal, cálido y animal), tres de textura en la boca (viscosidad para mieles líquidas y pastosa y granularidad para mieles sólidas),

⁸ DOP: Denominación de Origen Protegida.

⁹ IGP: Indicación Geográfica Protegida.

cuatro de sabor básico: (dulce, ácido, salado y amargo), seis de aroma (intensidad de aroma global, floral, afrutado, vegetal, cálido y animal), tres de sensaciones trigéminas (picante, fresco y astringente) y persistencia del sabor. Para los atributos de: color, granularidad y sensaciones trigeminales se llevó a cabo un análisis sensorial descriptivo cualitativo (Rodríguez et al., 2015).

La tabla 5 relaciona algunos de los atributos sensoriales más utilizados por ser característicos de las mieles monoflorales españolas. Además, se ofrecen las definiciones de estos atributos, con el fin de que se comprendan mejor. Para ello, se ha considerado la bibliografía antes citada, el trabajo de Marcazzan et al., 2015; la rueda de aromas de la Casa de la Miel de Tenerife, la Guía de mieles monoflorales ibéricas del 2018; y el libro: *Mieles de España y Portugal: conocimiento y cata*, del 2004. En total, se proponen 28 atributos: visuales o de apariencia (2), de aroma (17), de sabor (7) y de textura (2):

TABLA 5. Lista de atributos característicos de las mieles monoflorales españolas. Fuente: *Elaboración propia.*

ATRIBUTO	DEFINICIÓN
VISUAL	
Color	Intensidad del color de la miel (Escuredo et al., 2011)
Fluidez	Grado de fluidez de la miel a simple vista (Mieles de España y Portugal: conocimiento y cata, 2004)
AROMA	
Intensidad olfativa global	Fuerza de los estímulos percibidos por los receptores olfativos por vía nasal o retronasal (Marcazzan et al., 2015)
Floral	Aroma asociado a flores como jazmín, rosa y azahar (Galán-Soldevilla et al., 2005)
Fruta fresca	Aroma similar al aceite de perfume de manzana (Aromasensia) (González et al., 2010)
Fruta desecada	Aroma asociado a las ciruelas pasas, uvas pasas e higos pasados (Rueda de aromas de la Casa de la miel de Tenerife)
Láctico	Aroma similar al de la mantequilla (González et al., 2010)
Especiado	Aroma similar a la pimienta o el azafrán otras especias (Galán-Soldevilla et al., 2005)
Farináceo	Aroma típico de las plantas de la familia de las Leguminosas (Guía de mieles monoflorales ibéricas, 2018)
Alcanforado	Aroma típico de las plantas de la familia de las Labiadas (Guía de mieles monoflorales ibéricas, 2018)
Bosque de caducifolios en otoño	Aroma complejo, similar al que se levanta cuando se pisa la hojarasca de árboles de hoja caduca en otoño, mezcla de hummus, setas y hojas secas (Mieles de España y Portugal: conocimiento y cata, 2004)
Antranilato de metilo	Aroma exclusivo de las mieles de azahar (Mieles de España y Portugal: conocimiento y cata, 2004)
Malteado	Aroma de la infusión de malta (cebada tostada) (Mieles de España y Portugal: conocimiento y cata, 2004)
De madera	Aroma típico de la madera de cedro (Bentabol, 2002)
Resinoso	Aroma típico de la resina de pino (Castro-Vázquez et al., 2009)
Hierbas aromáticas	Aroma similar al de las hierbas aromáticas (Castro-Vázquez et al., 2009)
Queso	Aroma similar al queso azul (Castro-Vázquez et al., 2009)
Seco	Aroma similar a la madera de pino (Bentabol, 2002)
Proteína	Aroma similar a una tableta de caldo de carne (González et al., 2010)
SABOR	
Dulce	Sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de sustancias naturales o artificiales como sacarosa o aspartamo (Marcazzan et al., 2015)

Salado	Sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de diversas sustancias como el cloruro de sodio (Marcazzan et al., 2015)
Amargo	Sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de diversas sustancias como la quinina o la cafeína (Marcazzan et al., 2015)
Ácido	Sabor básico producido por soluciones acuosas diluidas de la mayoría de las sustancias ácidas (por ejemplo, ácido cítrico y ácido tartárico) (Marcazzan et al., 2015)
Astringente	Sensación de sequedad de la lengua y la boca, provocada por polifenoles o sales de hierro (Rodríguez et al., 2015)
Picante	Sensación de calor en la cavidad bucal (producida por la pimienta) (Galán-Soldevilla et al., 2005)
Persistencia del sabor	Sensación de sabor similar a la que se percibió mientras el producto estaba en la boca y mientras continúa durante un período de tiempo medible (Galán-Soldevilla et al., 2005)
TEXTURA	
Viscosidad	Grado de pegajosidad percibida en la boca (González et al., 2008)
Cristalización	Percepción oral de cristales o granos (González et al., 2008)

Comparando las tablas 2 y 5 se puede observar que las mieles españolas se asemejan, como cabría esperar, a las europeas, ya que coinciden algunos atributos empleados para definir las mieles: color, madera, fruta fresca, dulce, salado, amargo, astringente, persistencia del sabor y cristalización. Sin embargo, en las mieles españolas no son característicos los atributos: químico, cálido, tierra, vegetal y refrescante. Por otra parte, también hay atributos específicos de las mieles españolas: fruta desecada, farináceo, alcanforado y antranilato de metilo, entre otros.

3.3 Análisis estadísticos para el tratamiento de datos sensoriales

Para entender y analizar los resultados de la evaluación sensorial es necesario realizar análisis estadísticos. Estos varían dependiendo del método de caracterización que se ha utilizado, como refleja la tabla 6:

TABLA 6. Análisis estadísticos utilizados dependiendo del método de análisis sensorial. Fuente: *Elaboración propia.*

Método de análisis sensorial	Análisis estadísticos más utilizados	Bibliografía
Quantitative Descriptive Analysis (QDA)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Análisis de varianza (ANOVA) ○ Prueba de comparaciones múltiples (Test de Duncan o Test HSD de Tukey) ○ Análisis de varianza de medidas repetidas (RMANDEVA) ○ Prueba de Newman – Keuls ○ Análisis de componentes principales (PCA)* 	Ciapinni et al., 2013; Mauricci et al., 2016a; Mauricci et al., 2016b; Kumar et al., 2018; Tian et al., 2018
Qualitative descriptive analysis	<ul style="list-style-type: none"> ○ Prueba de Kruskal-Wallis ○ Análisis discriminante lineal (LDA) 	Bertoncelj et al., 2011
Free Choice Profiling (FCP)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Análisis de varianza (ANOVA) ○ Prueba de comparaciones múltiples (Test de Duncan o Test HSD de Tukey) 	González-Viñas et al., 2002; Ferreira et al., 2009;

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Prueba de Newman–Keuls ○ Análisis generalizado de Procrustes (GPA) 	
Check-all-that-apply (C.A.T.A.)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Análisis de varianza (ANOVA) ○ Prueba de comparaciones múltiples (Test de Duncan o Test HSD de Tukey) ○ Prueba Q de Cochran ○ Análisis factorial múltiple (MFA) ○ Análisis de correspondencias múltiples (MCA) 	Edo, 2016; Kortensniemi et al., 2018
Flash Profiling (FP)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Análisis de varianza (ANOVA) ○ Prueba de comparaciones múltiples (Test de Duncan o Test HSD de Tukey) ○ Análisis generalizado de Procrustes (GPA) 	Price et al., 2019
Profile Method	<ul style="list-style-type: none"> ○ Análisis de varianza (ANOVA) ○ Análisis de componentes principales (PCA) ○ Análisis multivariante de la varianza (MANOVA) y prueba T² de Hotelling ○ Análisis discriminante lineal (LDA) ○ Análisis discriminante canónico (CDA) 	Marcazzan et al., 2015; Marcazzan et al., 2017

*En negrita los análisis más importantes en cada método.

El análisis de varianza (ANOVA) seguido de una prueba de comparación múltiple (Test de Duncan o Test HSD de Tukey) se puede usar para analizar diferencias entre muestras individuales para cada atributo sensorial. Se realiza a partir de las medias y desviaciones estándar de los valores obtenidos para cada atributo. El objetivo de este análisis es conocer si existen diferencias significativas entre los valores de cada atributo para diferentes tipos de mieles (existen cuando el p-valor es <0.05). De esta manera se pueden comparar todos los atributos de todas las mieles (Marcazzan et al., 2015). Por ejemplo, sirve para comparar si la media de un atributo (aroma floral) es igual en la miel de acacia y en la miel de castaño, o si por el contrario existen diferencias significativas en lo que a este u otro atributo se refiere.

El Análisis de varianza de medidas repetidas (RMANDEVA) se puede usar para comprobar si los panelistas son una fuente de variación significativa para la medida de la intensidad de los atributos sensoriales (lo son cuando el p-valor es <0,05). Este fenómeno es frecuente y suele darse cuando los panelistas utilizan diferentes sectores de la escala cuantitativa (ej. la mitad de los panelistas consideran que la intensidad del atributo olor afrutado es cuatro, mientras que la otra mitad considera que es ocho). La aparición de este fenómeno sugiere la necesidad de un mayor entrenamiento en el uso de dichas escalas de evaluación (González et al., 2008).

La prueba de Kruskal-Wallis es un método no paramétrico para probar si un grupo de datos proviene de la misma población (Siegel y Castellan, 1988). Se emplea en el análisis descriptivo cualitativo ya que es similar al ANOVA, pero con los datos reemplazados por categorías, en vez de números.

La prueba de Newman–Keuls, realiza comparaciones múltiples escalonadas y sirve para identificar medias muestrales que son significativamente diferentes entre sí. Por tanto, se puede usar para comprobar si las medias de los valores de los atributos son diferentes entre sí a nivel significativo (Castro-Vázquez et al., 2009).

El Análisis de componentes principales (PCA), se utiliza ya que, proporciona una forma de visualizar las relaciones entre las mieles y los atributos sensoriales empleados para caracterizarlas (Marcazzan et al., 2017).

El Análisis generalizado de Procrustes (GPA) generalmente proporciona una imagen consensuada de los datos de cada panelista individual en un espacio bidimensional o tridimensional. Permite analizar los datos provenientes de conjuntos de datos que difieren en el número de atributos por consumidor y que también tienen diferencias en el uso de la escala. Mediante este análisis los científicos también pueden determinar cómo los diferentes términos sensoriales utilizados por diferentes panelistas pueden estar interrelacionados (Lawless y Heymann, 2010).

La prueba Q de Cochran se utiliza para identificar las diferencias significativas entre muestras para cada uno de los atributos incluidos en el cuestionario C.A.T.A. (Edo, 2016). El Análisis factorial múltiple (MFA) es un método de análisis de datos multivariados que sirve para resumir y visualizar una tabla de datos compleja en la que los individuos son descritos por varios conjuntos de variables (cuantitativas y/o cualitativas) estructuradas en grupos (Abdi y Williams, 2010). Además, el Análisis de correspondencias múltiples (MCA) permite analizar el patrón de relaciones de varias variables dependientes categóricas (Abdi y Valentín, 2007).

Por otro lado, el Análisis multivariante de la varianza (MANOVA) junto con la prueba T^2 de Hotelling se puede usar para saber si existen diferencias significativas entre un perfil sensorial completo de una miel y otro u otros perfiles sensoriales completos. Existen estas diferencias significativas si el p-valor es < 0.0001 . El Análisis multivariante de la varianza permite confirmar la capacidad del Profile Method para discriminar muestras de miel de diferente origen botánico (Marcazzan et al., 2015).

Para determinar el poder de discriminación del Profile Method y evaluar su capacidad para caracterizar las muestras de miel derivadas de sus diferentes orígenes botánicos se puede realizar el análisis discriminante lineal (LDA). Este análisis sirve para estimar las tasas de error (probabilidades de clasificación errónea) en la clasificación de los tipos de miel. Por ejemplo, así se sabría si una muestra de miel de acacia ha sido erróneamente clasificada como miel de romero. En el Profile Method también se puede realizar un análisis discriminante canónico (CDA). Este análisis se aplicaría para resumir la variación entre clases, de la misma manera que los componentes principales resumen la variación total. La función discriminante derivada de este conjunto de datos se aplicaría luego para validar el método utilizando el conjunto de datos de validación obtenido previamente (Marcazzan et al., 2015).

4. CONCLUSIONES

Para la caracterización sensorial de la miel se han venido utilizando tanto métodos clásicos descriptivos que requieren de panelistas entrenados (Quantitative descriptive analysis “QDA” y análisis sensorial descriptivo cualitativo) como los métodos modernos (Free Choice Profiling (FCP), Check-all-that-apply “C.A.T.A.” y Flash Profiling “FP”). Estos últimos tienen la ventaja de ser más flexibles y de ahorrar tiempo, ya que usan panelistas semi-entrenados, no entrenados y, sobre todo, consumidores habituales del producto. Sin embargo, a pesar de las ventajas de estos métodos modernos, el más usado para la caracterización de las mieles sigue siendo el QDA, tanto en España como en el resto del mundo, ya que se considera el más completo para obtener su perfil sensorial. También destaca el Profile Method, ya que es útil para obtener el perfil sensorial de las mieles y para evaluar la conformidad de las distintas variedades con dichos perfiles.

Los atributos empleados para describir a las mieles monoflorales españolas coinciden con muchos de los reportados para las mieles europeas. Sin embargo, algunos parecen ser específicos de las mieles españolas, por lo que en principio se podría decir que estas mieles tienen ciertas peculiaridades que las diferencian de las del resto de Europa. Los atributos más representativos de las mieles monoflorales españolas se han recopilado en una lista, en la que aparecen: dos atributos visuales o de apariencia, diecisiete atributos de aroma, siete atributos de sabor y dos atributos de textura.

Entre las herramientas estadísticas más empleadas para analizar diferencias entre muestras individuales para cada atributo sensorial destaca el análisis de varianza (ANOVA) junto con la prueba de comparación múltiple (Test de Duncan o Test HSD de Tukey). Para visualizar las relaciones entre las mieles y los atributos sensoriales empleados para caracterizarlas, destaca el Análisis de Componentes principales (PCA), y el Análisis Generalizado de Procrustes (GPA). Este último proporciona una imagen consensuada de los datos de cada panelista individual en un espacio bidimensional o tridimensional.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Abdi, H.; Valentín, D. 2007. Multiple Correspondence Analysis. *Ed. Neil Salkind*. The University of Texas at Dallas.
- Abdi, H.; Williams, L.J. 2010. Principal Component Analysis. *Ed: Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics*.
- Ares, G. 2011. Nuevas metodologías para la caracterización sensorial de alimentos. *V Simposio Internacional de Desarrollo e Innovación de Alimentos, INNOVA 2011, Uruguay*.

- Anupama, D.; Bhat, KK.; Sapna, VK. 2003. Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. *Food Research International* 36, 183-191.
- Bertoncelj, J.; Golob, T.; Kropf, U.; Korosec, M. 2011. Characterisation of Slovenian honeys on the basis of sensory and physicochemical analysis with a chemometric approach. *International Journal of Food Science and Technology* 46, 1661–1671.
- Brandt, MA.; Skinner, EZ; Coleman, JA. 1963. The texture profile method. *Journal of Food Science* 28, 404–409.
- Bruneau, E.; Barbier, E.; Gallez, LM.;Guyot, C. 2000. La roue des arômes des miels. *Abeilles & Cie* 77, 16–23.
- Castro-Vázquez, L.; Díaz-Maroto, MC.; González-Viñas, MA.; Pérez-Coello, MS. 2009. Differentiation of monofloral citrus, rosemary, eucalyptus, lavender, thyme and heather honeys based on volatile composition and sensory descriptive analysis. *Food Chemistry* 112, 1022-1030.
- Caul, JF. 1957. The Profile Method of Flavor Analysis. *Adv Food Res* 7, 1-40.
- Ciapinni, MC.; Di Vito, MV.; Gatti, MB.; Calviño, AM. 2013. Development of a Quantitative Descriptive Sensory Honey Analysis: Application to Eucalyptus and Clover Honeys. *Advance Journal of Food Science and Technology* 5:(7), 829-838.
- Comisión Internacional de la Miel (IHC). Actas de las reuniones de la IHC: Toledo (1998), Dijon (1999), Celle (2000) Louvain-la-Neuve (2001a), Atene (2001b), Celle (2002).
- Dairou, V.; Sieffermann, JM. 2002. A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, Flash Profile. *Journal of Food Science* 67, 826–834.
- Delarue, J.; Lawlor, JB.; Rogeaux, M. 2015. Rapid Sensory Profiling Techniques: Applications in New Product Development and Consumer Research. *Woodhead Publishing*.
- Edo, V. 2016. Influencia del contexto en la caracterización sensorial mediante la metodología preguntas CATA. Trabajo de Fin de Máster. Universidad Politécnica de Valencia.
- Escuredo, O.; Seijo, MC.; Fernández-González, M. 2011. Descriptive analysis of Rubus honey from the north-west of Spain. *International Journal of Food Science and Technology* 46, 2329–2336.
- Ferreira, EL.; Lencioni, C.; Benassi, MT.; Barth, MO.; Baastos, DHM. 2009. Descriptive Sensory Analysis and Acceptance of Stingless Bee Honey. *Food Science and Technology International* 15:(3), 251–258.
- Galán-Soldevilla, H; Ruiz-Pérez-Cacho, MP.; Serrano, S.; Jodral, M.; Bentabol, A. 2005. Development of a preliminary sensory lexicon for floral honeys. *Food Quality and Preference* 16, 71–77.
- Gómez-Pajuelo, A. 2004. Mieles de España y Portugal: Conocimiento y cata. *Montagud Editores*.
- Gonnet M.; Vache G. 1979. Technique de dégustation des miels et recherche d'un système de notation et de classification objectif pour apprécier leur qualité par l'analyse sensorielle, *27th Apimondia Int. Apic. Congr., Athènes*, 499–506.
- Gonnet M.; Vache G. 1985. Le goût du miel. *Ed. U.N.A.F., Paris, France*.
- Gonnet M.; Vache G. 1992. The taste of honey. *Apimondia, Bucarest*.
- Gonnet M.; Vache G. 1998. Analyse sensorielle descriptive de quelques miels monofloraux de France et d'Europe. *Ed. Abeille de France, Paris, France*.
- González, M.; de Lorenzo, C.; Pérez, RA. 2008. Sensory attributes and antioxidant capacity of spanish honeys. *Journal of Sensory Studies* 23, 293–302.

- González, M.; de Lorenzo, C.; Pérez, RA. 2010. Development of a Structured Sensory Honey Analysis: Application to Artisanal Madrid Honeys. *Food Sci Tech Int* 16:(1), 19-29.
- González-Viñas, MA.; Moya, A.; Dolores, M. 2002. Description of the sensory characteristics of spanish unifloral honeys by free choice profiling. *Journal of Sensory Studies* 18, 103-113.
- ISO 4121. 2003. Directrices para el uso de escalas de respuesta cuantitativa. Ginebra: ISO.
- ISO 8586. 2008. Orientaciones generales para la selección, capacitación y seguimiento de los panelistas. Ginebra: ISO.
- Kortesniemi, M.; Rosenvald, S.; Laaksonen, O.; Vanag, A.; Ollikka, T.; Vene, K.; Yang, B. 2018. Sensory and chemical profiles of Finnish honeys of different botanical origins and consumer preferences. *Food Chemistry* 246, 351-359.
- Kumar, A.; Singh, JP.; Singh, J.; Manav, M.; Ansari, MJ.; Singh G. 2018. Sensorial and physicochemical analysis of Indian honeys for assessment of quality and floral origins. *Food Research International* 108, 571-583.
- Lawless, HT.; Heymann, H. 2010. Sensory evaluation of Food: Principles and Practices. *Springer New York Dordrecht Heidelberg, London*.
- Mannas, D.; Altug, T. 2007. SPME/GC/MS and sensory flavour profile analysis for estimation of authenticity of thyme honey. *International Journal of Food Science and Technology* 42, 133-138.
- Marcazzan, GL.; Magli, M.; Piana, ML.; Savino, A.; Stefano, MA. 2015. Sensory profile research on the main Italian typologies of monofloral honey: possible developments and applications. *Journal of Apicultural Research* 53:(4), 426-437.
- Marcazzan, GL.; Mucignat-Caretta, C.; Marchese, CM.; Piana, ML. 2017. A review of methods for honey sensory analysis. *Journal of Apicultural Research* 57: (1), 75-87.
- Maurici, B.; Pozzo, L.; Recanati, G. 2016. Descripción sensorial cuantitativa de mieles florales. *Editorial edUTecNE, 7ª Jornadas de Ciencia y Tecnología*, pag 79-84.
- Maurici, B; Pozzo, L.; Recanati, G. 2014. Selección de evaluadores para un panel de análisis sensorial de mieles. *Editorial edUTecNE, Jornadas de jóvenes investigadores tecnológicos*, pag 56-63.
- Maurici, B; Pozzo, L.; Recanati, G. 2016. Descripción Sensorial Cuantitativa de la Miel de Acacia. *Revista Tecnología y Ciencia* 32, 244-249.
- Montenegro, G.; Gómez, M.; Pizarro, R.; Casaubon, G.; Peña, RC. 2008. Implementación de un panel sensorial para mieles chilenas. *Cien. Inv. Agr.* 35:(1), 51-58.
- Orantes, J.; Gonell, F; Torres, C.; Gómez-Pajuelo, A. 2018. Guía de mieles monoflorales Ibéricas. *Gráficas Campás*.
- Persano-Oddo, L., Sabatini, AG.; Accorti, M.; Colombo, R.; Marcazzan, GL.; Piana, ML.; Piazza, MG.; Pulcini, P. 2000. I mieli uniflorali - Nuove schede di caratterizzazione. *Ministero delle politiche Agricole e Forestali, Roma*.
- Persano-Oddo, L.; Piro, R.; con la colaboración de: Bruenau, E, Guyot, C (Bélgica); Ivanov, T. (Bulgaria); Piškulová, J. (República Checa); Flamini, C; Lheritier, J.; Morlot, M. (Francia); Russmann, H et al., 2004. Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie* 35, 38-81.
- Piana, ML.; Persano-Oddo, L.; Bentabol, A.; Bruenau, E.; Bogdanov, E.; Guyot, C. 2004. Sensory analysis applied to honey: state of the art. *Apidologie* 35, 26-37.

- Price, E.J.; Tang, R.; El Kadri, H.; Gkatzionis, K. 2019. Sensory analysis of honey using Flash profile: A cross-cultural comparison of Greek and Chinese panels. *Journal of Sensory Studies* 34:(3), e12494.
- Rodríguez, I.; Serrano, S.; Galán-Soldevilla, H.; Piva, G.; Ubera, J.L. 2015. Sensory analysis integrated by palynological and physicochemical determinations plays a key role in differentiating unifloral honeys of similar botanical origins (*Myrtaceae* honeys from southern Spain). *International Journal of Food Science and Technology* 50, 1545–1551.
- Rodríguez, I.; Serrano, S.; Galán-Soldevilla, H.; Ubera, J.L.; Jodral, M. 2010. Characterisation of Sierra Morena citrus blossom honey (*Citrus sp.*). *International Journal of Food Science and Technology* 45, 2008–2015.
- Sabatini, A.G.; Bortolotti, L.; Marcazzan, G.L. 2007. Conoscere il miele. *Bologna: Avenue media*.
- Serra-Bonvehí, S.J.; Gómez-Pajuelo, A. 1988. La calificación de mieles mediante el análisis organoléptico. *Apiacta* 23,103-108.
- Severiano-Pérez, P. 2019. ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Interdisciplina* 7:(19), 47-68.
- Siegel, S.; Castellan, J.N. 1988. Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences (second edition). *Ed. New York: McGraw-Hill*.
- Smyth, J.D.; Dillman DA.; Christian, L.M.; Stern, M.J. 2006. Comparing check-all and forced-choice question formats in web surveys. *Public Opin Quart.* 70, 66-77.
- Stolzenbach, S.; Byrne, D.V.; Bredie, WLP. 2011. Sensory local uniqueness of Danish honeys. *Food Research International* 44, 2766–2774.
- Stone, H.; Sidel, J.L.; Oliver, S.; Woolsey, A.; Singleton, R.C. 1974. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technology* 28,24-34.
- Tian, H.; Shen, Y.; Yu, H.; Chen, C. 2018. Aroma features of honey measured by sensory evaluation, gas chromatography-mass spectrometry, and electronic nose. *International Journal of Food Properties* 21:(1), 1755-1768.
- Varela, P.; Ares, G. 2012. Sensory Profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. *Food Research International* 48, 893-908.
- Vejsnaes, F., Theuerkauf, R.; Wienberg, L. 2003. The practical application of sensory analyses in the evaluation of honeys. En: *Proceedings of 38th International Apicultural Congress. Ljubljana*, 784–785.
- Williams, A.A.; Langron, S.P. 1984. The use of free choice profiling for the examination of commercial ports. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 35, 558–568.