

PARAMÉTROS DE CALIDAD EN MIELES DE DIFERENTES ORÍGENES BOTÁNICOS PRODUCIDAS EN LA ALPUJARRA GRANADINA

Quality parameters in different botanical origins of honey produced in the Alpujarra

Periago, M. J.*; Navarro-González, I.; Alaminos, A. B.; Elvira-Torales, L. I.; García-Alonso, F. J. Departamento de Tecnología de los Alimentos, Nutrición y Bromatología. Área de conocimiento de Nutrición y Bromatología. Facultad de Veterinaria, Campus Regional de Excelencia Internacional “Campus Mare Nostrum”. Universidad de Murcia, Campus de Espinardo, 30.071- Murcia, España.

***Autor para correspondencia:** Teléfono: 868-884793/98. Fax: 868-884147. Email: mjperi@um.es

Historial del artículo:

Recibido: 01 marzo 2017

Aceptado: 31 octubre 2017

RESUMEN

La miel es un producto natural producido por las abejas (*Apis mellifera*) a partir del néctar de las plantas. El mercado español ofrece a los consumidores diferentes tipos de mieles producidas en varias zonas geográficas de la península y producidas a partir de diferentes tipos de flores y plantas. Los parámetros de calidad de la miel están regulados por la legislación española, armonizada con la legislación de la Unión Europea. El principal objetivo del presente trabajo ha sido determinar los parámetros de calidad en diferentes mieles producidas en la Alpujarra (Granada, España) y compararlos con los estándares de calidad definidos en la Norma de Calidad que regula la comercialización de las mieles en el territorio español. Ocho tipos diferentes de miel fueron adquiridas en un establecimiento local y clasificadas según su origen botánico: aguacate, azahar, castaño, roble, espliego, mil flores, romero y sierra. La composición de azúcares, el contenido en agua, cenizas totales y el perfil de minerales, el contenido de compuestos insolubles, acidez total, el pH y el color fueron medidos en las muestras siguiendo los métodos oficiales. Para el contenido en azúcares las muestras presentaron valores de acuerdo a la legislación, aunque se observaron pequeñas desviaciones como, por ejemplo, las mieles de castaño, roble y mil flores mostraron un contenido en superior, y para la suma de fructosa y glucosa las mieles de castaño y robles mostraron valores ligeramente inferiores. Sin embargo, el contenido de agua indicaría un buen grado de madurez para todas las mieles. La acidez titulable, el pH, y los contenidos de sólidos insolubles y cenizas estuvieron dentro de los valores establecidos en la legislación,

mientras que el potasio fue el elemento más abundante. Las diferencias observadas en las muestras para todos los parámetros analizados están principalmente asociadas al origen botánico, ya que la composición del polen determina tanto las características organolépticas como los parámetros físico-químicos de las mieles.

Palabras claves: miel, parámetros de calidad, origen botánico, azúcares, Alpujarra.

ABSTRACT

Honey is a natural substance produced by bees (*Apis mellifera*) from the nectar of plants. The Spanish market offers different types of honey, which are from several geographical areas and from the nectar of different types of flowers. The physico-chemical parameters of honeys are regulated in the Spanish food legislation, harmonizing with the European Union legislation. The main objective of this study has been to determine the quality parameters of different types of honey produced in the Alpujarra region (Granada, España) and compare with the quality standards defined to the commercialization of honey in Spain. Eight different types of honey were bought in a local supermarket, and were classified according to the botanical origin: avocado, orange blossom, chestnut flower, oak flower, lavender flower, wild flowers, rosemary, and mountain honeys. Sugar composition, water content, total ash and mineral profile, water-insoluble compounds, total acidity, pH and colour were measured in the samples. For the analysis of sugar content, samples showed values according to the legislation, but slightly deviations were observed, for examples, chestnut, oak and wild flowers honeys showed higher content of sucrose and for the sum of fructose and glucose the lower contents were determined in chestnut and oak honeys. However, the moisture content provide a good maturity index for all samples. Total acidity, pH, insoluble solid and ash values were within the standards, and potassium was the most abundant element. The differences observed in the samples for all analysed parameters were mainly related to the botanical origin, because pollen composition determine both organoleptic characteristic and physico-chemical parameters of honeys.

Key words: honeys, quality parameters, botanical origin, sugars, Alpujarra.

INTRODUCCIÓN

Se define la miel como una sustancia natural producida por la abeja *Apis mellifera* a partir del néctar de plantas o de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos chupadores presentes en las partes vivas de plantas que las abejas recolectan, transforman combinándolas con sustancias específicas propias, depositan, deshidratan, almacenan y dejan en colmenas para que madure (Real Decreto 473/2015). La miel propiamente dicha es la miel de néctar, y aunque en la norma de calidad se admiten diferentes presentaciones comerciales de acuerdo al procesado, con respecto al origen floral no existe ningún criterio en la legislación que obligue a denominar floralmente una miel. Por ello, el criterio que se aplica está relacionado con la producción, de tal modo que es el apicultor, quién teniendo en

cuenta el porcentaje de polen predominante y las principales especies botánicas existentes en lugar de producción, proporcionará la denominación monofloral de la miel. No obstante, para evitar posibles fraudes comerciales y preservar los intereses de los consumidores, se admite que el polen predominante puede ser variable es función de la variedad botánica y la cantidad de polen que contenga. Por ello el residuo polínico de las mieles monoflorales varía entre un mínimo del 12% en el caso de la miel de romero, hasta valores mínimos del 75% en las mieles de castaño (Anónimo, 2017a).

Son muchos los factores que influyen en la calidad de la miel por lo que se deben tener en cuenta durante la recolección y categorización del producto. Entre estos factores tenemos: el origen botánico que determina el color, el olor, el sabor y la textura de la miel, así como la composición química en algunos casos; el

grado de madurez que afecta a la presencia/ ausencia de determinadas enzimas (invertasa, glucosa, diastasa) y azúcares (sacarosa); las operaciones de limpieza y manipulación, que determinan la cantidad de sólidos insolubles, minerales y cuerpos extraños; el grado de deterioro o envejecimiento, influye en la composición de azúcares, el contenido en hidroximetilfurfural (HMF), la actividad enzimática y las características organolépticas; y el tiempo y temperatura de almacenamiento, que aceleran el envejecimiento de la miel afectando principalmente a la concentración de HMF.

La miel sufre un proceso de maduración en la colmena y en el producto que ha completado este proceso, el porcentaje de humedad debe de ser inferior al 20%, y el contenido en monosacáridos, como la glucosa y fructosa, superior al 65% (Real Decreto 1049/2003). Los azúcares simples provienen de la degradación de la sacarosa bajo la acción de la enzima invertasa o sacarasa, a lo largo del proceso de maduración y almacenamiento en la colmena, siendo, por tanto, indicadores del grado de maduración (Melchiorre y Prats, 1983). Por ello, el contenido en azúcares simples y sacarosa es, por tanto, uno de los indicadores más empleados en la valoración de la calidad de la miel, sobre todo en lo que respecta al estado de maduración y las condiciones de almacenamiento (Sáinz y Gómez, 1999). Una vez que la miel ha sido recolectada, con el tiempo de almacenamiento disminuyen los valores de sacarosa, como consecuencia de su hidrólisis, aunque también pueden disminuir los de glucosa y fructosa, por la formación del HMF. El HMF está compuesto por un aldehído y un furano, resultado de la descomposición de los monosacáridos, en particular de la fructosa en medio ácido (Belitz *et al.*, 2009). Puede hallarse en mieles frescas, aunque en pequeñas cantidades, incrementando su contenido con el envejecimiento y con el calentamiento de la miel (Sáinz y Gómez, 1999).

Otra propiedad que caracteriza la calidad de la miel es la acidez y la presencia de áci-

dos orgánicos. La cantidad de ácido glucónico, ácido mayoritario, depende principalmente del tiempo transcurrido entre la toma del néctar por las abejas y la consecución de la densidad final de la miel en el panal, en cuyo momento la actividad de la enzima glucosa oxidasa es menor (Cherchi *et al.*, 2014). También, existen en menor proporción otros ácidos como son el acético, butírico, láctico, cítrico, succínico, fórmico, málico, maleico y oxálico (Cherchi *et al.*, 2014) que contribuyen a la acidez titulable, que no debe de superar los 50 miliequivalentes por cada 1000 g (Real Decreto 1049/2003).

Las características organolépticas de la miel, como el color, olor, sabor y tipo de cristalización, forman parte de los parámetros que nos permiten diferenciar los diversos tipos de mieles (Sáinz y Gómez, 1999). El aspecto de la miel debe de ser limpio y claro, por tanto, una miel de calidad adecuada debe de carecer de impurezas, turbidez, presencia de gases y estrías blancas (aspecto marmóreo). La miel de manera natural posee pigmentos naturales que proporcionan un color característico de acuerdo a su origen floral, pudiendo variar desde el amarillo pálido al rojo ambarino o muy oscuro, casi negro (Sáinz y Gómez, 1999). Las mieles que se vean almacenados largos periodos de tiempo, a partir de los dos años, pueden adquirir una coloración más oscura debido a la existencia de compuestos fenólicos (Muñoz *et al.*, 2007) y a reacciones de pardeamiento que acontecen entre los aminoácidos y la fructosa (Belitz *et al.*, 2009).

El grado de impurezas se determina como indicativo de las buenas prácticas de higiene durante la recolección de la miel, y estaría representado por la presencia de impurezas macroscópicas que pueden ser restos de cera, partículas de panal, tozos de insecto, larvas etc. En la miel el grado de impurezas debe ser inferior a 0,1%, a excepción de la miel prensada que no debe de superar el 0,5% (Real Decreto 1049/2003). La legislación española también incluye el contenido en cenizas como un parámetro relativo a la limpieza, señalando un

máximo de 6% para mieles florales y 1% para mieles de mielada y sus mezclas (Real Decreto 1049/2003), aunque los métodos de extracción y el contenido en polen influyen en el contenido total de cenizas (Pina *et al.*, 1989).

En cuanto a la producción de miel, España es uno de los Estados Miembros de la UE que muestra las cifras más altas, con un 17% del censo total comunitario o lo que es lo mismo con una producción media de 34.000 toneladas. La producción de miel en España está bastante distribuida dando lugar a mieles de diversas características organolépticas dependiendo del polen floral del que se parte. Con respecto al censo de producción se ha constatado un incremento estos últimos años, siendo las mayores productoras Castilla y León, Galicia y Andalucía, principalmente de miel milflores y azahar (MAPAMA, 2016).

En Andalucía, es Cádiz la primera productora con un 20% seguida de Granada con un 15% de la producción total (García, 2013). La Denominación de Origen Miel de Granada, reconocida por la Unión Europea como DOP (Denominación de Origen Protegida) en el año 2002, se encarga a través de su Consejo Regulador, situado en la localidad de Lanjarón, de la gestión y promoción de este producto y certifica con su etiqueta a aquellos que cumplen los requisitos de calidad que define su reglamento (Anónimo, 2017b). La Alpujarra Granadina es una comarca andaluza al sur de las laderas del macizo de Sierra Nevada, constituyendo la parte más meridional de los Sistemas Béticos y es atravesada por el Río Guadalfeo. Esta cordillera comarcal queda subdividida a su vez, dando lugar a una diferenciación de floración que va determinar, por tanto, la producción de miel (Peinado y Castillo, 2007). En los últimos años, el grado de calidad en este producto se ha mejorado debido al creciente nivel de exigencia del mercado y también, como herramienta para conocer la calidad comercial de las mieles comercializadas, haciendo frente a los problemas asociados a las adulteraciones y fraudes. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar

los parámetros de calidad de diferentes mieles producidas en la Alpujarra granadina y evaluar su adecuación a los parámetros establecido en la legislación vigente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras de miel y reactivos

Para este estudio se adquirieron 8 tipos de mieles comerciales producidas en la misma zona geográfica, la Alpujarra granadina, y del mismo productor (*Al-Andalus Delicatessen*[®]). Las 8 mieles variaron en su origen floral tal y como se recogía en la etiqueta del producto, estando clasificadas como mieles de: aguacate, azahar, castaño, encina, espliego, milflores, romero y sierra. Todos los reactivos químicos utilizados fueron de pureza química analítica y están detallados a continuación en los distintos procedimientos utilizados.

Métodos analíticos

Determinación del pH

La medida del pH se realizó con una solución de miel homogenizadas al 10% en agua destilada mediante el empleo de una varilla de vidrio. A continuación, se midió el pH con un pH-metro pH-Meter Basic 20 Crison[®] previamente calibrado. La medida se realizó inmediatamente tras la homogenización, evitando la precipitación de la miel (Anónimo, 1986).

Determinación del contenido de humedad

Para la determinación del contenido de agua se utilizó el método del índice de refracción utilizando un refractómetro de Abbé, y las tablas de Chataway (1932). Con este método se determina el porcentaje de humedad utilizando la tabla de correspondencia entre el índice de refracción y el contenido de humedad a una temperatura constante de 20°C (Anónimo, 1986).

Determinación de sólidos insolubles en agua

Para determinar el porcentaje de sólidos insolubles en agua se utilizó una técnica gravimétrica, cuyo fundamento se basa en determinar el incremento de peso que experimenta un crisol poroso tras filtrar a través de él una determinada cantidad de miel previamente disuelta en agua caliente en una proporción de 1:5. Los resultados deben de expresarse como g de sólidos insolubles en agua/100 g de miel (Anónimo, 1986).

Determinación de la acidez

La determinación de la acidez se basa en la determinación del volumen de hidróxido de sodio 0,1N (V) necesario para conseguir aumentar el pH de una muestra de miel disuelta en agua (10 g en 75 g) hasta un valor de 8,3 (observando el viraje de color a rosa intenso). La acidez titulable se calcula multiplicando el volumen de hidróxido sódico empleado por 10, expresándola como miliequivalentes de ácido/Kg (Anónimo, 1986).

Determinación de las cenizas

Las cenizas en la miel fueron obtenidas mediante la calcinación de la muestra a 550°C en un horno mufla expresando el contenido en porcentaje (Anónimo, 1986).

Determinación colorimétrica mediante la escala de Pfund

La Escala de Pfund es una técnica colorimétrica utilizada tanto a nivel de campo, por compradores y por vendedores, como en los laboratorios para determinar la calidad, ya que está muy estandarizada. Esta técnica categoriza el color de la miel en función de los milímetros Pfund, obtenidos al comparar el color de la muestra problema con una tabla previamente establecida que corresponde a la Escala Pfund.

Esta escala se relaciona con el origen floral de la muestra y los datos se expresan en mm (Delmoro *et al.*, 2010).

Determinación de la composición mineral

La concentración de los diferentes elementos minerales en las muestras de miel se llevó a cabo en el Servicio de Ionómica del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC). Las muestras de miel fueron preparadas mediante una digestión en microondas. Para la cuantificación se empleó el Espectrofotómetro de emisión por ICP, empleando rectas de calibrado de los diferentes minerales analizados. Mediante este procedimiento se obtuvo el contenido en las muestras de un total de 18 minerales, aunque solo se muestran aquellos de interés nutricional (Mg, Ca, Na, K, Fe, Zn, Mn, P, Cu.).

Determinación de azúcares simples por HPLC

Para la determinación de azúcares 1 g de miel fue disuelto en agua destilada hasta su completa disolución y filtrado a través de un filtro de 0,2 mm antes de inyectarlo en el HPLC. Para el análisis se utilizó un equipo de HPLC (VWR-Elite Lachrom, Hitachi, Tokyo, Japón) con un sistema de control SCL-6A, una bomba LC-6A, y un detector de índice de refracción, provisto con una columna amino-spheri (220mm x 4,6 mm i.d.). La fase móvil utilizada fue acetonitrilo: agua (70:30, v/v) con 0,01% tetraetileno-pentamina, con un flujo de 1,5 mL/min.

Análisis estadístico

Con el paquete estadístico SPSS de IBM versión 19.0 se realizó un análisis descriptivo de los datos, calculando la media \pm la desviación estándar de cada uno de los parámetros que fueron analizados por duplicado. También se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para

evaluar las diferencias en función del tipo de muestra y se establecieron las diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de las 8 muestras analizadas, para los distintos parámetros, empleando el Test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido en humedad es una de las características más importantes que determinan las propiedades físico-químicas de la miel, como son la viscosidad y la cristalización, y otros parámetros como el sabor, color, aroma, solubilización y conservación (Escuredo *et al.*, 2013). El contenido medio de humedad en las muestras de mieles estudiadas se presenta en la Figura 1. La concentración de agua en las muestras osciló entre 15% para la miel de castaño y un 18% para la miel de sierra. Todas las muestras mostraron valores dentro de los rangos legales establecidos por la norma de calidad, ya que el máximo admitido de humedad en las mieles estudiadas es de un 20%, coincidiendo con los valores observados en otras mieles producidas en España presentando una baja susceptibilidad a la fermentación (Sanz-Cervera y Sanz-Cervera, 1994; Escuredo *et al.*, 2013).

Estos valores son indicativos de que las mieles estudiadas han completado su proceso de maduración, evitando una miel excesivamente acuosa, que es muy propensa a sufrir fermentaciones por levaduras osmófilas. A valores inferiores del 17,1% desaparece prácticamente esta vulnerabilidad, que pasa a depender de la carga microbiana presente en la misma, cuando el valor de la humedad oscila entre el 17,1% y el 20% (Belitz *et al.*, 2009).

Para completar el grado de maduración se analizaron las concentraciones de azúcares. La Tabla 1 muestra el contenido de los principales azúcares y el contenido total de los mismos, parámetros que definen el índice de madurez de la miel, la composición nutricional y la autenticidad del producto, determinando la no adición de azúcares o jarabes de azúcares. El análisis de varianza puso de manifiesto que el contenido de azúcares depende del tipo de muestra y por tanto del origen botánico, observando diferencias significativas entre muestras, oscilando los azúcares totales entre 60% y 68%.

El contenido en sacarosa osciló entre 1,38% y 7,78% para las mieles de aguacate y espliego, respectivamente. El contenido de fructosa varió entre 31,11% y 39,18% para las mieles de encina

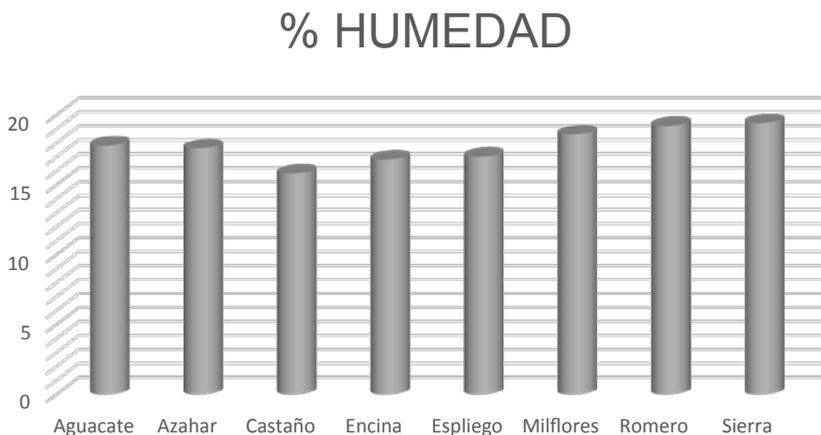


Figura 1. Porcentaje de humedad en las muestras de miel estudiadas.

y la mil flores. Para el contenido de glucosa se obtuvo el valor máximo en las mieles de romero y sierra con un contenido medio de 26,94%, y el valor más bajo en la miel de encina siendo de 22,05% (Tabla 1). De las muestras analizadas 5 mostraron valores de sacarosa dentro de los establecidos por la legislación, ya que la concentración del disacárido estuvo por debajo del 5%, a excepción de la miel de espliego en la que se admite hasta un 15%. En las mieles de castaño, encina y mil flores se obtuvieron valores ligeramente superiores hecho que podría estar relacionado con el origen botánico. En el caso de la miel de flores es posible que una mayor proporción de espliego diera lugar a los valores más elevados, incluso podría pasar para la miel de castaño y encina, ya que el espliego es una variedad botánica muy abundante en esta zona, y la variedad monofloral está determinada por la mayor proporción de polen de la especie botánica, pero no en exclusividad.

En relación a los contenidos de fructosa, glucosa según estima la legislación debe de ser superior a 60 g/100 g de miel, existiendo 3 mieles que no cumplen este criterio, que son la de castaño, encina y espliego. En el caso del

espliego es debido al mayor valor de sacarosa que se admite en este origen botánico, pero en las otras muestras, que coinciden con las de mayor contenido en sacarosa, podrían ser porque estas mieles pueden llevar como segundo polen predominante el espliego, tal y como se ha mencionado antes, ya que el contenido de humedad es normal lo que nos indica una buena maduración. No obstante, hay que tener en cuenta que la composición de azúcares de la miel está afectada por el tipo de néctar que utilizan las abejas, así como por la región y las condiciones climáticas donde ha sido producida la miel (Tornuk *et al.*, 2013).

Con respecto al resto de mieles, que si cumplen con la normativa vigente, las que tiene un mayor contenido de estos dos monosacáridos son la de romero y sierra con un 65,14%, y la que tiene un menor contenido es la de aguacate con un 62,16% (Tabla 1). En general, todas las mieles analizadas mostraron un contenido porcentual de fructosa ligeramente superior al de glucosa, hecho que está relacionado con el mayor contenido de fructosa, azúcar invertida en este alimento, en comparación con otros productos azucarados. La relación fructosa: gluco-

Tabla 1. Porcentaje de sacarosa, fructosa, glucosa y azúcares totales en las distintas mieles estudiadas¹.

Muestras de Miel	Sacarosa (%)	Fructosa (%)	Glucosa (%)	Azúcares totales (%)
Aguacate	1,38 ± 0,01 ^d	36,89 ± 0,02 ^b	25,27 ± 0,14 ^c	63,55 ± 0,38 ^d
Azahar	1,15 ± 0,25 ^e	37,78 ± 0,12 ^a	26,42 ± 0,05 ^b	65,35 ± 0,19 ^c
Castaño	7,56 ± 0,03 ^b	33,22 ± 0,04 ^e	23,51 ± 0,01 ^e	64,30 ± 0,06 ^d
Encina	6,93 ± 0,02 ^c	31,11 ± 0,09 ^f	22,05 ± 0,03 ^f	60,10 ± 0,15 ^e
Espliego	7,78 ± 0,08 ^a	34,73 ± 0,40 ^d	24,51 ± 0,20 ^d	67,04 ± 0,68 ^{ab}
Mil flores	6,92 ± 0,01 ^c	39,18 ± 0,08 ^c	24,71 ± 0,03 ^d	67,81 ± 0,09 ^a
Romero	1,25 ± 0,01 ^e	38,20 ± 0,11 ^a	26,94 ± 0,06 ^a	66,39 ± 0,17 ^b
Sierra	1,05 ± 0,26 ^e	38,26 ± 0,13 ^a	26,42 ± 0,67 ^{ab}	65,75 ± 0,81 ^{bc}

¹ Media y desviación estándar de dos determinaciones.

^{a-f} Diferentes letras en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0,05$.

sa suele ser 1,2:1 y es fundamental para la conservación y estabilización de la miel. Valores más altos de glucosa conduce a la cristalización y una menor solubilidad en agua (Fuentes *et al.*, 2011; Tornuk *et al.*, 2013; Escuredo *et al.*, 2014).

La determinación gravimétrica del contenido de sólidos insolubles en agua es un indicador eficaz para valorar el grado de impurezas de la miel y por tanto fundamental para manifestar su calidad higiénica durante su obtención y procesado. Al realizar comparaciones entre los diferentes resultados se puede observar que de forma general no existen diferencias significativas. Los valores estuvieron en torno a 0,5 g/100 g de miel indicando, por tanto, adecuada manipulación del producto (Tabla 2), aunque con valores más altos debido posiblemente a las características artesanales, ya que la miel prensada puede alcanzar 0,5% de impurezas según la legislación (Real Decreto 1049/2003).

Los ácidos orgánicos influyen en el aroma y el sabor de la miel y su presencia se debe principalmente a las reacciones enzimáticas que tienen lugar durante la maduración

y almacenamiento del producto, así como al origen botánico, lugar de producción y época de recolección (Tornuk *et al.*, 2013). La acidez se incrementa con el tiempo siendo resultado de procesos fermentativos de los azúcares y compuestos alcohólicos, debido a la acción de microorganismo presentes en la miel. El proceso de envejecimiento de la miel da lugar a un aumento de la acidez, esto se debe a la acción de la enzima glucosa oxidasa, que transforma los azúcares en ácidos. Todas las mieles analizadas están dentro de la legislación en cuanto a la acidez que deben de contener, estando todas ellas en un rango de 10 mEq de ácido/Kg de miel no hay diferencias significativas por lo que no hay variaciones de acuerdo al origen botánico y las muestras se han manejado adecuadamente, sin indicios de fermentación. Alcanza el valor mayor la miel de castaño siendo de 10,53 mEq de ácido/Kg de miel y la menor concentración la miel de espliego, con un valor de 10,08 mEq de ácido/Kg, aunque sin observar diferencias significativas entre ellas (Tabla 2). El hecho de que los valores se encuentren dentro de los valores de referencia en la norma de calidad (50 mEq

Tabla 2. Porcentaje de sólidos insolubles, acidez expresada como miliequivalentes de ácidos/Kg y pH en las distintas mieles estudiadas¹.

Muestras de Miel	Sólidos Insolubles (%)	Acidez (mEq. de ácido/kg)	pH
Aguacate	0,52 ± 0,02	10,11 ± 0,063	4,94
Azahar	0,51 ± 0,03	10,24 ± 0,243	4,14
Castaño	0,53 ± 0,07	10,53 ± 0,333	4,94
Encina	0,45 ± 0,25	10,23 ± 0,193	4,66
Espliego	0,55 ± 0,12	10,08 ± 0,023	4,68
Milflores	0,51 ± 0,08	10,33 ± 0,113	4,49
Romero	0,52 ± 0,09	10,28 ± 0,193	4,21
Sierra	0,58 ± 0,04	10,32 ± 0,313	5,07

¹ Media y desviación estándar de dos determinaciones.

de ácido Kg de miel), también nos indica la ausencia de fermentaciones por crecimiento de levaduras osmófilas, como son *Saccharomyces bisporus* var. *mellis*, *Saccharomyces rouxii* y *Saccharomyces bailii* var. *osmophilus* (capaces de crecer a elevadas concentraciones de azúcar) las cuales pueden proceder del suelo, del colmenar, de la cera, del néctar y de abejas muertas, alterando la calidad higiénica de la misma (Pérez Arquillue, 1985).

En relación al pH, los valores normales de la miel oscilan entre 3,2 y 4,5, de tal manera que esta acidez natural permite inhibir el crecimiento de microorganismo y conservar la miel (da Silva et al., 2014). Otros autores han descrito que la miel posee un pH medio de 3,8, con una oscilación de 3,4 a 6,1, en función del origen (Simal Lozano, 1984). Valores altos de pH son indicativo de la adición de jarabes hidrolizados o de siropes de fructosa con fines fraudulentos (Ribeiro et al., 2014). En nuestro estudio tres mieles superan los valores de 4,5 (Tabla 2), asociado probablemente al origen botánico (aguacate, castaño y sierra), y no se sospecharía de adulteración ya que los valores de los azúcares, fructosa y glucosa, entran dentro de la normalidad.

El contenido de cenizas nos da información del contenido total de minerales en las diferentes mieles analizadas. El porcentaje

de cenizas en la miel generalmente es bajo y está determinado principalmente por el origen botánico, observando en las mieles de encina y espliego los valores más altos y en la de romero y aguacate los más bajo (Figura 2). Así, las condiciones edafológicas influyen en la cantidad de minerales presentes en las cenizas y su variabilidad está asociada de forma cualitativa con el origen botánico y geográfico (Sanz-Cervera y Sanz-Cervera, 1994; Sáinz y Gómez, 1999). Actualmente, esta determinación está siendo desplazada por la medición de la conductividad eléctrica, método indirecto para la determinación del contenido total de minerales en los alimentos, característica recogida en la norma de calidad. A pesar de este bajo contenido, algunos autores lo consideran importante desde el punto de vista nutricional (Pros, 1987). La proporción de sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre y zinc, son los elementos mayoritarios y además de poder dar una indicación de su origen, también se utiliza para poder valorar si la miel ha sufrido adulteración con jarabe hidrolizado de fructosa o melazas (Serra et al., 1986).

En la Tabla 3 que refleja los minerales que se encuentran en mayor cantidad en la composición de la miel. Con respecto al cobre las mieles que contienen mayor cantidad serían las de castaño, encina y espliego con 0,63,

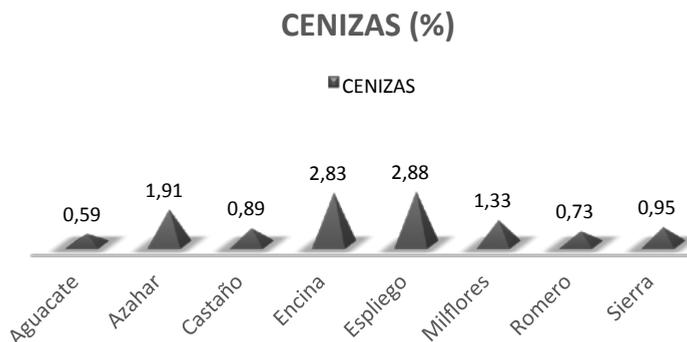


Figura 2. Porcentaje de cenizas en las muestras de mieles estudiadas.

Tabla 3. **Minerales nutricionales oligoelementos expresados en mg/Kg: Cu, Fe, Mn y Zn¹.**

Miel / Minerales	Cu	Fe	Mn	Zn
Aguacate	0,33±0,02 ^{bc}	5,34±0,15 ^a	0,60±0,02 ^b	1,31±0,09 ^b
Azahar	0,03±0,01 ^d	1,29±0,05 ^{de}	0,02±0,01 ^b	0,30±0,03 ^c
Castaño	0,63±0,07 ^a	1,64±0,15 ^d	5,58±0,68 ^a	1,71±0,05 ^{ab}
Encina	0,45±0,02 ^{ab}	1,15±0,07 ^e	4,50±0,21 ^a	1,25±0,07 ^b
Espliego	0,43±0,15 ^{ab}	1,39±0,11 ^{de}	5,16±0,26 ^a	1,44±0,30 ^b
Milflores	0,43±0,08 ^{ab}	4,69±0,09 ^b	0,34±0,06 ^b	1,99±0,15 ^a
Romero	0,03±0,01 ^d	1,59±0,07 ^{de}	0,03±0,01 ^b	0,31±0,03 ^c
Sierra	0,10±0,01 ^{cd}	3,53±0,12 ^c	0,25±0,04 ^b	0,70±0,03 ^c

¹ Media y desviación estándar de dos determinaciones.

^{a-c} Diferentes letras en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0,05$.

0,45 y 0,43 mg/Kg, respectivamente. Sin embargo, para el hierro las mieles que concentran mayor contenido serían la de aguacate (5,34 mg/Kg), milflores (4,69 mg/Kg) y sierra (3,53 mg/Kg). En lo que se refiere al manganeso las mayores concentraciones se encuentran en castaño, espliego y encina con 5,58, 5,16 y 4,50 mg/Kg, en cada una de ellas. El último de los 4 oligoelementos que se reflejan en la Tabla 3 es el zinc, siendo la miel de milflores la que contiene una mayor concentración con 1,99 mg/Kg, sin mostrar diferencias significativas con la de castaño con 1,71 mg/Kg. Siguen por orden decreciente las de aguacate, espliego y encina, formando un tercer grupo el resto de mieles, con un contenido significativamente menor.

La Tabla 4 recoge los macroelementos mayoritarios analizados en las 8 muestras de mieles. El elemento de mayor concentración es el potasio en la miel de castaño con 0,16 g/100 g, en la de espliego con 0,14 g/100 g y en la de encina con 0,12 g/100 g. Le sigue el calcio con 0,07 g/100 g en la miel de castaño, pero este elemento en el resto de mieles, así como las concentraciones de magnesio, sodio y fósforo

presentan valores muy similares siendo de 0,01 g/100 g en todas las mieles aproximadamente. Hay que destacar que el potasio es el elemento mayoritario en las cenizas y parece contribuir al efecto bactericida de la miel (Pros, 1987).

El color de la miel abarca un amplio abanico de tonalidades oscilando desde el color amarillo claro hasta el oscuro, incluso negro, pudiendo existir matices verdes o rojos. El color de la miel previo a tratamiento depende del origen botánico, por esta razón el color es muy importante para definir el origen y poderle otorgar su clasificación comercial como mieles monoflorales, siendo una característica primaria para la clasificación comercial (Missio Da Silva y Gauche, 2016). Las unidades en que son expresadas las diferentes clases de color en la miel son las unidades de escala Pfund y esta medición se puede realizar comparando la miel con un estándar de referencia que indicará el origen floral de la miel (Sáinz y Gómez, 1999). Las mieles de bajo valor en la escala de Pfund fueron las mieles de romero y azahar con 0,5 y 0,75 mm, respectivamente; y las de tonalidad oscura fueron las de aguacate, encina, espliego y en menor medida castaño, sierra y milflores

Tabla 4. **Minerales nutricionales macroelementos expresados en g/100 g: Ca, K, Mg, Na y P¹.**

Miel / Minerales	Ca	K	Mg	Na	P
Aguacate	0,011±0,001 ^a	0,076±0,008 ^{bcd}	0,003±0,001 ^{ab}	0,004±0,001 ^{bc}	0,005±0,001 ^{cd}
Azahar	0,001±0,000 ^b	0,006±0,001 ^d	0,001±0,000 ^c	0,004±0,000 ^{bc}	0,001±0,000 ^d
Castaño	0,007±0,001 ^{ab}	0,160±0,049 ^a	0,004±0,001 ^a	0,002±0,001 ^{cd}	0,011±0,001 ^a
Encina	0,005±0,001 ^{ab}	0,126±0,008 ^{abc}	0,003±0,001 ^{ab}	0,001±0,000 ^d	0,009±0,001 ^d
Espliego	0,006±0,001 ^{ab}	0,144±0,048 ^{ab}	0,004±0,001 ^{ab}	0,002±0,000 ^d	0,019±0,012 ^b
Milflores	0,003±0,001 ^b	0,059±0,006 ^{bcd}	0,002±0,001 ^{abc}	0,007±0,001 ^a	0,007±0,001 ^{bc}
Romero	0,004±0,004 ^b	0,006±0,001 ^d	0,001±0,000 ^c	0,004±0,001 ^{bc}	0,001±0,000 ^d
Sierra	0,006±0,001 ^{ab}	0,036±0,005 ^{cd}	0,002±0,001 ^{bc}	0,005±0,001 ^{ab}	0,002±0,001 ^{cd}

¹ Media y desviación estándar de dos determinaciones.

^{a-d} Diferentes letras en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0,05$.

(Figura 3). El color oscuro se debe a la presencia de carotenoides y compuestos polifenólicos, cuya oxidación son el origen de estas coloraciones. Ciappini *et al.* (2013) han descrito que el contenido de flavonoides de diferentes mieles de Argentina está comprendido entre 1,42 y 17,75 mg de equivalente de quercetina/100 g de miel, existiendo una correlación significativa y positiva entre los valores de color y contenido de flavonoides en las mieles estudiadas. Este hecho indica que los compuestos flavonoides contribuyen con su presencia, a constituir este

atributo de apariencia, cuya determinación resultaría útil como indicador del contenido de flavonoides en la miel.

CONCLUSIONES

Las mieles estudiadas reúnen las características de calidad recogidas en la legislación a excepción del contenido de sacarosa en el caso de la miel de castaño, encina y mil flores y de la suma de glucosa y fructosa para la miel de encina y castaño. Estas pequeñas variaciones pueden

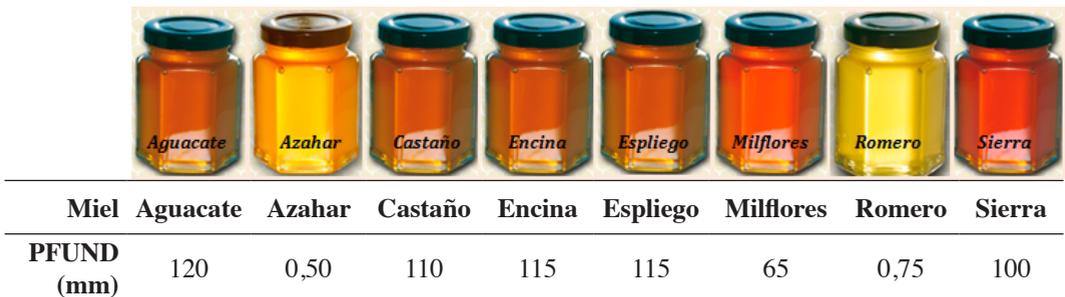


Figura 3. Escala colorimétrica Pfund en las muestras de miel analizadas.

estar asociadas al origen botánico y la diversidad botánica del área geográfica de producción, ya que todos los demás parámetros estudiados entran dentro de los valores recogidos en la norma de calidad. Los programas de control y mejora de la calidad de la miel en el sector productivo están permitiendo poner en el mercado un producto con todas las garantías de calidad, con la finalidad de conseguir la seguridad alimentaria y proteger los intereses de los consumidores.

BIBLIOGRAFÍA

- ANONIMO 1986. Orden 12 junio de 1986, por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis para la miel. BOE núm. 145, 18 junio de 1986.
- ANÓNIMO 2017a. El polen, clave para clasificar la miel. Descargado on line el 27 de febrero de 2017. <http://www.mielmoncabrer.com/2013/11/14/polen-clave-para-clasificar-miel/>.
- ANÓNIMO 2017b. La miel de la Alpujarra. Descargado on line el 27 de febrero de 2017. <https://enmipueblo.wordpress.com/2014/01/09/la-miel-de-la-alpujarra/>.
- BELITZ H. D., GROSCHE W., SCHIEBERLE P. 2009 Química de los alimentos. 3ª Edición. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A.
- CHATAWAY H. D. 1932. Honey tables showing the relationship between various hydrometers scales and refractive index to moisture content and weight per gallon of honey. *Can. J. Res.* 6, 532-547.
- CHERCHI A., SPANEDDA L., TUBEROSO C., CABRA P. 1994. Solid-phase extraction and high-performance liquid chromatographic determination of organic acids in honey. *J. Chrom. A*, 669, 59-64.
- CIAPPINI M. C., GATTI M. B., DI VITO M. V. 2013. El color como indicador del contenido de flavonoides en la miel. *Rev. Cienc. Tecnol.* Año 15, nº19, 59-63.
- DELMORO J., MUÑOZ D., NADAL, V., CLEMENTE, A., PRANZETTI, V. 2010. El color de los alimentos: determinación del color en mieles. *Invenio*, 13(25): 149-156.
- ESCUREDO, O., DOBRE, I., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M., SEIJO, M. C. 2014. Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food Chem.*, 149, 89-90.
- ESCUREDO O., DOBRE I., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ M., SEIJO, M. C. 2013. Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chem.*, 138, 851-856.
- FUENTES E., RUIZ-MATUTE A. I., VALENCIA-BARRERA R. M., SANZ J., CASTRO I. M. 2011. Carbohydrate composition of Spanish unifloral honeys. *Food Chem.*, 129, 1483-1489.
- GARCÍA J. 2013. Andalucía tiene más de 22.000 colmenas. Descargado online el 15 de mayo de 2016. <http://sevilla.abc.es/andalucia/20130809/sevimielandaluzacalidad201308091633.html>.
- MELCHIORRE B., PRATS C. 1993. El gran libro de las abejas. 1ª Edición. Barcelona, España: Editorial De Vecchi, S.A.
- MAPAMA. 2016. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. El sector de la miel en cifras. Descargado on line el 28 de febrero de 2017. <http://www.mapama.gob.es>.
- MISSIO DA SILVA P., GAUCHE C., GONZAGA L. V., OLIVEIRA-COSTA A. C., FETT, R. 2016. Honey: Chemical composition, stability and authenticity, *Food Chem.*, 196, 309-323.
- MUÑOZ O., COPAJA, S., SPEISKY, H. PEÑA, R. MONTENEGRO, G. 2007. Contenido de flavonoides y compuestos fenólicos de mieles chilenas e índice antioxidante. *Quim. Nova*, 30(4), 848-851.
- PEINADO A. S., CASTILLO G. M. 2007. La Alpujarra. 1ª Edición. Granada, España: Ediciones Miguel Sánchez.
- PÉREZ A. C., JIMENO B. M. F. 1985. Manejo y alteraciones de la miel. *Hojas divulgadoras*, 13, 4-5.

- PIANA, G., RICCIARDELLI, G., ISOLA, A. 1989. La miel. Editorial Mundiprensa. Madrid. España.
- PROS, J. 1987. Virtudes curativas de la miel y el polen. Editorial Sintesis. Barcelona. España.
- REAL DECRETO 1049/2003, de 1 de agosto, por el que se aprueba la Norma de calidad relativa a la miel. BOE núm. 186, 5 de agosto de 2003.
- SÁINZ C., GÓMEZ C. 1999. Mielles españolas. 1ª Edición. Madrid, España: Editorial Ediciones Mundi-Prensa S.A.
- SANZ-CERVERA, S., SANZ-CERVERA, M. C. 1994. Humedad, cenizas y conductividad eléctrica de mieles de La Rioja. *Zubía*, 12, 143-158.
- SERRA, J., GÓMEZ, A. 1986. Determinación de la miel adulterada. *Alimentación equinos y Tecnología*. Jul.-Ag., 143-147.
- SIMAL LOZANO J. 1984. Parámetros de calidad de la miel: III. pH, acidez total, acidez láctica total, relaciones e índice de formol. Descargado online el 13 de Abril de 2016. https://www.researchgate.net/publication/235700115_Parametros_de_calidad_de_la_miel_III_pH_acidez_total_acidez_lactonica_total_relaciones_e_indice_de_formol?enrichId=rgreq-694ade93-836a-4452-9c2d-
- TORNUK F., KARAMAN S., OZTURK I, TOKER O. S., TASTERMUR B., SAGDIC O., DOGAN M., KAYACIER A. 2013. Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Ind. Crops Prod.*, 46, 124-131.

