



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



INSTITUTO DE INGENIERÍA DE
ALIMENTOS PARA EL DESARROLLO

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESTUDIO DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE MIELES MONOFLORALES ESPAÑOLAS DE LA CAMPAÑA 2020

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

ALUMNO/A: MARTA BLANCO PÉREZ

TUTOR/A ACADÉMICO: M^a ISABEL ESCRICHE ROBERTO
COTUTOR/A: MARÍA DEL SOL JUAN BORRÁS

Curso Académico: 2020/2021

VALENCIA, Julio 2021

ESTUDIO DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE MIELES MONOFLORES ESPAÑOLAS DE LA CAMPAÑA 2020

Blanco Pérez, Marta; Juan Borrás, María del Sol; Escriche Roberto, M^a Isabel¹

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo ha sido caracterizar, desde el punto de vista de sus propiedades fisicoquímicas, las principales mieles monoflorales: romero, azahar, cantueso, girasol, castaño, brezo, mielada de encina, mielada de roble y mielada (otros) procedentes de diversas regiones de España. Las muestras fueron recolectadas en la campaña del año 2020 y proporcionadas por el Ministerio como parte de la tercera campaña de un estudio que LABMIEL (Laboratorio de la miel y los productos apícolas del IIAD de la UPV) está realizando junto con el MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). Se analizaron tanto los parámetros establecidos por la legislación (humedad, conductividad eléctrica, hidroximetilfurfural "HMF", contenido en azúcares y diastasas), así como el color, indicador exigido en las transacciones comerciales. La variedad de miel influye significativamente en todos los parámetros analizados, siendo el color y la conductividad los más afectados, con valores altos en las variedades de castaño, brezo y mielada y bajos para romero, azahar y cantueso. Este mismo comportamiento se ha observado para el índice diastásico. Por el contrario, el origen geográfico no fue significativo. El 100% de las muestras cumplían con la Norma Nacional de calidad para los parámetros evaluados, a excepción de una muestra de azahar que duplicó el valor permitido de HMF (80,1 mg/kg) y tres de romero que se aproximaron a él, lo que las haría comercialmente no admisibles. Esta situación se podría atribuir a malas prácticas apícolas y por lo tanto pone de manifiesto la necesidad de capacitar al apicultor para que sea consciente de que sus propias prácticas pueden ser determinantes en la calidad de la miel que produce.

PALABRAS CLAVE: miel, monofloral, España, parámetros fisicoquímicos, HMF, humedad, conductividad, color, azúcares, diastasas.

RESUM

L'objectiu del present treball ha sigut caracteritzar, des del punt de vista de les seues propietats fisicoquímiques, les principals mels monoflorales: romer, flor del taronger, cantueso, gira-sol, castanyer, bruc, mielada d'alzina, mielada de roure i mielada (uns altres) procedents de diverses regions d'Espanya. Les mostres van ser recol·lectades en la campanya de l'any 2020 i proporcionades pel Ministeri com a part de la tercera campanya d'un estudi que LABMIEL

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

(Laboratori de la mel i els productes apícoles del IIAD de la UPV) està realitzant juntament amb el MAPA (Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació). Es van analitzar tant els paràmetres establerts per la legislació (humitat, conductivitat elèctrica, hidroximetilfurfural "HMF", contingut en sucres i diastases), així com el color, indicador exigent en les transaccions comercials. La varietat de mel influeix significativament en tots els paràmetres analitzats, sent el color i la conductivitat els més afectats, amb valors alts en les varietats de castanyer, bruc i mielada i baixos per a romer, flor del taronger i cantueso. Aquest mateix comportament s'ha observat per a l'índex diastàtic. Per contra, l'origen geogràfic no va ser significatiu. El 100% de les mostres complien amb la Norma Nacional de qualitat per als paràmetres avaluats, a excepció d'una mostra de flor del taronger que va duplicar el valor permès de HMF (80,1 mg/kg) i tres de romer que es van aproximar a ell, la qual cosa les faria comercialment no admissibles. Aquesta situació es podria atribuir a males pràctiques apícoles i per tant posa de manifest la necessitat de capacitar a l'apicultor perquè siga conscient que les seues pròpies pràctiques poden ser determinants en la qualitat de la mel que produeix.

PARAULES CLAU: mel, monofloral, Espanya, paràmetres fisicoquímics, HMF, humitat, conductivitat, color, sucres, diastases.

ABSTRACT

The objective of this work has been to characterize, from the point of view of their physicochemical properties, the main monofloral honeys: rosemary, orange blossom, lavender, sunflower, chestnut, heather, holm oak honeydew, oak honeydew and honeydew (others) from various regions of Spain. The samples were collected in the 2020 campaign and provided by the Ministry as part of the third campaign of a study that LABMIEL (Laboratory of honey and apicultural products of the IIAD of the UPV) is carrying out together with the MAPA (Ministry of Agriculture, Fishing and Food). Both the parameters established by the legislation (humidity, electrical conductivity, hydroxymethylfurfural "HMF", sugar and diastase content), as well as color, an indicator required in commercial transactions, were analyzed. The variety of honey significantly influences all the parameters analyzed, being the color and conductivity the most affected, with high values in the varieties of chestnut, heather and honeydew and low for rosemary, orange blossom and lavender. This same behavior has been observed for the diastatic index. On the contrary, the geographical origin was not significant. 100% of the samples complied with the National Quality Standard for the evaluated parameters, with the exception of an orange blossom sample that doubled the allowed value of HMF (80,1 mg/kg) and three of rosemary that approached it, which would make them commercially inadmissible. This situation could be attributed to bad beekeeping practices and therefore highlights the need to train the beekeeper to be aware that their own practices can be decisive in the quality of the honey they produce.

KEY WORDS: honey, monofloral, Spain, physicochemical parameters, HMF, humidity, conductivity, color, sugars, diastases.

INTRODUCCIÓN

La abeja (*Apis mellifera*) elabora la miel a partir del néctar de plantas, o bien de secreciones de plantas o de excreciones que dejan los hemípteros sobre las partes vivas de las plantas. Las abejas después de libar transportan y transforman estas sustancias azucaradas combinándolas con sustancias específicas propias, para finalmente después de un proceso de deshidratación y almacenamiento en el panal, obtenerse la miel (Codex Alimentarius, 2001) (Real Decreto 1049/2003). En función del origen botánico las mieles se clasifican como “de flores o de néctar” o de mielada. La miel de flores, a su vez, se considera monofloral cuando en su composición predomina un porcentaje mayoritario de polen de una planta melífera concreta y polifloral o milflores cuando no contiene una cantidad suficiente de un polen predominante. Cabe destacar que la miel más valorada por el consumidor y con mayor valor económico en el mercado son las mieles monoflorales, especialmente apreciadas por sus características organolépticas específicas, por sus atribuidos beneficios para el organismo y por la dificultad que tiene el apicultor para conseguirlas.

La composición de la miel además de estar influida por la flora visitada por las abejas pecoreadoras (Elbanna *et al.*, 2014; Pospiech *et al.*, 2020) depende también de las condiciones edáficas y climatológicas de la región, factores que influyen en el contenido de polen, el color, el olor, el sabor, la textura y la humedad relativa (Karabournioti, *et al.*, 2006). La miel está formada mayoritariamente por carbohidratos con valores medios de; fructosa (38%) y glucosa (31%), agua (17%), disacáridos (8%), otros azúcares (2%), y otras sustancias (4%) como enzimas: invertasa, amilasa (diastasa) y glucosa oxidasa junto con pequeñas cantidades de catalasa y fosfatasa ácida, aminoácidos, ácidos orgánicos, antioxidantes, vitaminas (A, B, C, D, E y K) y minerales (Machado De-Melo *et al.*, 2018; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020). Un factor que afecta a la presencia/ausencia de estas enzimas y de los azúcares (glucosa y sacarosa) es el grado de maduración. Las prácticas apícolas empleadas (extracción, limpieza y manipulación), aunque en menor medida, también influyen en la cantidad de sólidos insolubles, minerales y cuerpos extraños. Otros dos factores determinantes en la composición, y por lo tanto en la calidad de la miel, son el tiempo y la temperatura de almacenamiento, que afectan principalmente al contenido en hidroximetilfurfural (HMF). Este parámetro junto con la composición de azúcares, la actividad enzimática y las características organolépticas son cruciales en el estudio del grado de deterioro o envejecimiento de la miel (Periago *et al.*, 2016).

Algunos de los parámetros que frecuentemente se estudian cuando se quiere analizar la calidad y/o caracterizar diferentes variedades de miel ya sean monoflorales, multiflorales o de mielada son el contenido en azúcares, la humedad, el color, la conductividad eléctrica, el índice diastásico, el HMF, y los análisis melisopalínológicos (López Candel, 2015; Missio *et al.*, 2016; Manzanares *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2017; Ballesteros *et al.*, 2019). Este tipo de estudios adquieren especial relevancia y son muy útiles para poder establecer denominaciones de origen, que van a constituir una marca de

calidad. Estos sellos suponen una garantía que indica que dicha miel se ha recogido donde se indica y cumple unos requisitos determinados por la marca, que son más exigentes que los establecidos en la Norma de calidad (Real Decreto 1049/2003). Así, en España actualmente existen cuatro denominaciones de origen protegida: DOP Miel de Granada, DOP Miel de La Alcarria, DOP Miel de Tenerife y DOP Miel de Villuercas-Ibores, y una indicación geográfica protegida: IGP Miel de Galicia. También hay marcas de calidad autonómicas, como es la Eusko Label (Organización de consumidores y usuarios (OCU), 2021).

Se estima que el sector apícola español mueve alrededor de 62 millones de euros en la producción de miel, cera y polen, creciendo de forma constante el número de colmenas, explotaciones y apicultores. En España están censadas el 16% de las colmenas de la UE, y el 80% de ellas se encuentran en manos de apicultores profesionales mayoritariamente trashumantes, que predominan en el centro y sur/sureste de la península ibérica. El otro 20% del censo restante está compuesto de pequeños apicultores que, en general, no son trashumantes y se ubican en la zona norte, noroeste y en las regiones insulares. Estos datos reflejan la importancia del sector apícola español. Extremadura, Andalucía, Castilla y León y la Comunidad Valenciana son las regiones que destacan por su gran proporción de colmenas censadas y por lo tanto por ser las mayores productoras de miel y de cera. En cuanto al número de explotaciones, la mayoría se concentran en Castilla y León, Andalucía y Galicia. Según los datos publicados por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, de las 32.268 toneladas de miel producidas en España en el año 2019 (dato estimado en función de la media de los últimos 3 años anteriores, aún no ha sido publicado el valor definitivo) fueron destinadas a la exportación 22.467 toneladas, de las cuales 18.420 toneladas tuvieron como destino países de la UE, ocupando el primer puesto Francia 7.078 (38,4%), seguido de Alemania 2.989 (16,2%) y en tercer lugar Portugal 1.828 (9,9%). En los hogares españoles se consumió en 2019 un volumen de miel de 18.390 toneladas. El 83,1 % de la miel que consumimos es importada, en 2019 se importaron 26.800 toneladas, 14.191 procedía de países extracomunitarios siendo China el país que ocupa el primer puesto 7.459 (52,6%), seguido de Uruguay 2.715 (19,1%), en tercer lugar, Ucrania 1.420 (10,0%), y en cuarto puesto Argentina 1.395 (9,8%) (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), 2021).

En España desde el 2021 es obligatorio indicar el país o países de origen de la miel en la etiqueta (Real Decreto 523/2020). Sin embargo, en envases con mezclas de miel, la norma no obliga a indicar la proporción en la que éstas se encuentran, ni siquiera obliga a detallar el origen del país en orden decreciente de cantidad. Este etiquetaje tan ambiguo o con falta de claridad puede confundir al consumidor con respecto al país de procedencia.

El presente trabajo se ha realizado en el marco de un proyecto de colaboración que se está actualmente llevando a cabo entre el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente “MAPA” y el Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo de la Universidad Politécnica de Valencia (Laboratorio de Control de Calidad de la Miel y los Productos Apícolas “LABMIEL”). El propósito de dicho proyecto es la

caracterización de las principales mieles monoflorales españolas con la finalidad de garantizar su autenticidad durante la comercialización, tal y como queda reflejado en el B.O.E. núm. 150, 2018. En esta línea, el objetivo concreto del presente trabajo ha sido estudiar las propiedades físicoquímicas y composición química de diferentes mieles monoflorales de la campaña 2020, como parte del estudio de cuatro años que se está llevando a cabo por el mencionado Ministerio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras de miel

Se han analizado 42 muestras crudas de miel, proporcionadas por el MAPA, procedentes de la campaña 2020. En la tabla 1 de Anexos se detallan los códigos de las mismas (MAPA y LABMIEL) así como la variedad declarada por el apicultor cuando entregó las muestras en los puntos de recogida del control oficial, en diferentes regiones de España: romero de Aragón (6 muestras) y de Cataluña (3); azahar de Cataluña (3) y Murcia (6); cantueso de Castilla y León (1); girasol de Castilla y León (1); castaño de Extremadura (1); brezo de Extremadura (2); mielada de encina de Extremadura (2) y de Castilla y León (1); mielada de roble de Extremadura (4) y de Galicia (9) y mielada (otros) de Extremadura (3).

Análisis físicoquímicos

El contenido en hidroximetilfurfural, la humedad, la conductividad, la actividad diastásica y la composición de azúcares se analizó siguiendo los métodos propuestos por la International Honey Commission (Bogdanov, 2009).

El contenido de HMF se cuantificó mediante HPLC-UV (Agilent Compact 1200), utilizando una columna Kinetex XB-C18 de dimensiones 4,6 x 150 mm, con tamaño de partícula de 3,5 μm , de Agilent Technologies, USA. Empleando como fase móvil agua-metanol (80:20) en modo isocrático y un flujo de 1,0 mL/min. El detector estaba configurado a 285 nm. El software aplicado para procesar los datos fue ChemStation (Agilent Technologies, Alemania).

El índice de refracción se determinó a través de un refractómetro (ATAGO 3T, Japón) termostaticado a 20 °C, a partir de este valor mediante el uso de la tabla de Chataway se calculó el contenido en humedad.

La conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) se evaluó gracias a un conductímetro con control de temperatura (20 °C) (Seven Multi, Mettler Toledo), teniendo en cuenta el peso de la muestra de miel sin humedad (Accorti *et al.*, 1987).

La actividad diastásica (o amilásica) se estimó a través de la prueba comercial "Phadebas ® Honey Diastase Test". Es un método fotométrico donde se utiliza un sustrato bioquímico sintético cuyo componente activo son microesferas de monofosfato de di-almidón (DSM-P, distarch monophosphate) unidas químicamente a un tinte azul. Este sustrato es hidrolizado por la enzima α -amilasa liberando ese tinte azul a una velocidad

proporcional a la cantidad de enzima existente. La absorbancia (medida a 620 nm) de esta solución azulada es directamente proporcional a la actividad diastásica de la muestra.

La determinación del contenido de azúcares (fructosa y glucosa) se realizó por HPLC (Agilent Technologies modelo 1120 Compact LC, Alemania) con un detector de dispersión de luz evaporativa (ELSD Agilent Technologies 1200 Series, Alemania) utilizando una columna Waters Carbohydrate (4,6 x 250 mm, 4,0 μ m). La fase móvil empleada fue agua y acetonitrilo (25:75), en modo isocrático, a un flujo de 0,8 mL/min. Las condiciones del detector fueron: 40 °C, 4,0 bares de presión de gas (N₂) y ganancia = 3. El Software utilizado fue ChemStation (Agilent Technologies, Alemania).

El color se midió utilizando un colorímetro digital (C 221 Honey Color Analyzer, Hanna Instruments). Se basa en la escala mm Pfund que mide la transmitancia de la luz.

Análisis estadístico

Se efectuó un análisis descriptivo de los datos obtenidos, calculando media, desviación estándar, mínimo y máximo de cada uno de los parámetros analizados. Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA de un factor), para evaluar la influencia del tipo de miel en los diferentes parámetros fisicoquímicos. Además, para determinar la influencia del origen geográfico se realizaron ANOVAS para el factor procedencia, solo para aquellas variedades que habían sido recolectadas en distintas zonas geográficas. Estos análisis sólo se tuvieron en cuenta para aquellas variedades de miel de las que se disponía de más de dos muestras. La prueba estadística usada para comparaciones múltiples fue el Test LSD de Fisher ($\alpha = 5\%$). La prueba de rango múltiple se usó para determinar qué medias son significativamente diferentes de otras. Además, se hizo un análisis de componentes principales (PCA) para describir todo el conjunto de datos en términos de nuevas "componentes" no correlacionadas, con el fin de reducir la dimensionalidad del espacio muestral. Todos los estudios mencionados se llevaron a cabo con la ayuda de los programas Statgraphics Centurion y Excel para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la variedad en los diferentes parámetros fisicoquímicos

Para facilitar la comparación de los patrones de variabilidad de las diferentes variedades de miel en cada uno de los parámetros de calidad fisicoquímicos [humedad, color, HMF, conductividad, diastasa, fructosa (F), glucosa (G), el sumatorio de fructosa y glucosa (F+G) y el cociente entre fructosa y glucosa (F/G)], se realizaron los diagramas de cajas y bigotes representados en la figura 1. En ella se indica con línea punteada roja los valores establecidos en la Norma de calidad para la miel (Real Decreto 1049/2003) para los parámetros: HMF (máximo 40,0 mg/kg), índice diastásico (mínimo 8,0 DN "escala Schade"), humedad (máximo 20,0 g/100g),

conductividad eléctrica (menor o mayor de 800,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en función de la variedad) y suma de fructosa y glucosa (mínimo 60,0 g/100g en miel de flores y mínimo 45,0 g/100g en miel de mielada). Además, la tabla 1 muestra el análisis estadístico descriptivo (media, desviación estándar, valor mínimo y máximo) de los parámetros fisicoquímicos en función de la variedad de miel, así como los resultados del análisis ANOVA (razón-F y diferencias significativas) de aquellas variedades de miel de las que se disponía de más de dos muestras. Según el análisis ANOVA realizado y teniendo en cuenta que cuanto mayor es el valor de la razón-F, mayor es el efecto que tiene el factor (variedad de miel) sobre la variable (parámetros fisicoquímicos), se observa que todos mostraron diferencias significativas en función de la variedad de miel, siendo el color y la conductividad los más afectados por el tipo de miel con valores de razón-F de 126,81 y 110,31, respectivamente. Por el contrario, el parámetro menos influido por la variedad según los resultados estadísticos obtenidos es la humedad presentando el menor valor de razón-F: 3,08. Esto puede deberse a que otros factores como la época del año en la que se efectúe la extracción, también influyen en el contenido de humedad de la miel. En España, se inicia la cosecha de miel al finalizar la primavera dónde se recoge, entre otras, la miel de romero, naranjo y limón, en verano se extrae la miel de cantueso, castaño y girasol y finalmente al finalizar el verano o comenzar el otoño se obtiene la miel de brezo, biércol, montaña etc. aunque todo esto dependerá de si las condiciones climatológicas han permitido una correcta floración de las plantas. Las prácticas apícolas llevadas a cabo también son determinantes en el contenido de humedad, ya que es imprescindible un tiempo de maduración de la miel en el panal antes de proceder a su extracción.

Por otra parte, los azúcares se ven afectados en un grado intermedio en función de la variedad, así el sumatorio de fructosa y glucosa, la concentración de fructosa y la de glucosa y el cociente F/G reflejan los siguientes valores de la razón-F: 10,30; 7,81; 7,29 y 3,47. El índice diastásico (ID) y el contenido en HMF también son parámetros que se ven alterados en función del tipo de miel en un grado intermedio, siendo el valor de la razón-F de 6,64 y 5,23 respectivamente.

Los resultados de las variedades representadas por una muestra (no incluidos en la tabla 1) cantueso, girasol y castaño fueron: HMF (14,0; 2,7; 1,6 mg/kg); ID (16,2; 30,6; 37,5 DN "Unidades Schade"); humedad (17,1; 15,6; 15,3 g/100g); color (32; 76; 146 mm Pfund); conductividad (193,3; 394,3; 1241,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$); fructosa (32,7; 33,5; 41,3 g/100g); glucosa (28,0; 33,6; 28,7 g/100g); suma de fructosa y glucosa (60,7; 67,1; 70,0); F/G (1,17; 1,00; 1,44).

El **HMF** es el parámetro utilizado para determinar la frescura de la miel, ya que es un compuesto (aldehído) que se origina por la deshidratación de los azúcares (principalmente fructosa) presentes en ella. Las mieles crudas o recién cosechadas presentan valores muy bajos de HMF (< 0,1 mg/kg) y conforme transcurre el tiempo de forma natural se va produciendo este compuesto. Las mieles con mayor acidez y proporción de fructosa tienen tendencia "per se" a alcanzar valores más altos de HMF. Además, su formación se ve acelerada si la miel es sometida a procesos de calentamiento (temperaturas altas y tiempo prolongado).

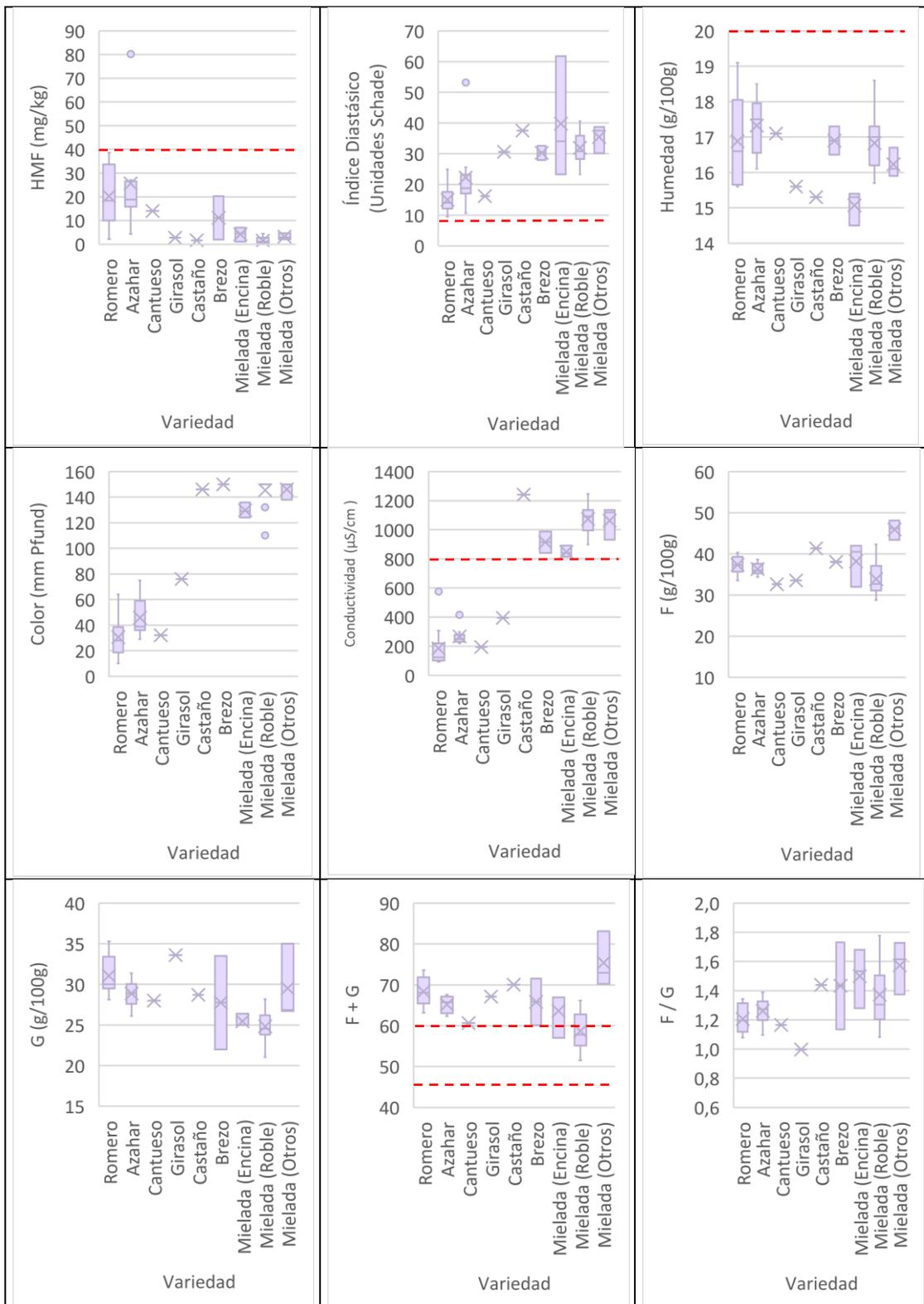


FIGURA 1. Diagramas cajas-bigotes para todos los parámetros fisicoquímicos considerados en este estudio. La línea punteada roja refleja los valores establecidos en la Norma de calidad para la miel (Real Decreto 1049/2003).

TABLA 1. Análisis estadístico descriptivo (media, desviación estándar, valor mínimo y máximo) y resultados del ANOVA de los parámetros fisicoquímicos para el factor variedad de miel (solo variedades de las que se disponía de más de dos muestras).

		Romero	Azahar	Brezo	Mielada (Encina)	Mielada (Roble)	Mielada (Otros)	Razón-F
HMF (mg/kg)	Media	20,2	25,7	11,1	4,2	1,5	3,2	5,23**
	(SD)	(12,6) ^{bc}	(21,6) ^c	(13,0) ^{abc}	(3,0) ^{ab}	(1,5) ^a	(1,4) ^{ab}	
	Mínimo	2,2	4,3	1,9	1,1	0,0	2,0	
	Máximo	38,5	80,1	20,3	7,0	4,5	4,7	
Índice Diastásico (Unidades Schade)	Media	14,9	22,2	30,2	39,7	31,9	35,5	6,64***
	(SD)	(4,6) ^a	(12,2) ^{ab}	(3,3) ^{bc}	(19,9) ^c	(5,0) ^c	(4,6) ^c	
	Mínimo	9,5	10,7	27,9	23,3	23,3	30,2	
	Máximo	24,9	53,2	32,6	61,8	40,6	38,7	
Humedad (g/100g)	Media	16,9	17,3	16,9	15,1	16,8	16,2	3,08*
	(SD)	(1,3) ^b	(0,8) ^b	(0,6) ^b	(0,5) ^a	(0,8) ^b	(0,4) ^{ab}	
	Mínimo	15,6	16,1	16,5	14,5	15,7	15,9	
	Máximo	19,1	18,5	17,3	15,4	18,6	16,7	
Color (mm Pfund)	Media	31	46	150	130	146	146	126,81***
	(SD)	(16) ^a	(15) ^b	(0) ^c	(6) ^c	(12) ^c	(7) ^c	
	Mínimo	10	29	150	124	110	138	
	Máximo	64	75	150	136	150	150	
Conductividad (μS/cm)	Media	185,4	266,6	914,3	848,6	1074,4	1062,3	110,31***
	(SD)	(160,6) ^a	(60,6) ^a	(104,7) ^{bc}	(39,2) ^b	(93,9) ^c	(113,8) ^c	
	Mínimo	92,3	219,3	840,3	814,3	899,3	931,3	
	Máximo	576,3	416,3	988,3	891,3	1246,3	1136,3	
F (g/100g)	Media	37,3	36,3	38,1	38,2	33,9	45,9	7,81***
	(SD)	(2,2) ^b	(1,4) ^{ab}	(0,1) ^{ab}	(5,4) ^b	(4,0) ^a	(2,4) ^c	
	Mínimo	33,5	34,4	38,0	32,0	28,8	43,4	
	Máximo	40,3	38,6	38,1	42,0	42,3	48,1	
G (g/100g)	Media	31,1	28,9	27,8	25,5	24,8	29,5	7,29***
	(SD)	(2,4) ^c	(1,7) ^{bc}	(8,1) ^{abc}	(0,8) ^{ab}	(1,9) ^a	(4,8) ^{bc}	
	Mínimo	28,1	26,1	22,0	25,0	21,0	26,7	
	Máximo	35,3	31,4	33,5	26,4	28,2	35,0	
F+G	Media	68,4	65,1	65,8	63,6	58,7	75,4	10,30***
	(SD)	(3,7) ^b	(2,1) ^b	(8,1) ^b	(5,7) ^{ab}	(4,4) ^a	(6,8) ^c	
	Mínimo	63,2	62,3	60,1	57,0	51,5	70,2	
	Máximo	73,6	67,6	71,5	67,0	66,2	83,1	
F/G	Media	1,21	1,26	1,43	1,50	1,37	1,57	3,47*
	(SD)	(0,10) ^a	(0,09) ^{ab}	(0,42) ^{abc}	(0,20) ^c	(0,19) ^{bc}	(0,18) ^c	
	Mínimo	1,08	1,10	1,13	1,28	1,08	1,37	
	Máximo	1,34	1,39	1,73	1,68	1,78	1,73	

Para cada variable las diferentes letras dentro de una misma fila indican grupos homogéneos entre los que hay diferencias significativas a un nivel de confianza del 95% según el test LSD *p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001.

Por ello, el HMF es un indicador de las buenas o malas prácticas de manipulación que se hayan llevado a cabo durante la extracción, homogenización, pasteurización (proceso realizado para ralentizar su posterior cristalización), almacenamiento, etc. su estudio es decisivo para determinar la calidad de la miel. Tanto la normativa de la Unión Europea (Unión Europea, 2002) como la legislación nacional (Real Decreto 1049/2003) indican que el valor máximo de HMF que puede alcanzar la miel es 40,0 mg/kg, a excepción de las mieles procedentes de regiones tropicales cuyo valor máximo es de 80,0 mg/kg. En el presente estudio, el valor mínimo obtenido fue < 0,1 mg/kg (límite de cuantificación) en una muestra catalogada como mielada de roble de Galicia (código Labmiel: 21037) y el máximo 80,1 mg/kg en una etiquetada como azahar de Murcia (código Labmiel: 21029). El 54,8% de las muestras presentaba valores de HMF < 5,0 mg/kg, un 4,8% de las muestras entre 5,1-10,0 mg/kg, un 19,0% entre 10,1-20,0 mg/kg, un 11,9% entre 20,1-30,0 mg/kg, un 7,1% entre 30,1-40,0 mg/kg y > 40,0 mg/kg un 2,4% de las muestras. Las variedades con valores de HMF más elevados fueron azahar de Murcia y Cataluña (códigos Labmiel: 21031, 21022 y 21024) con HMF de 27,1 mg/kg, 26,0 mg/kg y 25,3 mg/kg, y romero de Aragón (códigos Labmiel: 21015, 21014 y 21025) con 38,5 mg/kg, 34,7 mg/kg y 32,6 mg/kg. Obviamente, las mieles con altos niveles de HMF han sufrido malas prácticas de manipulación y tendrán una venta muy difícil o con un precio muy devaluado, ya que las empresas envasadoras solamente podrán comercializarlas mezclándolas con otras mieles más frescas. También hay que considerar que en el presente estudio la totalidad de las muestras analizadas procedían de la campaña 2020, pero por las circunstancias de la pandemia Covid19 se analizaron en 2021. Esta situación ha podido influir en los valores anormalmente elevados de este parámetro.

La **diastasa** es una enzima, la α -amilasa, presente de forma natural en la miel. Es otro indicador de la frescura y el sobrecalentamiento de la miel y por tanto de la calidad de esta, ya que cuando una miel se calienta o se almacena durante un tiempo prolongado disminuye su índice diastásico (Visquert, 2015). Sin embargo, también es un parámetro que ayuda a la clasificación de las mieles ya que se ha observado una relación entre el índice diastásico y el origen floral (Juán-Borrás, 2016). La legislación española (Real Decreto 1049/2003) indica que el índice diastásico (escala Schade) no puede ser menor de 8,0 DN en general, y en mieles con un bajo contenido de enzimas (como por ejemplo las mieles de cítricos) y un contenido máximo de HMF de 15,0 mg/kg, no menos de 3,0 DN. Todas las muestras analizadas cumplían con la legislación. En general, se puede observar cómo las mieles más claras presentan valores menores de ID y valores mayores de HMF y las mieles más oscuras se comportan de forma contraria, revelan valores más altos para la diastasa y menores para el HMF.

Con respecto a la **humedad** tanto los requisitos internacionales (Unión Europea, 2002) como la normativa española (Real Decreto 1049/2003) indican que debe ser < 20,0 g/100g, excepto la miel de brezo "*Calluna*" < 23,0 g/100g y si es de "*Calluna vulgaris*" debe ser < 25,0 g/100g. Todas las muestras analizadas cumplían con la legislación presentando valores < 20 g/100 g lo que implica que tienen una correcta calidad con respecto a este

parámetro, ya que un valor de humedad bajo revela buenas prácticas de apicultura, es decir; la miel ha tenido un tiempo suficiente para madurar en el panal y supone a largo plazo retardar la probabilidad de fermentación. En general, se observó que las mieles más claras (romero, cantueso y azahar) tuvieron valores medios de humedad mayores (16,9; 17,1 y 17,3 g/100 g) y las más oscuras menores: mielada de encina (15,1 g/100 g), mielada “otros” (16,2 g/100 g) y castaño (15,3 g/100 g). La excepción fue la miel de brezo y la mielada de roble ya que a pesar de tener ambas un color oscuro, su valor medio de humedad fue de 16,9 y 16,8 g/100 g, respectivamente.

En cuanto al **color** la legislación española solo señala que la miel puede tener un tono desde casi incoloro a pardo oscuro, no estableciendo límites por variedades, por este motivo se considera un criterio más bien comercial. Pese a no estar regulado, a excepción de las marcas de calidad o denominaciones de origen, es muy importante porque está muy relacionado con la flora visitada por las abejas en la recolección del néctar, y su valor es de gran relevancia para clasificar mieles monoflorales. Comercialmente, cada variedad de miel debe tener un tono determinado. En el presente trabajo, en la variedad romero el valor medio para el color ha sido de 31 mm Pfund, con un mínimo de 10 y un máximo de 64. En un estudio publicado sobre las principales mieles uniflorales europeas (Persano-Oddo y Piro, 2004) se reportó un rango más estrecho (11-26 mm Pfund). Orantes *et al.* en la guía de mieles monoflorales ibéricas publicada en 2018 establecieron el máximo en 35 mm Pfund para esta variedad. La gran mayoría de muestras analizadas en el presente estudio cumplían esta condición salvo dos muestras con códigos Labmiel: 21015 y 21027 cuyos valores obtenidos para el color fueron de 64 y 42 mm Pfund. Por lo tanto, ninguna de ellas podría haber sido comercializada como romero. En la variedad azahar se ha obtenido un valor medio para el color de 46 mm Pfund con un valor mínimo de 29 y máximo de 75. Este rango es más amplio que el obtenido por Persano-Oddo y Piro (2004) con valores: 5-28 mm Pfund. Orantes *et al.* (2018) establecieron el máximo en 45 mm Pfund. La gran mayoría de las muestras estudiadas cumplían esta condición salvo tres (códigos Labmiel: 21030, 21029 y 21024) con valores de 75, 63 y 55 mm Pfund. A pesar de que el apicultor las catalogó como azahar puede haber sucedido que en realidad no lo eran (bien por tener poco porcentaje de polen de esta variedad botánica o bien por contener abundante polen de otras especies florales). En definitiva, con ese valor de color, ninguna de las tres muestras podría haber sido comercializada como azahar. De la variedad cantueso solo se disponía de una muestra cuyo valor fue 32 mm Pfund. El máximo establecido por Orantes *et al.* (2018) fue 50 mm Pfund. Para esta variedad, Persano-Oddo y Piro (2004) reportaron un rango de 20-45 mm Pfund, con una media de 33 mm Pfund, muy similar al valor obtenido en el presente trabajo. La única muestra de girasol (código Labmiel: 21016) tuvo un valor de 76 mm Pfund, superior al rango 30-65 mm Pfund establecido por Orantes *et al.* (2018) y al publicado por Persano-Oddo y Piro (2004). Ellos obtuvieron un rango de 35-70 mm Pfund, con una media de 52 mm. Para la única muestra de castaño (código Labmiel: 21010) el color fue de 146 mm Pfund, superior a los reportados por Orantes *et al.* (2018) (mínimo en 70 mm Pfund) y por Persano-Oddo y Piro (2004) (56-119 mm Pfund, con una media

de 87 mm Pfund). Con respecto a la variedad brezo (código Labmiel: 21007 y 21012) su valor en ambos casos fue de 150 mm Pfund, superior a la media 99 ± 12 mm Pfund publicada por Persano-Oddo y Piro (2004), y al rango 49-114 mm Pfund establecido por Orantes *et al.* (2018). Dentro de la variedad mielada, en este trabajo se ha especificado mielada de encina, mielada de roble y mielada "otras", con la finalidad de mantener la clasificación que declaró el apicultor en el momento de la entrega de las muestras. Para ellas se obtuvieron los siguientes valores para el color en mm Pfund: mielada de encina (media 130, mínimo 124 y máximo 136); mielada roble (media 146, mínimo 110 y máximo 150); mielada "otras" (146, mínimo 138 y máximo 150). Orantes *et al.* (2018) catalogaron como mielato la miel procedente de encina y roble e indicaron que debe tener un valor mínimo para el color de 90 mm Pfund. Para Persano-Oddo y Piro (2004) la mielada puede ser producida por una amplia variedad de insectos chupadores en diferentes *Coniferae*, como *Abies alba* L. (Europa central y septentrional), *A. cephalonica* Loudon (Grecia), *Picea excelsa* (Lam) Link. (Europa central y septentrional), *Pinus halepensis* Miller y *P. brutia* Ten. (Grecia) y *Latifoliae* (producidas en la mayor parte de Europa, principalmente de diferentes especies de *Quercus*) e indicaron que los principales parámetros fisicoquímicos de las respectivas mieles mostraban valores homogéneos. En el análisis que ellos realizaron obtuvieron para el color una media de 86 mm Pfund y valores mínimo y máximo 55-118 mm Pfund. Los valores obtenidos en el presente trabajo superan los reportados.

La **conductividad eléctrica** junto con el color, la rotación específica, la diastasa, la acidez y el contenido en fructosa y glucosa son considerados los parámetros con mayor poder discriminatorio y por lo tanto poseen gran interés para clasificar los diferentes tipos de miel (Persano-Oddo y Piro, 2004). La conductividad eléctrica es la capacidad de una disolución de miel al 20% de conducir la electricidad, está directamente relacionada con el contenido en sales minerales y por ende con el color. Mielés más oscuras como la mielada tendrán valores de conductividad más altos que las mieles con colores más claros (romero, azahar, cantueso...). Esta tendencia también se observa en el análisis realizado. Las mieles claras como: romero, cantueso y azahar tuvieron valores medios de conductividad menores: 185,4; 193,3 y 266,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y conforme las mieles eran más oscuras: girasol, mielada encina, mielada roble, castaño y brezo llevaron asociados valores medios de conductividad mayores: 394,3; 848,6; 1074,4; 1241,3 y 914,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La legislación española (Real Decreto 1049/2003) señala que las mieles de mielada y de castaño deben tener un valor de conductividad $> 800,0 \mu\text{S}/\text{cm}$ y el resto de las mieles $< 800,0 \mu\text{S}/\text{cm}$ salvo las siguientes excepciones: madroño «*Arbutus unedo*», argaña «*Erica*», eucalipto, tilo «*Tilia* spp.», brezo «*Calluna vulgaris*», manuka o jelly bush «*Leptospermum*», árbol del té «*Melaleuca* spp.». Todas las muestras analizadas cumplían con los estándares que marca la ley, pero si estudiábamos los valores de conductividad en función de la variedad de miel, se observó que los valores obtenidos para el romero (306,3 y 576,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ correspondientes a los códigos Labmiel: 21015 y 21027) superaban los que recoge la literatura científica. Orantes *et al.* (2018) establecieron el límite máximo en 300,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para esta variedad de miel, mientras que Persano-Oddo y Piro (2004) indicaron el rango

80,0-230,0 $\mu\text{S/cm}$ con una media de 150,0 $\mu\text{S/cm}$. Estas dos muestras también presentaron un color oscuro, lo que hace pensar que están mal catalogadas dentro de esta variedad. Por otro lado, dentro de la variedad considerada como bosque (mielato de encina y/o roble) (códigos Labmiel: 21004, 21005, 21017 y 21009) presentaron valores de: 814,3; 840,3; 891,3 y 899,3 $\mu\text{S/cm}$, que, si bien cumplían con la normativa porque eran superiores a 800,0 $\mu\text{S/cm}$, no alcanzaron el valor mínimo de 900,0 $\mu\text{S/cm}$ propio de este tipo de variedad (Orantes *et al.*, 2018). Con respecto a la variedad brezo (*Erica* sp.), Orantes *et al.* (2018) indicaron que la conductividad oscila entre 500,0 y más de 800,0 $\mu\text{S/cm}$ y Persano-Oddo y Piro (2004) apuntaron que según la IHC (Comisión Internacional de la Miel) el rango sería 600,0-900,0 $\mu\text{S/cm}$. La conductividad obtenida fue: 840,3 y 988,3 $\mu\text{S/cm}$ (códigos Labmiel: 21012 y 21007), este último valor es superior a lo publicado.

Respecto a los **azúcares** la legislación española (Real Decreto 1049/2003) determina que la suma de fructosa y glucosa debe ser $\geq 60,0$ g/100 g, y en mieles de mielada $\geq 45,0$ g/100 g. El 100% de las muestras analizadas cumplían la legislación. En este sentido, los resultados de porcentaje de fructosa y glucosa obtenidos en el presente trabajo fueron: mielada roble (58,7%) < cantueso (60,7%) < mielada encina (63,6%) < azahar (65,1%) < brezo (65,8%) < girasol (67,1%) < romero (68,4%) < castaño (70,0%) < mielada otros (75,4%); mientras que los reportados por Persano-Oddo y Piro (2004) en mieles europeas fueron: mielada (58,7%) < cantueso (66,6%) < castaño (68,7%) < azahar (70,1%) < romero (71,5%) < brezo (73,4%) < girasol (76,7%). Se puede observar en el presente trabajo, que exceptuando la miel de castaño y la de mielada, los valores eran menores a los publicados por Persano-Oddo y Piro (2004).

La relación F/G, orienta sobre la tendencia a cristalizar que puede tener una miel, aquellas con una relación F/G menor de 1,14 son las más susceptibles a la granulación (Tosi *et al.*, 2004). Considerando el criterio de que a mayor tendencia a cristalizar menor es el valor del ratio; en el presente estudio, el orden de cristalización sería: girasol (1,00) > cantueso (1,17) > romero (1,21) > azahar (1,26) > mielada de roble (1,37) > brezo (1,43) > castaño (1,44) > mielada encina (1,50) > mielada "otros" (1,57). Estos valores son similares a los reportados por Persano-Oddo y Piro (2004) para las variedades de girasol, cantueso, azahar y castaño: girasol (1,05) > romero (1,16) > cantueso (1,18) > azahar (1,24) > mielada (1,25) > brezo (1,26) > castaño (1,48).

Con el objetivo de evaluar el efecto global de la variedad de miel sobre los parámetros fisicoquímicos de calidad analizados, se aplicó el método estadístico de análisis de componentes principales (PCA) para sintetizar la gran cantidad de información obtenida (figura 2). Los valores del parámetro de HMF no se tuvieron en cuenta en este análisis, ya que se trata de un parámetro que está relacionado con la frescura y no con la variedad. Tampoco se consideraron los valores del contenido en fructosa y glucosa individuales por no ser redundantes. Dos componentes principales explicaron el 71,5% de la variación total de los datos, el PC1 el 50,7% y el PC2 el 20,8%. Las variables de color, conductividad e índice diastásico, muy correlacionadas entre sí, dieron mayor aporte a la construcción del componente PC1 (con los siguientes

valores de pesos: 0,548, 0,542 y 0,461 respectivamente). Por otro lado, las variables que más aportaron en la construcción del componente 2 fueron: el sumatorio de fructosa y glucosa (0,722) y la humedad (-0,633). PC1 discriminó muy bien entre las mieles más oscuras (situadas en los cuadrantes derechos) y las mieles claras localizadas en la parte izquierda del plano.

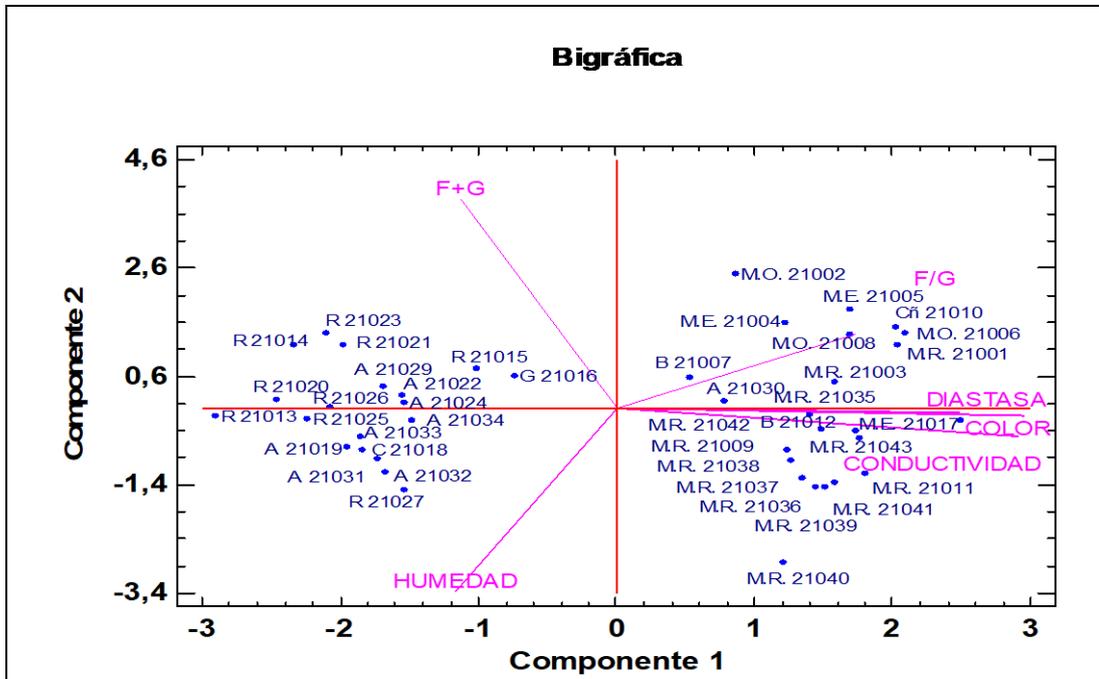


FIGURA 2. Biplot PCA, diagrama de dispersión y gráfica de pesos, de las variables (parámetros fisicoquímicos) y de las muestras de miel: R (romero), A (azahar), C (cantueso), G (girasol), Cñ (castaño), B (brezo), M.E. (mielada encina), M.R. (mielada roble) y M.O. (mielada otros).

Efecto de la procedencia geográfica en los diferentes parámetros fisicoquímicos

No ha sido posible realizar un análisis multivariante considerando de forma conjunta el efecto de la variedad y la procedencia de las muestras en los diferentes parámetros fisicoquímicos estudiados, ya que no todas las variedades tenían en común el origen geográfico. Por ello, solo para aquellas variedades que tuviéramos muestras procedentes de más de una zona geográfica se realizó un análisis ANOVA de un factor para estudiar el efecto de la procedencia geográfica sobre los diferentes parámetros fisicoquímicos. Este análisis se detalla en la tabla 2 donde también se muestra el análisis estadístico descriptivo (media, desviación estándar, valor mínimo y máximo). Se observó que, en general, para los parámetros estudiados fueron muy escasas las diferencias significativas en función del origen geográfico. Las únicas excepciones fueron para la variedad mielada de encina en el sumatorio de fructosa y glucosa, la variedad mielada de roble en los parámetros HMF,

F/G y contenido de fructosa y la variedad de romero para el contenido en fructosa.

TABLA 2. Análisis estadístico descriptivo (media, desviación estándar, valor mínimo y máximo), así como los resultados del análisis ANOVA de los parámetros fisicoquímicos (variables dependientes) para el factor origen geográfico de la miel.

		Romero		Azahar		Mielada (Encina)		Mielada (Roble)	
		Aragón	Cataluña	Cataluña	Murcia	Castilla y León	Extremadura	Extremadura	Galicia
HMF (mg/kg)	Media	22,4	15,8	21,8	27,6	1,1	5,7	3,5	0,7
	(SD)	(14,8)	(6,8)	(6,6)	(26,7)	(0)	(1,8)	(0,9) ^b	(0,5) ^a
	Min	2,2	8,2	14,1	4,3	1,1	4,5	2,4	0,0
	Máx	38,5	21,0	26,0	80,1	1,1	7,0	4,5	1,2
	Razón-F	N.S.		N.S.		N.S.		57,00***	
Índice Diastásico (Unidades Schade) DN	Media	15,4	14,1	17,8	24,5	61,8	28,7	29,2	33,1
	(SD)	(5,7)	(1,6)	(1,2)	(14,9)	(0,0)	(7,6)	(2,3)	(5,6)
	Min	9,5	12,6	16,5	10,7	61,8	23,3	27,1	23,3
	Máx	24,9	15,8	18,8	53,2	61,8	34,1	32,3	40,6
	Razón-F	N.S.		N.S.		N.S.		N.S.	
Humedad (g/100g)	Media	17,1	16,5	17,1	17,4	15,4	14,9	16,6	17,0
	(SD)	(1,4)	(1,1)	(0,6)	(0,9)	(0,0)	(0,6)	(0,7)	(0,8)
	Min	15,6	15,7	16,4	16,1	15,4	14,5	15,9	15,7
	Máx	19,1	17,8	17,7	18,5	15,4	15,3	17,3	18,6
	Razón-F	N.S.		N.S.		N.S.		N.S.	
Color (mm Pfund)	Media	35	21	41	48	124	133	150	144
	(SD)	(16)	(12)	(13)	(17)	(0)	(5)	(0)	(14)
	Min	18	10	29	35	124	129	150	110
	Máx	64	34	55	75	124	136	150	150
	Razón-F	N.S.		N.S.		N.S.		N.S.	
Conductividad (µS/cm)	Media	223,8	108,6	252,0	274,0	891,3	827,3	1000,6	1107,2
	(SD)	(189,4)	(12,5)	(40,5)	(70,9)	(0,0)	(18,4)	(92,0)	(78,2)
	Min	92,3	99,5	219,3	222,3	891,3	814,3	899,3	959,3
	Máx	576,3	122,9	297,3	416,3	891,3	840,3	1112,3	1246,3
	Razón-F	N.S.		N.S.		N.S.		N.S.	
F (g/100g)	Media	36,1	39,6	36,0	36,4	32,0	41,3	37,4	32,3
	(SD)	(1,6) ^a	(1,0) ^b	(2,3)	(1,0)	(0,0)	(1,1)	(4,1) ^b	(3,0) ^a
	Min	33,5	38,5	34,4	35,5	32,0	40,5	32,7	28,8
	Máx	38,0	40,3	38,6	38,0	32,0	42,0	42,3	38,4
	Razón-F	11,62*		N.S.		N.S.		6,35*	
G (g/100g)	Media	31,1	31,0	29,6	28,5	25,0	25,7	23,8	25,3
	(SD)	(2,7)	(2,1)	(1,5)	(1,7)	(0,0)	(1,0)	(2,1)	(1,7)
	Min	28,1	29,6	28,6	26,1	25,0	25,0	21,0	22,4
	Máx	35,3	33,5	31,4	30,5	25,0	26,4	25,9	28,2
	Razón-F	N.S.		N.S.		N.S.		N.S.	
F+G	Media	67,3	70,7	65,6	64,9	57,0	67,0	61,2	57,6
	(SD)	(3,7)	(2,8)	(1,9)	(2,3)	(0,0) ^a	(0,1) ^b	(5,6)	(3,7)
	Min	63,2	68,1	63,7	62,3	57,0	66,9	53,7	51,5
	Máx	73,4	73,6	67,5	67,6	57,0	67,0	66,2	63,7
	Razón-F	N.S.		N.S.		13200,33**		N.S.	
F/G	Media	1,17	1,28	1,22	1,28	1,28	1,61	1,57	1,28
	(SD)	(0,09)	(0,07)	(0,12)	(0,07)	(0,00)	(0,11)	(0,14) ^b	(0,14) ^a
	Min	1,08	1,22	1,10	1,17	1,28	1,53	1,47	1,08
	Máx	1,33	1,34	1,34	1,39	1,28	1,68	1,78	1,52
	Razón-F	N.S.		N.S.		N.S.		12,51**	

Para cada variable dependiente dentro de una misma variedad, las diferentes letras indican grupos homogéneos entre los que hay diferencias significativas a un nivel de confianza del 95% basándonos en el test LSD *p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001. N.S.: No hay diferencias significativas.

CONCLUSIONES

La variedad de miel influye significativamente en todos los parámetros fisicoquímicos analizados, siendo el color y la conductividad los más afectados, con valores altos en las variedades de castaño, brezo y mielada y bajos para romero, azahar y cantueso. Este mismo comportamiento se observó para el índice diastásico ya que, como se ha demostrado, este parámetro está correlacionado con los dos anteriores.

Por el contrario, el origen geográfico (estimado únicamente para aquellas variedades que procedían de varias regiones) con muy pocas excepciones no fue significativo.

En general, atendiendo al HMF y al índice diastásico, las muestras de mayor calidad fueron las procedentes de Galicia, Castilla y León y Extremadura. Por el contrario, las de Aragón, Cataluña y Murcia mostraron menor frescura.

Con relación a la humedad, diastasa, conductividad eléctrica y suma de fructosa y glucosa, en general, las muestras cumplían con la legislación nacional. Las únicas excepciones fueron para el HMF, en una muestra de azahar (que duplicó el valor permitido) y en tres de romero que se aproximaron a este valor, lo que las haría comercialmente no admisibles. Esta situación se podría atribuir a malas prácticas apícolas o también al tiempo y modo de conservación sufrido por las mieles desde la entrega por el apicultor hasta su análisis. Además, hay que considerar que el periodo 2020/2021 ha estado enmarcado en una situación pandémica que ha conllevado retrasos en las tareas de muestreo y análisis.

Es evidente la necesidad de capacitar al apicultor para que sea consciente de que sus propias prácticas apícolas pueden ser determinantes en la calidad de la miel que produce. Además, también tiene que ser conocedor de que a nivel analítico van a quedar patentes sus malas prácticas. En este sentido, niveles altos de HMF y bajos índices diastásicos reflejan pérdida de frescura (por haber transcurrido mucho tiempo desde su cosecha o haberla almacenado a temperaturas altas); un contenido alto de humedad puede deberse a que se haya cosechado la miel antes de su maduración; y finalmente una pérdida de monofloralidad puede ser causada porque el acopio no se realice adecuadamente (mezcla zonas/cosechas). Este hecho, queda reflejado en algunas de las muestras de este estudio, ya que el tipo de miel monofloral declarada por el apicultor, no se corresponde con los criterios establecidos de determinados parámetros fisicoquímicos para dicha variedad.

AGRADECIMIENTOS

El presente Trabajo final de Máster se ha realizado en el contexto del Proyecto PID2019-106800RB-I00 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y la Agencia Estatal de investigación, en el marco de los programas estatales de generación de conocimiento y fortalecimiento científico y tecnológico del SISTEMA de I+D+i ORIENTADA A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD, convocatoria 2019.

REFERENCIAS

- Accorti, M., Piazza, M. G., & Persano Oddo, L. (1987). La conductividad eléctrica y el contenido en cenizas de la miel. *Apiacta*, 22, 19-20.
- Ballesteros, E. P., Riveros, A. C., & Acuña, F. R. T. (2019). Determinantes fisicoquímicos de la calidad de la miel: una revisión bibliográfica. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 16(83).
- B.O.E. (BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO), (2018). Convenio con el Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo de la Universidad Politécnica de Valencia, para la caracterización de las principales mieles monoflorales españolas, nº 150: 63347-63353, Madrid, España [en línea]. Dirección URL:<<https://www.boe.es/boe/dias/2018/06/21/pdfs/BOE-A-2018-8493.pdf>> [Consultado: 21/04/2021].
- Bogdanov, S. (2009). Harmonized methods of the International Honey Commission [en línea]. Dirección URL:<<https://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf>> [Consultado: 23/04/2021].
- Codex Alimentarius (2001). Norma para la miel. CODEX Stan 12-1981 [en línea]. Dirección URL:<www.fao.org/input/download/standards/310/cxs_012s.pdf> [Consultado: 24/04/2021].
- Elbanna, K., Attalla, K., Elbadry, M., Abdeltawab, A., Gamal-Eldin, H., & Ramadan, M. F. (2014). Impact of floral sources and processing on the antimicrobial activities of different unifloral honeys. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4(3), 194-200.
- Juan-Borrás, M. (2016). Herramientas analíticas en la clasificación de mieles en base a criterios de calidad e inocuidad. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Karabournioti, S., Thrasyvoulou, A., & Eleftheriou, E. P. (2006). A model for predicting geographic origin of honey from the same floral source. *Journal of apicultural research*, 45(3), 117-124.
- López Candell, A. (2015). Caracterización fisicoquímica de mieles de espliego y tomillo de la Comunidad Valenciana.
- Machado De-Melo, A. A., Almeida-Muradian, L. B. D., Sancho, M. T., & Pascual-Maté, A. (2018). Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. *Journal of Apicultural Research*, 57(1), 5-37.
- Manzanares, A. B., García, Z. H., Galdón, B. R., Rodríguez-Rodríguez, E. M., & Romero, C. D. (2017). Physicochemical characteristics and pollen spectrum of monofloral honeys from Tenerife, Spain. *Food Chemistry*, 228, 441-446.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), (2021) [en línea]. El Sector Apícola en cifras. Principales indicadores económicos (Septiembre, 2020) [en línea]. Dirección URL:<https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/indicadoreseconomicossectordelamiel2019_tcm30-419675.pdf> [Consultado: 01/05/2021].
- Missio, P., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Oliveira, A. C., & Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309-323.
- Orantes, J., Gonell, F., Torres, C., & Gómez-Pajuelo, A. (2018). "Guía de mieles monoflorales Ibéricas".
- Organización de consumidores y usuarios (OCU) ¿Cómo elegir la miel? [en línea]. Dirección URL:<<https://www.ocu.org/alimentacion/alimentos/guia-de-compra/guia-de-compra-de-miel>> [Consultado: 24/04/2021].
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020 CA4657ES/1/04.2 Miel [en línea]. Dirección URL:<<http://www.fao.org/3/ca4657es/CA4657ES.pdf>> [Consultado: 24/04/2021].
- Periago, M. J., Navarro-González, I., Alaminos, A. B., Elvira-Torales, L. I., & García-Alonso, F. J. (2016). Parámetros de calidad en mieles de diferentes orígenes botánicos producidas en la alpujarra granadina. In *Anales de Veterinaria de Murcia* (Vol. 32, pp. 59-71). Servicio de Publicaciones, Universidad de Murcia.
- Persano-Oddo, L., & Piro, R. (2004). Main European unifloral honeys: Descriptive sheets. *Apidologie*, 35, 38–81.
- Pospiech, M., Ljasovská, S., Titěra, D., Kružík, V., Javůrková, Z., & Tremlová, B. (2020). Pollen diversity in honeys of the Czech Republic in the 2019 season. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 1115-1123.

- Real Decreto 1049/2003, de 1 de agosto, por el que se aprueba la Norma de calidad relativa a la miel. *Boletín Oficial del Estado* (186).
- Real Decreto 523/2020, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 1049/2003, de 1 de agosto, por el que se aprueba la Norma de calidad relativa a la miel.
- Silva, L. R., Sousa, A., & Taveira, M. (2017). Characterization of Portuguese honey from Castelo Branco region according to their pollen spectrum, physicochemical characteristics and mineral contents. *Journal of food science and technology*, 54(8), 2551-2561.
- Tosi, E. A., Ré, E., Lucero, H., & Bulacio, L. (2004). Effect of honey high-temperature short-time heating on parameters related to quality, crystallisation phenomena and fungal inhibition. *LWT-Food Science and Technology*, 37(6), 669-678.
- Unión Europea, 2002. "Council Directive 2001/110 relating to honey," Official Journal of the European Communities, L10, pp. 47–52.
- Visquert, M. (2015). Influencia de las condiciones térmicas en la calidad de la miel. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

ANEXO

TABLA 1. Relación de códigos (proporcionados por el Ministerio y codificados en LABMIEL) de las diferentes muestras analizadas en el presente estudio, así como la variedad declarada por el apicultor en el momento de la entrega y su procedencia geográfica.

Código LabMiel	Código Ministerio	Variedad declarada	Origen geográfico
I-21001	20_01124	Mielada (Roble)	Extremadura
I-21002	20_01125	Mielada (Otros)	Extremadura
I-21003	20_01126	Mielada (Roble)	Extremadura
I-21004	20_01127	Mielada (Encina)	Extremadura
I-21005	20_01128	Mielada (Encina)	Extremadura
I-21006	20_01129	Mielada (Otros)	Extremadura
I-21007	20_01130	Brezo	Extremadura
I-21008	20_01131	Mielada (Otros)	Extremadura
I-21009	20_01132	Mielada (Roble)	Extremadura
I-21010	20_01133	Castaño	Extremadura
I-21011	20_01134	Mielada (Roble)	Extremadura
I-21012	20_01135	Brezo	Extremadura
I-21013	20_03928	Romero	Aragón
I-21014	20_03956	Romero	Aragón
I-21015	20_03957	Romero	Aragón
I-21016	20_04037	Girasol	Castilla y León
I-21017	20_04038	Mielada (Encina)	Castilla y León
I-21018	20_04039	Cantueso	Castilla y León
I-21019	20_04175	Azahar	Cataluña
I-21020	20_04176	Romero	Cataluña
I-21021	20_04177	Romero	Cataluña
I-21022	20_04178	Azahar	Cataluña
I-21023	20_04179	Romero	Cataluña
I-21024	20_04180	Azahar	Cataluña
I-21025	20_04306	Romero	Aragón
I-21026	20_04307	Romero	Aragón
I-21027	20_04308	Romero	Aragón
I-21029	20_04504	Azahar	Murcia
I-21030	20_04505	Azahar	Murcia
I-21031	20_04506	Azahar	Murcia
I-21032	20_04507	Azahar	Murcia
I-21033	20_04508	Azahar	Murcia
I-21034	20_04509	Azahar	Murcia
I-21035	20_05099	Mielada (Roble)	Galicia
I-21036	20_05100	Mielada (Roble)	Galicia
I-21037	20_05101	Mielada (Roble)	Galicia
I-21038	20_05102	Mielada (Roble)	Galicia
I-21039	20_05103	Mielada (Roble)	Galicia
I-21040	20_05104	Mielada (Roble)	Galicia
I-21041	20_05105	Mielada (Roble)	Galicia
I-21042	20_05106	Mielada (Roble)	Galicia
I-21043	20_05107	Mielada (Roble)	Galicia