



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Evaluación de la calidad de muestras de mieles aragonesas

Quality evaluation of aragonese honey samples

Autor/es

Laura García Martín

Director/es

Consuelo Pérez Arquillué
Susana Bayarri Fernández

Facultad de Veterinaria
2019

ÍNDICE

1. Resumen	3
1.1. Resumen	3
1.2. Abstract	3
2. Introducción	4
2.1. Origen de la miel y composición	4
2.2. Producción y comercialización	7
2.3. Calidad de la miel	8
2.4. Calidad diferenciada	17
3. Justificación y objetivos	18
3.1. Justificación	18
3.2. Objetivos	18
4. Metodología	18
4.1. Revisión bibliográfica	18
4.2. Análisis experimental	19
4.2.1. Muestras analizadas	19
4.2.2. Determinación de la acidez libre, lactónica y total	20
4.2.3. Determinación de la humedad	21
4.2.4. Determinación de la conductividad eléctrica	21
4.2.5. Determinación de los sólidos insolubles	21
4.2.6. Determinación del color	22
5. Resultados y discusión	22
5.1. Mieles españolas con marca de calidad diferenciada	22
5.1.1. Mieles con denominación de origen protegida (D.O.P.) e indicación geográfica protegida (I.G.P)	22
5.1.2. Marca C'aliar para la miel de Aragón	28
5.2. Análisis experimental	28
5.2.1. Resultados de la acidez libre, lactónica y total	29
5.2.2. Resultados de la humedad	30
5.2.3. Resultados de la conductividad eléctrica y de los sólidos insolubles en agua	30
5.2.5. Determinación del color	31
5.3. Discusión	32
6. Conclusiones	34
6.1. Conclusiones	34
6.2. Conclusions	34
7. Valoración personal	35
8. Bibliografía	36

1. Resumen

1.1. Resumen

Hoy en día existe una creciente demanda por parte de los consumidores hacia productos de calidad, constatando que con la certificación de determinadas producciones agroalimentarias, se garantiza esta nueva dinámica social. Las Denominaciones de Origen Protegidas (DOP), las Indicaciones Geográficas Protegidas (IGP), así como las Marcas de Calidad alimentaria, constituyen el sistema utilizado en nuestro país para el reconocimiento de una calidad diferenciada, consecuencia de características propias y diferenciales basadas en factores ambientales, territoriales y culturales. En base a una revisión bibliográfica, además de abordar las características bromatológicas la miel, hemos estudiado las peculiaridades esenciales de este alimento con DOP, IGP así como la Marca C'aliál para la miel de Aragón. Por otra parte, hemos realizado un análisis en laboratorio sobre muestras de mieles crudas aragonesas determinado los siguientes parámetros fisicoquímicos: pH, acidez libre, acidez láctica y acidez total, humedad, conductividad eléctrica, sólidos insolubles y color. Hemos aplicado la normativa española en cuanto a los métodos oficiales para el análisis de la miel (excepto para el color), y así mismo hemos evaluado los resultados obtenidos de acuerdo a la norma de calidad. Las muestras analizadas eran de colores claros, procedentes de néctar de flores, se hallaban en buen estado de frescura y maduración y contaban con un adecuado grado de limpieza. Todas cumplían los requisitos exigidos en nuestra legislación sobre la norma de calidad para la miel.

1.2. Abstract

Currently there is a growing demand from consumers for quality products, noting that with the certification of certain agri-food products, this new social dynamic is guaranteed. Protected Designations of Origin (PDO), Protected Geographical Indications (PGI) and Food Quality Marks are the system used in our country for the recognition of a differentiated quality, a consequence of their own characteristics and differentials based on environmental, territorial and cultural factors. Based on a literature review, in addition to addressing the bromatological characteristics of honey, we have studied the essential peculiarities of this food with PDO, PGI as well as the C'aliál Mark for honey of Aragon. Moreover, we have carried out a laboratory analysis on samples of aragonesese raw honeys determined the following physico-chemical parameters: pH, free acidity, lactic acidity and total acidity, moisture content, electrical conductivity, insoluble solids and color. We have applied the Spanish regulations regarding the official methods for the analysis of honey

(except for colour), and we have also evaluated the results obtained according to the quality standard. The samples analysed were light-coloured, from flower nectar. They were in a good state of freshness and ripening and had an adequate degree of cleanliness. They all met the requirements of our legislation on the quality standard for honey.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Origen de la miel y composición

El consumo de la miel se remonta a la prehistoria, concretamente al Paleolítico, sin embargo la apicultura es posterior y data de la época neolítica (Jean-Prost et al, 2010). La apicultura se define como la técnica de criar y sacar provecho de las abejas. Las abejas son muy importantes para el medio ambiente y para la economía. Se estima que los polinizadores, incluyendo a las abejas productoras de miel, contribuyen aproximadamente 22 billones de euros en la industria agrícola europea.

Según la norma de calidad de este alimento (Real Decreto 1049/2003), se define la miel como la sustancia natural producida por la abeja *Apis mellifera* del néctar de plantas o de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos chupadores presentes en las partes vivas de las plantas, que las abejas recolectan, transforman combinándolas con sustancias específicas propias, depositan, deshidratan, almacenan y dejan en colmenas para que madure.

Según este Real Decreto, la miel se puede clasificar atendiendo a varios criterios: según su origen, según su elaboración o presentación y miel para uso industrial.

- Según su origen encontramos dos tipos de miel:
 - Miel de flores o miel de néctar: es la miel que procede del néctar de las plantas.
 - Miel de mielada: es la miel que procede en su mayor parte de excreciones de insectos chupadores de plantas (hemípteros) presentes en las partes vivas de las plantas o de secreciones de las partes vivas de las plantas.
- Según su elaboración o su presentación encontramos seis tipos de miel:
 - Miel en panal: es la miel depositada por las abejas en los alvéolos operculados de panales recientemente contruidos por ellas, o en finas hojas de cera con forma de panal realizadas únicamente con cera de abeja, sin larvas y vendida en panales, enteros o no.
 - Miel con trozos de panal o panal cortado en miel: es el miel que contiene uno o más trozos de miel en panal.

- Miel escurrida: es la miel que se obtiene mediante el escurrido de los panales desoperculados, sin larvas.
- Miel centrifugada: es la miel que se obtiene mediante la centrifugación de los panales desoperculados, sin larvas.
- Miel prensada: es la miel obtenida mediante la compresión de los panales, sin larvas, con o sin aplicación de calor moderado, de hasta un máximo de 45°C.
- Miel filtrada: es la miel que se obtiene eliminando materia orgánica ajena a la miel de manera tal que se genere una importante eliminación de polen.
- Miel para uso industrial: es la miel apropiada para usos industriales o para su utilización como ingrediente de otros productos alimenticios que se elaboran ulteriormente, que puede:
 - Presentar un sabor o un olor extraños, o
 - haber comenzado a fermentar o haber fermentado,
 - o haberse sobrecalentado.

En cuanto a las características de la composición de la miel, está compuesta esencialmente de diferentes azúcares, sobre todo de fructosa y glucosa. La composición química de la miel puede variar según una serie de factores que son: las especies vegetales, la naturaleza del suelo, la raza de las abejas y el estado fisiológico de la colonia (Jean-Prost et al, 2010). A grandes rasgos, se puede decir que la miel es una solución concentrada de azúcar invertido, la cual tiene aproximadamente: 80% de hidratos de carbono, 17% de agua y 3% de sustancias diversas. Entre las sustancias diversas cabe destacar: sustancias nitrogenadas, como lo son las enzimas y los aminoácidos; ácidos orgánicos, minerales, sustancias aromáticas, pigmentos, cera, granos de polen, etc. Actualmente se encuentran identificadas más de 200 sustancias en la miel. En la Tabla 1 aparece la composición físico-química de la miel.

Tabla 1: Composición físico-química de la miel (Jean-Prost et al, 2010)

Componente	Valor medio	Valores extremos
Agua (%)	17,2	13,4 – 22,9
Fructosa (%)	38,2	30,9 – 44,3
Glucosa (%)	31,3	22,0 – 40,8
Sacarosa (%)	1,3	0,3 – 7,6
Maltosa (%)	7,3	2,7 – 16,0
Otros azúcares (%)	3,1	0 – 13,2

Oligosacáridos (%)	1,5	0,1 – 8,5
Nitrógeno (%)	0,04	0,03 – 0,13
Proteínas (%)	0,17	0,06 – 0,6
Minerales (cenizas) (%)	0,17	0,02 – 1,03
Ácidos libres (mEq/kg)	22	6,8 – 47,2
Lactonas (mEq/kg)	7,1	0 – 18,8
Ácidos totales (%)	29,1	8,7 – 59,5
pH	3,9	3,4 – 6,1
Índice de diastasa (I.D.)	20,8	2,1 – 61,1

Otra de las características de la miel es su color, el cual puede presentar desde un tono casi incoloro a un tono pardo oscuro. Además, la miel puede tener una consistencia fluida, espesa o cristalizada (en parte o en su totalidad). El sabor y el aroma pueden variar, pero se derivan del origen vegetal.

Cuando se comercializa la miel como tal no se le podrá añadir ningún ingrediente alimentario, incluidos los aditivos alimentarios, ni ninguna otra sustancia aparte de miel, y debe estar exenta, en la medida de lo posible, de materia orgánicas e inorgánicas ajenas a su composición y no debe tener un gusto o un olor extraños ni haber comenzado a fermentar.

Tampoco se podrá retirar de la miel el polen ni ningún otro de los componentes específicos, excepto cuando resulte inevitable en el proceso de eliminación de materia orgánica o inorgánica ajena a ella. La miel la producen las abejas transformando el néctar y mielato que obtienen de las flores y de otras partes vegetales. Esta transformación se debe a la inversión de aproximadamente $\frac{3}{4}$ partes de la sacarosa debido a la acción de la enzima sacarasa que se encuentra en la saliva de las abejas. El resultado de esta inversión de sacarosa es una mezcla de glucosa y fructosa. Cabe destacar que la enzima sacarasa continúa actuando a lo largo de la vida útil de la miel si no se realiza un tratamiento térmico; por lo tanto, con el envejecimiento el nivel de sacarosa irá disminuyendo cada vez más, lo cual sirve de indicador de calidad.

Las principales etapas del procesado de la miel son: extracción de la miel del panal, purificación, maduración, pasteurización y envasado. La extracción de la miel del panal se realiza mediante centrifugación. La purificación se realiza mediante filtración para eliminar los fragmentos de cera, restos de abejas y otras impurezas; posteriormente se realiza una maduración a temperatura inferior a 35 °C en la cual la miel permanece en reposo absoluto entre 2 y 15 días. Durante esta maduración lo que se consigue es la separación de impurezas por diferencia de densidad y de burbujas de aire que estén ocluidas en la miel, ya que estas pueden actuar como núcleos de cristalización. La siguiente etapa es la pasteurización (esta etapa no se realiza siempre), mediante un calentamiento a

71°C durante 1-2 minutos consiguiéndose la inactivación de levaduras además de fundir los cristales de glucosa. Por último está el envasado, que se realiza en recipientes de cristal o de plástico. La vida útil de este producto es de 2 años.

2.2. Producción y comercialización

Según la FAO la producción mundial de miel en el año 2017 fue de 1.860.712 toneladas. A nivel mundial, el continente que más miel produce es Asia con 913.178 toneladas, seguido por Europa (386.602 toneladas), América (333.630 toneladas), África (198.959 toneladas) y Oceanía (28.343 toneladas).

A nivel europeo los países que más miel producen son: Ucrania (66.231 toneladas), Federación Rusa (65.678 toneladas), España (29.393 toneladas), Rumania (24.611 toneladas), Hungría (23.710 toneladas), Alemania (20.392 toneladas), Grecia (18.000 toneladas), Polonia (17.089 toneladas), Francia (12.393 toneladas), Bulgaria (11.807 toneladas) y Portugal (10.756 toneladas).

El sector apícola en España, según la información del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, supone alrededor del 0,44% de la Producción Final Ganadera, con un valor anual de su producción (miel, cera y polen) estimado en unos 62 millones de euros. En los últimos años este sector ha mantenido un crecimiento constante. España destaca por su censo de colmenas, que supone aproximadamente el 16% de las colmenas en la UE. A nivel español, la mayor parte de la producción se concentra en las Comunidades Autónomas de Extremadura, Andalucía, Castilla y León y la Comunidad Valenciana.

Actualmente, (MAPA, 2019), China se encuentra como principal proveedor a España de mieles procedentes de países terceros. Otros países de los cuales se importa miel son: Argentina, Ucrania y Uruguay. Las exportaciones de miel han ido incrementando gradualmente. Los principales destinatarios de la miel exportada son: Alemania, Francia, Italia y Portugal.

El número de apicultores en España es de 32845, de lo que más del 18% son profesionales, es decir, sus explotaciones cuentan con más de 150 colmenas (datos 2019). En cuanto al censo de colmenas, en marzo de 2019 se registraron 2961353 colmenas, perteneciendo el 80% a apicultores profesionales. Aragón cuenta con el 4% del censo total de colmenas en España, y el 5,1% del número total de explotaciones apícolas. La producción de miel en Aragón en 2017 fue de 820,4 toneladas.

Actualmente, según la información del Gobierno de Aragón relativa al año 2019, en Aragón hay censadas 1219 explotaciones apícolas, con un total de 104082 colmenas. La mayoría de las

explotaciones, el 68%, son familiares y engloban el 30% del censo y representan el 10% de la producción total de miel en Aragón.

Las mieles que podemos encontrar en España las podemos clasificar en tres tipos: monoflorales, multiflorales y de mielada, es decir, se clasifican según su origen botánico (Gil Hernández y Ruiz López, 2010).

- Miel monoflorales: aquellas mieles en las que el polen que las caracterizan supone como mínimo un 45% del sedimento para la mayoría de las mieles. En España podemos encontrar principalmente 8 mieles monoflorales: azahar, biércol, brezo, castaño, espliego, eucalipto, girasol y romero.
- Miel multiflorales: este tipo de mieles proceden también del néctar de flores, pero en este caso no predomina un tipo de polen en concreto sobre los demás. Hay una gran variedad de mieles multiflorales y algunas de ellas presentan denominación de origen, como son: miel de Galicia, miel de Villuerca-Ibores, miel de La Alcarria y miel del País Vasco.
- Miel de mielada: en España es más frecuente encontrar miel mielada procedente de la encina, aunque también podemos encontrar miel mielada procedente del roble.

2.3. Calidad en la miel

La calidad de la miel se puede definir desde diferentes puntos de vista: calidad nutricional, calidad higiénica, calidad comercial, calidad sensorial, calidad de uso, calidad psicosocial y calidad ambiental (Díaz, 2009).

Calidad nutricional

La calidad nutricional se determina por la cantidad de macro y micronutrientes en la composición del producto teniendo como objetivo definir la capacidad que tiene el alimento para satisfacer las necesidades nutricionales de consumidor (Díaz, 2009). Los principales nutrientes de la miel, de acuerdo a Jean-Prost et al. (2010) se detallan a continuación.

Los hidratos de carbono suponen entre el 80% y el 82% del contenido total de miel. Estos hidratos de carbono se clasifican en cuatro grupos: monosacáridos, disacáridos, trisacáridos y otros oligosacáridos; representan en el contenido total de hidratos de carbono un 70%, 9% y 1,5% respectivamente. Los monosacáridos son los hidratos de carbono predominantes y son principalmente glucosa y fructosa. En la miel siempre se va a encontrar la fructosa (38%) en proporciones mayores que la glucosa (31%). En cuanto a los disacáridos, se encuentran de forma

numerosa en la miel, destacando entre todos la maltosa, que es el disacárido más abundante (7%), y la sacarosa (1-3%). En menor proporción también se pueden encontrar otros disacáridos como: trehalosa, isomaltosa, turanosa, etc.

Los azúcares de la miel van evolucionando a lo largo del tiempo, es decir, desde el néctar/mielada hasta la miel madura. Los monosacáridos que encontramos en la miel son el resultado de la degradación de la sacarosa debido a la acción del enzima invertasa. Además, durante el envejecimiento de la miel, la concentración de glucosa y fructosa disminuye y aumenta la de oligosacáridos. Por otro lado, la acidez que presenta la miel facilita la reversión de los azúcares de forma que se forman disacáridos y oligosacáridos a partir de los monosacáridos.

Para la comercialización de la miel están establecidos valores máximos y mínimos de azúcares, de forma que se puede asegurar la autenticidad del producto. Según la reglamentación vigente (Real Decreto 1049/2003), la suma de los contenidos de glucosa y de fructosa en miel de flores debe ser igual o mayor al 60%; en el caso de la miel de mielada o su mezcla con flores la suma debe ser igual o superior al 45%.

El análisis del contenido de azúcar en la miel es importante ya que nos permite determinar si una miel ha sufrido alguna adulteración.

El agua es el segundo componente de la miel que se encuentra en mayor proporción. Este contenido de agua puede variar según factores climáticos, botánicos y edáficos; además el contenido de agua también depende del grado de madurez, es decir, del momento de extracción. Habitualmente, el contenido de agua en la miel es de 17-18%, aunque se pueden presentar valores entre 14 y 25%. Es importante tener en cuenta que la miel es un alimento con una gran tendencia a captar agua si se encuentra en un ambiente con una humedad relativa superior al 60%; esto hace que el contenido del agua en la miel varíe si no se almacena esta adecuadamente. El contenido de agua en la miel es muy importante ya que si es elevado se pueden originar fenómenos de fermentación y además favorecer el pardeamiento químico.

El contenido de compuestos nitrogenados en la miel presenta un valor medio de 0,04%. Los principales constituyentes de los compuestos nitrogenados son las proteínas, que incluyen a las enzimas y a los aminoácidos.

- Enzimas: este compuesto nitrogenado es aportado tanto por los insectos (diastasas, invertasa y glucosa oxidasa) como por las plantas (catalasa y fosfatasa ácida). Estas enzimas es una de las características de la miel que la diferencia de otros edulcorantes.
- Proteínas: suponen un 0,2% del contenido total en la miel. Al igual que las enzimas, las proteínas tienen procedencia tanto de insectos como de plantas.
- Aminoácidos: el valor de su contenido medio en la miel es de 0,1%, aunque ese componente

puede presentar valores muy variables. Se han llegado a determinar 20 aminoácidos, siendo la prolina el aminoácido mayoritario ya que se presenta en un 30% del total de aminoácidos, aunque puede llegar a alcanzar proporciones del 80%.

Otro de los componentes de la miel son los ácidos orgánicos. Suponen aproximadamente un 0,6% del total. El ácido orgánico mayoritario en la miel es el ácido glucónico y se presenta en un 70-80% de los ácidos totales. También podemos encontrar otros ácidos como: acético, cítrico, láctico, málico, oxálico, succínico, fórmico y butírico. Estos ácidos orgánicos tienen un papel importante en el valor del pH de la miel, el cual es de 3,3-4,6 en el caso de mieles florales y de 5,5 para mieles de mielato. Además del pH, los ácidos orgánicos también tienen su papel en la estabilidad microbiológica de la miel y además influyen en su aroma. Sin embargo, un contenido elevado de estos ácidos indicaría la alteración del producto debido a una fermentación.

El último de los componentes principales en la miel son las sustancias minerales, que suponen un porcentaje muy bajo, de entre 0,05 y 1,5%. Existe una gran variabilidad en el contenido de sustancias minerales ya que van a depender del origen botánico, las condiciones edáfico-climáticas y las técnicas de extracción. De entre todas las sustancias minerales, la predominante es el potasio, que supone más del 30% de las cenizas totales, seguido por el calcio, el magnesio y el sodio.

Por último, las mieles tienen otros componentes que se presentan en muy pequeñas cantidades. Estos componentes son: vitaminas, lípidos y compuestos aromáticos..

- **Vitaminas:** la miel es un alimento muy pobre en vitaminas. La vitamina predominante es la vitamina C, sobre todo en mieles procedentes de la menta acuática y el tomillo. También podemos encontrar otras vitaminas como: piridoxina, riboflavina, tiamina y, en algunas ocasiones, niacina, ácido pantoténico y ácido fólico.
- **Lípidos:** la miel, además de ser pobre en vitaminas, también es pobre en lípidos. Los lípidos que se han encontrado en ella son el ácido palmítico y el oleico. Los lípidos provienen de micropartículas de cera, cuando se ha realizado un desoperculado inadecuado, que no se pueden eliminar mediante la filtración o decantación debido a su pequeño tamaño.
- **Compuestos aromáticos:** son los principales responsables del aroma y del sabor característicos de cada miel. Se ha llegado a aislar más de 500 compuestos, los cuales están constituidos principalmente por: ácidos alifáticos y aromáticos, aldehídos, cetonas y alcoholes.
- **Compuestos fenólicos:** estos compuestos son los responsables del color de la miel, junto con los componentes que son resultado de las reacciones de pardeamiento no enzimático. Además, estos compuestos fenólicos también presentan otras propiedades como: actividad

antiséptica, antiinflamatoria y antioxidante. Dentro de estos compuestos podemos diferenciar tres grupos: ácido benzoico y derivados, ácido cinámico y derivados, y flavonoides.

En la miel también podemos encontrar otros componentes, como el polen, cuyos granos son transportados junto con el néctar por la abejas y aunque su proporción en la miel es pequeña, son de gran utilidad para diferenciar mieles según su origen botánico y también permite clasificarlas en un determinado tipo floral mediante un análisis melisopolinológico a través del cual se ve si la miel presenta la cantidad mínima de polen establecida para ser denominada de un tipo floral en concreto. Nutricionalmente hablando, la miel es un alimento principalmente hidrocarbonado ya que tiene una gran proporción de azúcares sencillos y digeribles. Debido a esto, la miel proporciona un valor medio de 304 kcal/100 g, aunque este valor puede variar entre 280-320 kcal/100 g.

El poder edulcorante de la miel es 1,2 a 1,3 veces más elevado que el de la sacarosa debido al azúcar fructosa. Además, la miel presenta un índice glucémico muy variable debido por las proporciones de glucosa y fructosa.

La proporción de proteínas es muy pequeña, de 0,2%, y de los aminoácidos libres que encontramos el mayoritario es la prolina, el cual no es esencial. El contenido de minerales también es bajo, de 0,17, y se destacan el potasio, el calcio, el sodio y el magnesio. Desde el punto de vista nutricional cabe destacar que el contenido de cromo, manganeso y selenio en la miel puede cubrir una proporción elevada de los requerimientos diarios, especialmente en niños y adolescentes. Debido al bajo contenido en aminoácidos esenciales, elementos minerales, vitaminas y lípidos, la miel es un alimento que, aunque sea consumido en cantidades elevadas, sólo llega a cubrir una proporción muy pequeña del total de nutrientes esenciales.

Por otro lado, la miel contiene una serie de sustancias fitoquímicas que la diferencian de otros edulcorantes ya que le atribuyen un valor adicional. Estas sustancias fitoquímicas, en su mayoría, son antioxidantes enzimáticos y químicos. Las sustancias que son antioxidantes enzimáticos son la catalasa, glucosa oxidasa y peroxidasas; los antioxidantes químicos son los ácidos fenólicos y flavonoides. También se ha confirmado el efecto antiinflamatorio de la miel tras una ingestión de 70 g de este alimento. Refiriéndonos concretamente a la capacidad antioxidante de la miel, esta es muy variable.

Por último, también se ha comprobado que los polisacáridos que componen la miel poseen un efecto prebiótico, consiguiendo un aumento de las poblaciones intestinales de bifidobacterias y lactobacilos. El índice prebiótico de la miel se encuentra entre 3,38 y 4,24.

El consumo medio de miel en España en 2018 es de 400 g/per cápita.

Calidad higiénica

La miel es un alimento seguro higiénicamente, pero puede presentar una calidad inferior debido a una manipulación y unos tratamientos sanitarios inadecuados.

El principal peligro biológico que presenta la miel es la presencia de esporas de *C. botulinum*. También puede haber presencia de contaminación química, la cual se relaciona con residuos de pesticidas, antibióticos, metales pesados, dioxinas, bifenilos policlorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos y radionúclidos.

La flora bacteriana propia de la miel consisten en bacterias, mohos y levaduras que provienen de las propias abejas o del entorno; de esta forma puede suceder una contaminación de la miel en el proceso de extracción y manipulación. Mayoritariamente, los microorganismos que se pueden encontrar pertenecen al género *Bacillus*, normalmente en forma esporulada. La presencia de levaduras en la miel supone un riesgo de fermentación si se presentan en niveles superiores a 100 levaduras / g en las condiciones de un contenido en humedad superior a 20% y a una temperatura de almacenamiento entorno a los 25°C (Díaz, 2009).

Para destruir las esporas de tanto *Bacillus* como *Clostridium botulinum* es necesario alcanzar temperaturas mayores a 100°C. Sin embargo, estas temperaturas no se pueden aplicar a la miel debido a que se produciría su caramelización además del deterioro de sus características organolépticas. Habitualmente se emplea la filtración y la centrifugación para procesar la miel, pero estos métodos no se pueden realizar por completo ya que se elimina el polen y no se puede llevar a cabo la posterior identificación floral de la miel; debido a esto las esporas pueden llegar a la miel comercializada, aunque no se produce la toxina (Jean-Prost et al, 2010).

Para que el producto no genere ningún riesgo sanitario para los consumidores, se debe realizar un estudio de los puntos críticos de las siguientes etapas del proceso de obtención de la miel: extracción, tratamiento y envasado de la miel. Una vez realizado este estudio, cuyo objetivo es conocer los principales riesgos asociados a cada etapa, se toman las medidas preventivas necesarias para asegurar la calidad del producto final. La principal causa de la presencia de contaminación en la miel es la incorrecta manipulación de la misma, el uso de material no desinfectado, locales no apropiados y sucios, factores climáticos (viento, insolación, temperaturas elevadas) y ambientales (contaminación agrícola y/o industrial, agua y suelo contaminados, presencia de insectos y otras plagas, etc.).

Durante las etapas de extracción, almacenamiento y venta es importante evitar procesos no deseados, como la fermentación, que conllevan a la pérdida de calidad de la miel y la convierte en un producto no apto para el consumo humano. A su vez, es muy importante controlar las condiciones de almacenamiento y los tratamientos térmicos utilizados debido a que la temperatura

es un factor que afecta negativamente al producto modificando sus propiedades físicas, organolépticas, actividad enzimática y propiedades antibióticas (Díaz, 2009).

Para controlar este riesgo, en Aragón contamos con la Guía de Prácticas Correctas de higiene para el sector de la miel (2015), en la cual se redactan tanto las practicas correctas de higiene en el colmenar como durante los procesos de recolección, extracción y acondicionamiento de la miel. A su vez, explica la importancia de la formación adecuada de todos los trabajadores de la explotación apícola y la trazabilidad. Entre los documentos que debe poseer un explotación ganadera, relacionados con el ámbito de la higiene, son: Libro de Registro de la Explotación Apícola (LREA) y el Registro Oficial de Explotaciones Ganaderas (REGA).

Además, la reglamentación vigente establece una serie de parámetros que la miel debe cumplir publicados en los siguientes reglamentos:

- Reglamento (CE) N.º 1333/2008, en la miel no se permite la presencia de ningún aditivo; de la misma forma ocurre con los colorantes alimenticios.
- Reglamento (CE) N.º 2073/2005, no hay establecidos criterios microbiológicos para la miel. Lo que se indica es que la miel no precisa de pruebas regulares para la determinación de *Listeria monocytogenes* a pesar de que se trata de un alimento listo para el consumo.
- Reglamento (CE) N.º 396/2005, existen una gran variedad de plaguicidas los cuales presentan límites máximos en la miel. La mayoría de los plaguicidas presentan un límite máximo de 0,05 mg/kg, a excepción del Tiacloprid que tiene un límite máximo establecido de 0,2 mg/kg. Algunos de los plaguicidas que se mencionan son: 1,1-dicloro-2,2-bis(4-etilfenil)etano, 1,2-dibrometano, 1,2-dicloroetano, 1-metilciclopropeno, Clorotalonil, Cloroprofam, Espiroxamina, Mepanipirima, Mesotriona, entre otros.
- Reglamento (CE) N.º 1881/2006, en el cual se indican los límites máximos de determinados contaminantes, para la miel solo se establecen límites para el plomo, el cual es de 0,10 mg/kg.
- Reglamento (UE) N.º 37/2010, una de las sustancias farmacológicamente activas que se mencionan está el ácido ribonucleico bicatenario homólogo del ácido ribonucleico viral que codifica una parte de la proteína de la cápside y una parte de la región intergénica del virus israelí de la parálisis aguda. Pero no se le exige LMR.

También están: amitraz con un LMR de 200 µg/kg; cumafos, con un LMR de 100µg/kg.

Por último, no se exige LMR para el extracto semisólido purificado de *Humulus lupulus* L. que contenga aproximadamente un 48% de ácidos beta.

- Real Decreto 526/2014, ante el caso de la aparición de una enfermedad en las colmenas, es

obligatorio indicar: el número de colmenas sensibles a la enfermedad, el número de colmenas enfermas y el número de colmenas destruidas. Las enfermedades que presentan una mayor prevalencia son la varroosis y la nosemosis; y los patógenos que afectan a las abejas son: *Acarapis*, *Varroa*, *Virus*, *Malpighamoeba*, *Nosema*, tripanosomátidos (Meana Mañes y Martín Hernández, 2018).

Calidad comercial

Se valora mediante la información que se aporta en el etiquetado. Esta información debe ser correcta y cumplir la normativa legal vigente. De esta forma se pretende conseguir la autenticidad del producto y evitar las falsificaciones (Díaz, 2009). Las falsificaciones más comunes se detectan mediante: análisis polínico, investigación de las proporciones de los diferentes azúcares entre sí y determinación del cociente entre radioisótopos de carbono (^{13}C y ^{12}C) y sobre el deuterio (2H) (Jean-Prost et al, 2010).

Las adulteraciones se pueden llevar a cabo por la adición de jarabes a la miel o mediante la alimentación de las abejas con soluciones de azúcar concentradas. El contenido bajo en el aminoácido prolina es un indicador clave de la adulteración, de tal forma que la legislación europea ha establecido que la miel debe contener un mínimo de prolina de 180 mg/kg. Otros parámetros que se determinan para detectar las adulteraciones son el contenido de sacarosa, el perfil de fructosa, glucosa y sacarosa y el contenido en HMF (Se et al., 2019).

Calidad sensorial u organoléptica

Esta es la forma de calidad más subjetiva, ya que se alude a las sensaciones del consumidor al observar, tocar, oler y consumir el producto.

La calidad sensorial es importante ya que es la que define la decisión de volver a comprar y consumir un alimento, además de que permite establecer una diferenciación entre marcas.

El producto debe responder a unas series de características sensoriales mínimas *sui generis* que lo define y diferencia según lo establecido en las Normas de Calidad, en las Denominaciones de Origen, en las Indicaciones Geográficas Protegidas en las Marcas de Calidad y en otros documentos normativos.

La miel puede llegar a sufrir una serie de alteraciones que pueden desembocar en una pérdida de la calidad organoléptica sin disminución del valor nutritivo. Estas alteraciones son la cristalización y el pardeamiento. También existe otra alteración, la fermentación, que modifica por completo la miel en un producto diferente debido a los cambios tan drásticos que provoca en ella.

- La cristalización es una de las alteraciones más llamativas desde el punto de vista del

consumidor. Se produce debido a la solidificación de la miel como consecuencia de la precipitación de la glucosa, que es menos soluble que la fructosa. Este es un fenómeno que ocurre de forma natural en todas las mieles y la velocidad con la que se produce es proporcional al contenido de glucosa y a la presencia de polen, cera o burbujas de aire. Las burbujas de aire favorecen la cristalización ya que favorecen la formación de núcleos de cristalización. La velocidad de la cristalización, por otro lado, es inversamente proporcional al contenido de agua y a la viscosidad de la miel. Las mieles que presentan una relación glucosa/agua superior a 2,1 tienden a cristalizar muy rápidamente. Mantener las mieles a temperaturas menores a 10°C y mayores a 25°C ralentizan este fenómeno de cristalización. Una de las consecuencias de la cristalización de la miel es la separación de fases, en la que se ve la formación de una masa blanquecina en el fondo del envase. Otras consecuencias de la cristalización son la presencia de estelas blanquecinas o la cristalización incompleta o fraccionada, que se puede visualizar mediante masas cristalinas compactas intercaladas con la miel licuada de alto contenido en agua. Con esta última consecuencia de la cristalización cabe destacar que el alto contenido local en agua favorece el crecimiento de levaduras osmófilas y la posterior fermentación de la miel. Con la pasteurización se puede retrasar la cristalización, durante un periodo de 9-10 meses, y el crecimiento de levaduras.

- El pardeamiento químico se va a deber fundamentalmente a la inestabilidad de la fructosa ya que se encuentra en un producto aporta un medio ácido. Como consecuencia se forman hidroximetilfurfural y polímeros de color pardo. La proporción en la que se forman estos compuestos depende de la temperatura y el tiempo de conservación de la miel, siendo directamente proporcional. También se da lugar la reacción de Maillard, pero en menor medida, debido a la condensación de los azúcares reductores con los grupos amino de las proteínas y aminoácidos y como consecuencia se produce una leve disminución del valor nutricional. Referente al hidroximetilfurfural, la reglamentación de la Unión Europea tiene establecidos límites máximos de 40 mg/kg para las mieles de uso general; y un máximo de 80 mg/kg para las mieles procedentes de regiones con climas tropicales.
- Por último, está la fermentación. La fermentación es la alteración más grave que se puede dar en la miel, ya que se trata de un proceso irreversible que supone la transformación de las características de la miel, dando como resultado un producto totalmente diferente. La fermentación aparece cuando se produce la germinación y desarrollo de levaduras osmófilas, en mieles que no han sido sometidas a la pasteurización y en aquellas mieles que han sufrido una contaminación tras el tratamiento térmico. En el proceso de fermentación los azúcares se transforman en alcoholes y polioles, principalmente en alcohol etílico y ácidos volátiles y

no volátiles. También se produce un desprendimiento de gas carbónico. El crecimiento de las levaduras se va a ver favorecido por el contenido de agua de la miel, siempre y cuando la temperatura sea la adecuada (25°C). Las mieles que van a tener un mayor contenido de agua van a ser aquellas que han sido recolectadas antes de alcanzar el grado óptimo de maduración y en la parte líquida de las mieles que hayan cristalizado, es decir, en mieles que hayan sufrido una cristalización fraccionada. Una vez que la miel ha fermentado no se puede emplear para su consumo directo pero sí para la producción de vinagre o, una vez cristalizada y mezclada con azúcar, se puede emplear como alimentación artificial de abejas durante el invierno. Como ya se ha comentado anteriormente, la pasteurización consigue reducir los microorganismos responsables del deterioro de la miel y retrasa la cristalización. Sin embargo, este tratamiento térmico requiere tiempo y produce cambios organolépticos en la miel. Para disminuir esto se han desarrollado con éxito otros métodos, algunos de ellos son: calentamiento con microondas y con infrarrojos, ultrasonidos y microfiltración (Jean-Prost et al, 2010).

Calidad de uso o servicio

Va a depender de la comodidad de empleo o preparación y de la vida útil del alimento. En el caso de la miel, un ejemplo de calidad de uso sería el empleo de un envase antigoteo que permita una mejor dosificación. También se podría comercializar una miel cremosa, la cual es más untuosa y aporta una facilidad de uso.

Calidad determinada por componentes psicosociales

Este tipo de calidad va a depender de la apreciación del producto por parte de los consumidores teniendo en cuenta el conjunto de características, hábitos y costumbres que forman su cultura alimentaria (Díaz, 2009).

A la miel se le han asociado otras funciones además de la alimenticia, sobre todo relacionadas con el tratamiento de afecciones de la salud. El uso de la miel como agente terapéutico ha estado presente en la medicina popular hasta la actualidad. Algunos ejemplos de estos usos de la miel son: terapia para piernas ulcerosas infectadas, dolor de oídos, tratamiento tópico de la rubeola y sarampión, úlceras gástricas y dolor de garganta.

Actualmente se sabe que el poder antibacteriano de la miel se debe a la presencia de las inhibinas, que consisten en peróxido de hidrógeno, flavonoides y ácidos fenólicos, entre otras sustancias sin identificar. También sirve de fuente natural de antioxidantes, los cuales son efectivos para reducir el riesgo de enfermedades del corazón, sistema inmune, cataratas y diferentes procesos inflamatorios

(Ulloa et al., 2010).

Calidad de coste

Un elevado coste puede generar el rechazo del producto. Lo que se busca es ofrecer una buena relación precio/calidad, ya que esto será lo que determinará la decisión de compra y la aceptación de los consumidores.

Calidad ambiental

En la industria apícola se debe estudiar el lugar donde se van a instalar las colmenas. Esta instalación de las colmenas se debe realizar preferentemente a distancia de industrias que puedan contaminar tanto la vegetación como las abejas mediante sus emisiones. A su vez, la actividad apícola deberá ser respetuosa con el medio ambiente.

2.4. Calidad diferenciada

La calidad diferenciada es el conjunto de características peculiares y específicas de un alimento debidas al origen de las materias primas utilizadas y/o a los procedimientos de elaboración. Estos productos son regulados por la normativa de la Unión Europea la cual garantiza el cumplimiento de unos requisitos de calidad adicionales a los que se exigen en los productos convencionales. En el caso de la miel encontramos solo dos tipos de calidad diferenciada, que son la Denominación de Origen Protegida (DOP) y la Indicación Geográfica Protegida (IGP).

- DOP: se refiere a aquellos productos cuya calidad o características se deben al medio geográfico con sus factores naturales y humanos, y cuya producción, transformación y elaboración se realizan siempre en esa zona geográfica delimitada de la que toman el nombre.
- IGP: se refiere a los productos que poseen alguna cualidad determinada o reputación y otra característica que pueda atribuirse a un origen geográfico y cuya producción, transformación o elaboración se realiza en la zona geográfica delimitada de la que toma su nombre (MAPA, n.d.).

Todos estos productos están sometidos a un sistema de control según el Reglamento (CE) N.º 882/2004 sobre Controles Oficiales.

A nivel europeo podemos encontrar un total de 13 D.O.P.. Podemos encontrar en Italia la Miele Varesino, Miele delle Dolomiti Bulunesi y Miele della Lunigiana; en Francia encontramos la Miel

de sapin des Vosges y la Miel de Corse; por último, en Luxemburgo está la Miel Marque nationale du Grand-Duché de Luxembourg (Comisión Europea, n.d.).

En cuanto a las I.G.P existen 5 mieles bajo esta marca de calidad diferenciada (una española). Se encuentran principalmente en Francia: Miel des Cévennes, Miel de Provence y Miel d'Alsace. En Bélgica existe una miel que está en estado de solicitud, la Miel wallon (Comisión Europea, n.d.).

Las mieles con calidad diferenciada en España son 6 D.O.P. y 1 I.G.P.

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

3.1. Justificación

En la calidad de la miel se deben tener en cuenta además de las buenas condiciones higiénicas y sanitarias de su procesado y almacenamiento, el cumplimiento de los requisitos físico-químicos y organolépticos que establece la legislación. Las figuras de calidad diferenciada de los alimentos, en este caso de la miel, son muy aceptadas por parte del consumidor, y además se ven apoyadas por las políticas europeas y por una creciente tendencia a favor de los mismos. En consecuencia, existe la necesidad de demostrar los atributos y sus características de manera que posicionan estos alimentos en un escalafón de calidad diferencial respecto al resto.

3.2. Objetivos

- Realizar una revisión bibliográfica, empleando tanto fuentes legales como científicas, sobre características de la miel, así como de los aspectos de calidad.
- Describir las mieles españolas con marca de calidad diferenciada.
- Analizar algunos parámetros físico-químicos de muestras de mieles crudas aragonesas de diferentes orígenes botánicos y geográficos
- Evaluar los resultados obtenidos

4. METODOLOGÍA

4.1. Revisión bibliográfica

Para la realización de la revisión bibliográfica se consultaron libros, tesis doctorales, artículos de revistas y la legislación vigente, para conocer aspectos de calidad y calidad diferenciada para la

miel.

Además del metabuscador Alcorze se utilizaron algunas bases de datos suscritas por la Biblioteca de la Universidad de Zaragoza como Science Direct y Web of Science (WOS). En la búsqueda de los documentos científicos, las palabras claves y combinaciones que se emplearon fueron: honey AND quality, honey AND parameter, honey AND control, honey AND color, honey AND chemical composition, honey AND physical properties, honey AND microbiology, honey AND adulterants, honey AND Geographical Indication Protection.

Asimismo, también se han consultado las páginas de la Comisión Europea, del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) en el apartado Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas Protegidas y del Gobierno de Aragón.

Para la búsqueda de la legislación vigente se han utilizado las bases de datos de Eur-Lex e Iberlex.

4.2. Análisis experimental

Sobre un total de 21 muestras se han determinado los parámetros siguientes, en base a la norma de calidad de la miel (Real Decreto 1049/2003): acidez libre, lactónica y total, humedad, conductividad eléctrica, contenido de sólidos insolubles en agua y el color. Tanto la preparación de las muestras como el análisis de las mismas (salvo la determinación del color), se ha realizado de acuerdo a la Orden de 12 de junio de 1986 por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis para la miel.

4.2.1. Muestras analizadas

Se analizaron un total de 21 muestras de miel cruda, todas ellas de origen aragonés de diferentes localidades: Zaragoza (Santa Cruz de Grío, Grisén, Monterde, Mesones de Isuela, Zuera, Trasmoz, Casetas, Caspe, Utebo, Villarreal de Herva, Ibdes, Litago, Castejón de Valdejasa, El Frago, Calcena y Codo), Huesca (Frula, Almuniente) y Teruel (Andorra, Calamocha). Las muestras presentaban desde tonos claros a oscuros y un aspecto de muy líquidas a cristalizadas perfectamente solidificadas. Se hallaban en tarros de cristal con tape metálico e identificadas mediante una etiqueta.

4.2.2. Determinación de la acidez libre, láctónica y total

La acidez libre se determina mediante una valoración potenciométrica con álcali hasta llegar a un pH de 8,50. Para la determinación de la acidez láctónica se realizó una valoración por retroceso tras la adición de un exceso conocido de base. Por lo tanto, se emplearon un total de dos reactivos: solución de hidróxido de sodio 0,05 N y solución de ácido clorhídrico 0,05 N.

La determinación de las acidez libre se realizó pesando 10 gramos de miel que se disolvieron con 75 mililitros de agua destilada exenta de dióxido de carbono. Para conseguir el agua destilada exenta de dióxido de carbono lo que se hizo fue calentar el agua destilada hasta los 80°C. Una vez que se tiene la muestra preparada, se sumergieron en ella los electrodos del pH-metro, además de emplear un agitador magnético, y se fue adicionando la solución de hidróxido de sodio 0,05 N. La adición se detuvo al llegar al pH de 8,50. Posteriormente, lo más rápido posible, se adicionaron 10 mililitros de la solución de hidróxido de sodio 0,05 a la muestra y se valoró por retroceso con la solución de ácido clorhídrico 0,05 N, deteniendo la adición de este ácido al llegar al pH de 8,50.

Paralelamente se realizó un ensayo en blanco.

Los cálculos de la acidez son:

$$\text{Acidez libre (meq/kg)} = ((V_b - V_o)N_b \times 1000) / P$$

$$\text{Acidez láctónica (meq/kg)} = ((10 N_b - V_a \times N_a) \times 1000) / P$$

$$\text{Acidez total} = \text{Acidez libre} + \text{Acidez láctónica}$$

Siendo:

- V_b : mililitros consumidos de base para alcanzar pH 8,50.
- V_o : mililitros de base consumidos por 75 mililitros de agua destilada para alcanzar pH 8,50.
- V_a : mililitros de ácido gastados en la valoración de retroceso para alcanzar pH 8,50.
- N_b : normalidad de la base.
- N_a : normalidad del ácido.
- P : peso de la muestra, en gramos.

4.2.3. Determinación de la humedad

Para esta determinación se empleó un refractómetro. Antes de medir el índice de refracción, las muestras fueron licuadas hasta que alcanzaron una temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Para los cálculos se empleó la Tabla de Chataway revisada por Wedmore, la cual convierte la lectura del índice de refracción en contenido de humedad, expresado en tanto por ciento (p/p). En el caso de que la lectura del índice de refracción no fuese realizada a 20°C exactamente, se realizaron correcciones de temperatura:

- Temperaturas superiores a 20°C : añadir 0,00023 por $^{\circ}\text{C}$.
- Temperaturas inferiores a 20°C : restar 0,00023 por $^{\circ}\text{C}$.

4.2.4. Determinación de la conductividad eléctrica

La determinación de la conductividad eléctrica se realizó con un conductímetro.

Para esta determinación se calculó primero la masa de miel a pesar a partir de los resultados de humedad, de forma que el cálculo que se realizó fue:

$$m = (5 \times 100) / \text{Residuo seco} \qquad \text{Residuo seco: } 100 - \% \text{ humedad}$$

Una vez calculada y pesada la masa de miel, esta se disolvió en unos mililitros de agua destilada recientemente hervida y se completa hasta los 25 mililitros en un matraz aforado. Posteriormente, esta disolución se vertió en un vaso de 50 mililitros y se introdujo la celda de medida y se realizó la lectura. Los resultados se expresaron en $\mu\text{Siemens/cm}$.

4.2.5. Determinación de los sólidos insolubles

Para la determinación de los sólidos insolubles se pesaron 20 gramos de miel, con una exactitud de ± 10 miligramos. Los 20 gramos de miel se disolvieron en 50 mililitros de agua destilada a 80°C , para conseguir que se disuelvan todos los componentes de la miel a excepción de los sólidos insolubles. Posteriormente se introdujo un pH-metro en la solución y se adicionó una solución de NaOH 0,1 N agitando continuamente hasta alcanzar un pH entre 8 y 9.

Una vez que se alcanza el pH, se filtra la solución a través de un papel filtro Whatman 541 endurecido sin cenizas, con un tamaño de poro entre 10 y $40 \mu\text{m}$, empujando un dispositivo de

filtración a vacío. Antes de realizar la filtración se tararon los filtros. Cuando la filtración llegaba a su fin, se arrastraban los restos de solución del vaso y del filtro con abundante agua destilada a 80°C.

Al terminar la filtración, se secó el papel de filtro con el residuo en una estufa de desecación durante 1 hora a 135°C. Una vez pasada la hora, los filtros se enfriaron en un desecador y posteriormente se pesaron con una exactitud de 0,1 miligramos.

Los resultados se expresaron en porcentaje de sólidos insolubles en agua por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ sólidos insolubles en agua} = ((P1 - P2) \times 100 / P)$$

Siendo:

- P1: peso del papel de filtro, con el residuo seco (gramos).
- P2: peso del papel de filtro vacío (gramos).
- P: peso de miel (gramos).

4.2.6. Determinación del color

Para la determinación del color de las diferentes muestras de miel se empleó el colorímetro digital de mieles HANNA.

Una vez licuada la muestra, se rellenaron cubetas de plástico de un único uso para su posterior lectura en el espectrofotómetro.

Para los resultados de la medición del color se emplearon patrones de color USDA, dando la medida en mm Pfund.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Miel española con marca de calidad diferenciada

5.1.1. Miel con denominación de origen protegida (D.O.P.) e indicación geográfica protegida (I.G.P)

Según los Datos de las Denominaciones de Origen Protegidas (D.O.P.), Indicaciones Geográficas Protegidas (I.G.P.) y Especialidades Tradicionales Garantizadas (E.T.G.) de Productos

Agroalimentarios del Ministerio de Agricultura del año 2018, en España podemos encontrar 6 mieles con DOP y 1 con IGP.

El valor total para estas mieles con estas denominaciones es de 4,38 millones de euros. El valor económico presenta un máximo en el 2013 con un valor de 5,50 millones de euros para luego disminuir hasta el valor de 4,38 millones de euros en 2018.

Los principales países a los que se exporta, junto con las respectivas mieles, son:

- Miel de Galicia: Alemania, Francia, Asia.
- Miel de Granada: Alemania.
- Miel de Villuercas de Ibores: Portugal.

El total de producción de mieles protegidas bajo una denominación es 617 toneladas. La miel que presenta una mayor producción es la miel de Galicia con 351 toneladas, seguida por la miel de Granada con 129 toneladas. La miel de Galicia representa el 65,06% en la comercialización total de mieles. Sin embargo, la miel que más se exporta a nivel de la Unión Europea, sobre todo a Alemania, es la Miel de Granada. EL 100% de la comercialización exterior por países terceros es de la I.G.P. Miel de Galicia y el país destinatario es Arabia Saudí. (MAPA, 2018).

A continuación paso a describir las características de las distintas mieles, de acuerdo a la información del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Miel de Campoo-Los Valles

Se trata de una miel con D.O.P. Las variedades de miel que se producen en esta zona y que se pueden amparar bajo esta Denominación de Origen Protegida son:

- Miel monofloral de brezo procedente de las especies *Erica cinerea*, *E. vagans*, *E. tetralix*, *E. ciliaris*, *E. australis*, *E. arborea* y *Calluna vulgaris*.
- Miel de mielada procedente del mielato de roble y del néctar de *Erica spp.*, *Rubus sp.* Y un porcentaje variable de pólenes presentes en la flora de la comarca de Campoo-Los Valles.

La zona de producción abarca todos los términos municipales de la comarca de Campoo-Los Valles que pertenece a la Comunidad Autónoma de Cantabria. Los municipios que conforma esta comarca

son: Campoo de Enmedio, Campoo de Yuso, Hermandad de Campoo de Suso, Las Rozas de Valdearroyo, Pesquera, Reinosa, Santiurde de Reinosa, San Miguel de Aguayo, Valdeolea, Valdeprado del Río y Valderredible.



Todas las fases de producción y extracción deben de realizarse en la comarca, al igual que los procesos de filtrado y decantación, cristalización y envasado con el objetivo de mantener la calidad del producto.

Miel de Granada

Se trata de una miel con D.O.P. Los tipos de miel de esta D.O.P. son:

- Miel monofloral de castaño (*Castanea sativa*): su color es oscuro, con un olor fuerte y penetrante, además de un sabor característico con retrogusto amargo y astringente.
- Miel monofloral de romero (*Rosmarinus officinalis*): su color es claro y presenta un aroma y sabor delicados y dulces.
- Miel monofloral de tomillo (*Thymus sp.*): su color es ámbar oscuro y presenta un aroma y sabor a tomillo.
- Miel monofloral aguacate (*Persea americana*): su color es marrón oscuro y presenta un sabor dulce.
- Miel monofloral de naranja o azahar (*Citrus sp.*): el color que presenta esta miel es claro; además de tener un aroma y sabor a azahar.
- Miel monofloral de cantueso (*Lavandula stoechas*): esta miel presenta color ámbar, además de olor y sabor intensos.
- Miel de la sierra: el color de esta miel es oscuro, con un olor fuerte y penetrante y un sabor característico con retrogusto amargo y astringente.
- Miel multifloral: este tipo de miel varía en función de la época de recolección, afectando al sabor y al aspecto.



La zona geográfica de producción, la cual incluye el asentamiento de las colmenas y la extracción de la miel, y de envasado abarcan todos los términos municipales de la provincia de Granada.

Las principales comarcas productoras son: Sierra Nevada-Alpujarra, Valle de Lecrín, La Costa, los Montes Orientales, la Vega y Zona Norte (Miel de Granada, n.d.).

Miel de La Alcarria

Se trata de una miel con D.O.P. Esta miel protegida se clasifica en los siguientes tipos:

- Miel monofloral de romero (*Rosmarinus officinalis L.*): el porcentaje de granos de polen de romero será mayor o igual al 15%.
- Miel monofloral de espliego (*Lavandula latifolia Medicus*): el porcentaje de granos de polen de espliego será superior al 10%.
- Miel multifloral: la suma de los porcentajes de granos de polen de tomillo (*Thymus spp.*), ajedrea (*Satureja spp.*), romero y espliego deberá ser mayor o igual a 5%.

Para todas las mieles, el porcentaje de granos de polen de la familia ericáceas (*Ericaceae*), excluyendo la gayuba, será menor o igual al 1%. El porcentaje de granos de polen de jara pringosa (*Cistus ladanifer L.*) y cantueso (*Lavandula stoechas L.*) será menor o igual al 3%. Por último, la suma de los porcentajes de granos de polen de plantas no ornamentales cultivadas en la zona de producción será menor o igual al 15%, excluyendo los cultivos de plantas aromáticas.

Estas mieles presentan las características organolépticas propias del origen floral correspondiente, especialmente en cuanto a aroma y sabor.

El asentamiento de las colmenas se localiza en el centro de la Península Ibérica, abarcando diferentes municipios de la comarca Agraria de La Alcarria, extendiéndose por las provincias de Guadalajara y Cuenca. La zona de envasado se encuentra en la misma localización.



La producción, elaboración y envasado debe realizarse en la zona geográfica definida con el objetivo de mantener las características físico-químicas específicas de la miel.

Por último, en la Miel de La Alcarria no se permite la pasteurización ya que se alteraría notablemente sus propiedades físico-químicas y organolépticas.

Miel de Liébana

Se trata de una miel con D.O.P. Las variedades que se producen en la miel y que se puede amparar bajo la Denominación de Origen Protegida “Miel de Liébana” son:

- Miel de mielada: procede del mielato de roble y encina, y del néctar de *Erica spp.* (brezos), *Rubus sp.* (zarza) y un porcentaje variable de pólenes presentes en la flora de la comarca de Liébana.
- Miel monofloral de brezo: procedente del néctar de las especies *Erica cinerea*, *Erica vagans*, *Erica tetralix*, *Erica cirialis* y *Calluna vulgaris*.

La zona geográfica que entra en esta denominación son todos los términos municipales de la comarca de Liébana, perteneciente a la Comunidad Autónoma de Cantabria, que son: Cabezón de Liébana, Camaleño, Cillorigo de Liébana, Pesaguero, Potes, Tresviso y Vega de Liébana.



Además, todas las fases de la producción y extracción y el envasado se debe realizar en la zona amparada.

Miel de Tenerife

Se trata de una miel con D.O.P. Esta miel se presenta en estado líquido, cremoso o cristalizado, así como en panal, o en trozos de panal.

La miel de Tenerife se caracteriza por presentar una gran variedad de colores, sabores y tipos. Esto es reflejo de la variedad de ecosistemas y flora de la isla.

La miel de Tenerife puede ser:

- Miel multifloral: no hay predominio de las características propias de una especie botánica concreta, sino una mezcla de varias.
- Miel monofloral: existe el predominio de las características propias de una especie botánica determinada y posee las cualidades organolépticas, físico-químicas y melisopalinológicas establecidas para cada tipo. Las mieles amparadas por esta DOP son: Miel de retama del Teide, Miel de tajinaste, Miel de aguacate, Miel de castaño, Miel de brezal, Miel de

relinchón, Miel de barrilla, Miel de hinojo, Miel de poleo, Miel de ágave (pitiera), Miel de malpica, Miel de tederá.

- Miel de Mielada.

La zona geográfica de esta DOP es todo el territorio de la isla de Tenerife, donde se debe realizar la producción, extracción y elaboración de la miel.



Miel Villuercas-Ibores

Se trata de una miel con D.O.P. Observando la vegetación de la zona se pueden distinguir los siguientes tipos:

- Miel monofloral de retama (*Retama sphaerocarpa*).
- Miel monofloral de castaño (*Castanea sativa*).
- Miel de milflores.
- Miel de mielada.



La zona geográficas se encuentra en el sudeste de la provincia de Cáceres en la Comunidad Autónoma de Extremadura. La comarca de Villuercas-Ibores se compone de 27 municipios, todos incluidos en la DOP. En esta zona geográfica es donde debe llevarse a cabo la obtención de la miel y la eliminación de las impurezas.

Miel de Galicia

Es una miel con I.G.P. Según el origen de esta miel podemos encontrar:

- Miel multifloral: su color podrá variar entre el ámbar y el ámbar oscuro. El sabor y el aroma serán acordes a la flora predominante en la miel.
- Miel monofloral de eucalipto: color ámbar, sabor suave y aromas céreos.
- Miel monofloral de castaño: miel oscura, de sabor intenso y fuertes aromas a flor.
- Miel monofloral de zarzamora: color ámbar oscuro, sabor fuerte afrutado, marcadamente dulce y aromas frutales.

- Miel monofloral de brezo: su color es ámbar oscuro u oscuro con tonos rojizos, sabor ligeramente amargo y persistente, aromas florales persistentes.



La zona geográfica amparada bajo esta IGP abarca todo el territorio de la Comunidad Autónoma de Galicia.

5.1.2. Marca C'alia para la miel de Aragón

La marca C'alia, según la información proporcionada por el Gobierno de Aragón, es la marca de garantía de calidad de los alimentos de producción aragonesa que cumplen una serie de requisitos establecidos por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón. Estos requisitos son específicos en cuanto a materias primas, métodos de elaboración y condiciones de envasado, lo que confiere a los productos unas características de calidad diferenciada.

La miel producida y envasada en la Comunidad Autónoma de Aragón puede llevar la marca de Calidad Alimentaria cuando cumple una serie de requisitos especificados en el reglamento correspondiente.



Según este reglamento, las características de este producto se regulan exhaustivamente. Se requiere un mínimo del 65% de miel de flores, mientras que se prohíbe la filtración del polen, que deberá aparecer en cantidades normales y corresponder a las especies vegetales indicadas en la etiqueta. En esta marca no se admite ningún aditivo y se controla que la miel no presente colores, olores y sabores distintos de los genuinos de la especie botánica. Además, también se vigila que la miel no sea efervescente ni que haya fermentado.

Esta miel se comercializa en envases de vidrio o de cerámica autorizada para uso alimentario correctamente precintados. En la etiqueta debe aparecer la etiqueta de control encargada de revisar las condiciones de calidad y envasado del producto.

5.2. ANÁLISIS EXPERIMENTAL

A continuación se aportan los resultados de los diferentes parámetros en las tablas correspondientes.

5.2.1. Resultados del pH, acidez libre, acidez láctónica y acidez total

Tabla 2: Resultados del pH, acidez libre, acidez láctónica y acidez total (meq/Kg).

MUESTRA	pH	ACIDEZ LIBRE	ACIDEZ LACTÓNICA	ACIDEZ TOTAL
1	3,92	23,75	2,75	26,50
2	4,12	19,65	4,60	24,25
3	4,32	28,10	3,00	31,10
4	3,92	8,40	2,90	11,30
5	3,89	26,90	6,75	33,65
6	3,66	21,00	9,95	30,95
7	4,22	29,45	4,25	33,70
8	4,02	14,25	6,90	21,15
9	4,38	35,20	4,70	39,90
10	3,78	20,45	9,30	29,75
11	3,63	15,50	4,40	19,90
12	4,56	30,50	3,20	33,70
13	4,02	10,75	3,00	13,75
14	3,77	15,80	5,00	20,80
15	3,91	11,80	2,90	14,70
16	4,02	14,85	4,20	19,05
17	4,08	26,65	6,00	32,65
18	4,49	19,80	3,90	23,70
19	4,20	25,00	5,90	30,90
20	4,06	19,85	4,40	24,25
21	4,67	30,75	3,20	33,95

5.2.2. Resultados de la humedad y residuo seco

Tabla 3: Resultados de humedad (%) y residuo seco (%)

MUESTRA	MEDIDA REFRAC	CORRECCIÓN 25 y 26 °C	HUMEDAD	RESIDUO SECO
1	1,4904	1,4916	18,00	82,00
2	1,4902	1,4914	18,00	82,00
3	1,4900	1,4912	18,10	81,90
4	1,4909	1,4923	17,70	82,30
5	1,4905	1,4919	17,80	82,20
6	1,4903	1,4917	17,90	82,10
7	1,4906	1,4920	17,80	82,20
8	1,4908	1,4922	17,70	82,30
9	1,4904	1,4918	17,90	82,10
10	1,4802	1,4816	22,00	78,00
11	1,4906	1,4920	17,80	82,20
12	1,4907	1,4921	17,80	82,20
13	1,4903	1,4917	17,90	82,10
14	1,4900	1,4914	18,00	82,00
15	1,4808	1,4822	21,70	78,30
16	1,4907	1,4921	17,80	82,20
17	1,4905	1,4919	17,80	82,20
18	1,4900	1,4914	18,00	82,00
19	1,4903	1,4917	17,90	82,10
20	1,4907	1,4921	17,80	82,20
21	1,4902	1,4916	18,00	82,00

5.2.3. Resultados de la conductividad eléctrica y de los sólidos insolubles en agua

Tabla 4: Resultados de la conductividad eléctrica (μ Siemens/cm) y sólidos insolubles en agua (%)

MUESTRA	CONDUC ELEC	SÓLIDOS INSOLUBLES	MUESTRA	CONDUC ELEC	SÓLIDOS INSOLUBLES
1	267	0,0305	12	652	0,0465
2	381	0,0290	13	152	0,0625
3	564	0,0280	14	159	0,0580
4	99	0,0510	15	125	0,0680
5	327	0,0510	16	203	0,1085
6	236	0,0670	17	410	0,0185
7	475	0,0590	18	399	0,0595
8	281	0,0525	19	521	0,0465
9	693	0,0595	20	364	0,0490
10	199	0,0700	21	827	0,0515
11	161	0,0495			

5.2.5. Resultados del color

Tabla 5. Resultados del color (mm Pfund) así como sus denominaciones

MUESTRA	MEDIDA	DENOMINACIONES	MUESTRA	MEDIDA	DENOMINACIONES
1	61	Ámbar Claro	12	90	Ámbar
2	50	Ámbar Claro	13	30	Blanco
3	73	Ámbar Claro	14	25	Blanco
4	0	Blanco Agua	15	23	Blanco
5	68	Ámbar Claro	16	54	Ámbar Claro
6	31	Blanco	17	75	Ámbar Claro
7	74	Ámbar Claro	18	69	Ámbar Claro
8	35	Ámbar Extra Claro	19	79	Ámbar Claro
9	92	Ámbar	20	61	Ámbar Claro
10	33	Blanco	21	109	Ámbar
11	25	Blanco			

Observando la Tabla 5, podemos ver que las muestras de miel presentan un rango de colores que van desde blanco hasta ámbar y la mayoría de las muestras tenían un color correspondiente a ámbar claro. Las diferencias de color se pueden ver en la Imagen 1.



Imagen 1: Diferencia de colores en las muestras analizadas.

5.3. Discusión

El valor medio del pH en la miel es de 3,9, pudiendo variar desde 3,4 a 6,1 (Gil Hernández y Ruiz López, 2010). Además, también se relaciona el valor del pH con el tipo de miel, de tal forma que, por norma general, las mieles con un pH menor de 4 son mieles de néctar, mientras que las que presentan un pH mayor a 5 son mieles de mielato. Como se puede ver en la Tabla 2, podemos decir que las 21 muestras de miel corresponden a mieles de néctar, ya que ninguna llega a tener valores de pH iguales o mayores a 5.

Relativo a la acidez, según la norma de calidad de la miel (Real Decreto 1049/2003), se permite, en general, no más de 50 meq/Kg y para la miel para uso industrial no más de 80 meq/Kg. Al ver la Tabla 2 podemos ver que todas las muestras cumplen con este límite de acidez, siendo el resultado más elevado 35,20 meq/kg, que corresponde a la muestra 9, siendo también la muestra que presenta una mayor acidez total. Según estudios de Velásquez (2013), el valor medio de acidez libre en miel es de $42,2 \text{ meq/kg} \pm 2,9$.

En el caso de que los resultados hubiesen sido más elevados, llegando a superar el máximo establecido por la normativa vigente, se podría considerar que la miel lleva un largo periodo de tiempo almacenada, ya que con el paso de los meses, los ácidos libres y el ácido láctico aumentan significativamente, y por lo tanto, también lo hace la acidez, sobre todo si se la miel ha sido expuesta a temperaturas de 40° C (Al-Ghamdi et al., 2019).

La acidez total aumenta durante los meses de almacenamiento, debido al envejecimiento de la miel por la influencia del medio atmosférico, como la humedad y la oxidación (Sáenz Laín, 2000) Aunque con el almacenamiento y el envejecimiento de la miel la acidez aumenta, no ocurre lo mismo con el pH. Los valores de pH no sufren ninguna variación significativa.

Tampoco tenemos que olvidar que en mieles fermentadas o en vías de fermentación la acidez es alta debido a la producción de alcohol y posterior transformación en ácido acético, principalmente por la acción de las levaduras capaces de proliferar en ella.

Según la norma de calidad de la miel (Real Decreto 1049/2003), el contenido en humedad, en general: no más del 20%.; Miel de brezo «*Calluna*» y miel para uso industrial en general: no más del 23% y Miel de brezo «*Calluna vulgaris*» para uso industrial: no más del 25%.

En la Tabla 3 podemos ver como la gran mayoría de las muestras cumplen con la norma de calidad. Sin embargo, las muestras 10 y 15 presentan valores superiores al 20%. Debido a esto, estas mieles

presentan una mayor posibilidad de fermentación, ya que una excesiva humedad en la miel puede favorecer la proliferación de hongos y levaduras, comprometiendo la vida útil y la conservación de la misma. Las mieles con un contenido de humedad entre el 17,1% y 18% están a salvo de la fermentación si el recuento de levaduras es inferior a 1000 UFC/g y si tienen un contenido de humedad de 18,1%– 19% no sufrirán fermentación si el recuento de levaduras es inferior a 10 UFC/g (Velásquez et al., 2013).

Según la reglamentación vigente (Real Decreto 1049/2003), la conductividad eléctrica para las mieles en general es inferior a 800 $\mu\text{s}/\text{cm}$. En el caso de la miel de mielada y miel de castaño, y mezclas de éstas el valor estará por encima de este valor.

Esta determinación de la conductividad eléctrica permite la diferenciación de las mieles entre mieles florales y mieles de mielada, ya que cada una presenta concentraciones de sustancias minerales diferentes, de tal forma que las mieles de mielada contienen una mayor cantidad de minerales que las mieles florales. Generalmente, las mieles florales presentan valores de conductividad eléctrica entre 100 y 700 $\mu\text{s}/\text{cm}$; mientras que la conductividad eléctrica de las mieles de mielada suele ser superior a 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (Consuelo Díaz, 2009).

En los datos que se representan en la Tabla 4 se puede ver que ninguna de las mieles supera los 800 $\mu\text{s}/\text{cm}$, lo cual indica que se tratan de mieles florales; a excepción de la muestra 21, que presenta una conductividad eléctrica de 827 $\mu\text{s}/\text{cm}$, lo cual puede significar que se trata posiblemente de una miel mezcla de flores y mielada.

Según la reglamentación vigente (Real Decreto 1049/2003), en la miel el contenido máximo de sólidos insolubles que se permite es de 0,1 g/100 g (0,1% de sólidos insolubles en agua) y para la miel prensada: no más de 0,5 g/100 g. Observando los datos que se representan en la tabla 4, podemos ver que ninguna de las muestras supera el 0,1%, siendo el máximo valor el de la muestra 10 con un 0,07% de sólidos insolubles. Este parámetro es un índice que permite constatar si la miel fue obtenida aplicando buenas prácticas de fabricación. La determinación del contenido de sustancias insolubles en agua es importante para detectar impurezas tales como granos de arena, restos de cera, polvo y otros sólidos insolubles. Este análisis antiguamente tenía mayor importancia porque la miel era extraída por prensado de los panales. En la actualidad prácticamente la totalidad de la miel se extrae por centrifugación, y en este caso, salvo que no se respeten las normas mínimas de higiene durante la obtención y el procesado del producto, las impurezas son muy bajas.

Por último, el color en la miel depende de muchos factores, fundamentalmente del origen botánico y la composición del néctar. También influyen el proceso de obtención y la temperatura y tiempo de almacenamiento. Además de esto, el color es una característica muy importante en la miel desde el punto de vista comercial, ya que en muchos casos va a determinar el precio de esta. Según el mercado en el que se encuentre la miel, se va a preferir un color u otro. Por ejemplo, en América del Norte se prefieren las mieles claras, entre 0 y 34 mm Pfund; sin embargo, en Europa se prefieren las mieles más oscuras, con valores entre 34 y 114 mm Pfund (Delmoro et al., 2010). 14 muestras de las 21 muestras analizadas eran de color blanco/ámbar extraclaro/ámbar claro, muy bien aceptadas por el consumidor local.

6. CONCLUSIONES

6.1. Conclusiones

- 1 . Una revisión bibliográfica actualizada sobre el tema ha permitido conocer las características de este alimento, así como describir las principales características de mieles españolas de calidad diferenciada.
- 2 . La marca C'alial para la miel de Aragón cuenta con una regulación exhaustiva en la que los parámetros de humedad y melisopalinológicos son distintivos con respecto a otras marcas.
- 3 . Las muestras analizadas corresponden a mieles de néctar, ya que ninguna llega a tener valores de pH iguales o mayores a 5 y además presentan una baja conductibilidad eléctrica.
- 4 . Los valores de acidez determinados en las muestras son indicadores de mieles frescas, no envejecidas ni fermentadas.
- 5 . La mayoría de las mieles presentan un contenido en humedad bajo, lo que indica un buen grado de maduración y bajo riesgo de fermentación.
- 6 . Son mieles que muestran bajo contenido en impurezas, factor relacionado con unas buenas prácticas de fabricación y adecuado grado de limpieza.
- 7 . Las mieles analizadas son claras en su mayoría, con colores que van del blanco al ámbar claro.

6.2. Conclusions

1. An updated bibliographical review on the subject has allowed to know the characteristics of this food, as well as to describe the main characteristics of Spanish honeys of differentiated quality.

2. The C' alial mark for honey from Aragon has an exhaustive regulation in which the humidity and melisopalinological parameters are distinctive with respect to other brands.
3. The samples analyzed correspond to nectar honeys, since none of them have pH values equal to or greater than 5 and also have a low electrical conductivity.
4. The acidity values determined in the samples are indicators of fresh honeys, not aged or fermented.
5. Most honeys have a low moisture content, indicating a good degree of maturation and low risk of fermentation.
6. They are honeys with a low pollutant content, a factor related to good manufacturing practices and an adequate degree of cleanliness.
7. The honeys analyzed are mostly clear, with colors ranging from white to light amber.

8. VALORACIÓN PERSONAL

La realización de este Trabajo de Fin de Grado me ha aportado diferentes conocimientos. Uno de ellos es sobre el mundo apícola. Al realizar este trabajo he podido adquirir una gran cantidad de conocimientos sobre la miel y el mundo apícola, conocimientos que en la actualidad he podido aplicar en mi actual trabajo para el desarrollo de dulces con miel. Este Trabajo de Fin de Grado también me ha servido para mejorar mi forma de búsqueda de información tanto en bases de datos de legislación como científicas, consiguiendo un mejor manejo con algunas bases de datos y aprendiendo a seleccionar la información relevante. A su vez, la parte práctica en el laboratorio ha resultado muy útil tanto para recordar como para mejorar técnicas de análisis, y, sobre todo, para aprender a gestionar el tiempo a la hora de realizar análisis más complejos que requieren tiempos de espera y conseguir aprovechar el tiempo para lograr la mayor productividad. Por último, en la realización de este Trabajo de Fin de Grado he conseguido aplicar conocimientos de varias asignaturas impartidas en la carrera, como lo son principalmente Legislación Alimentaria y Bromatología, junto con otras asignaturas como Técnicas Instrumentales de Análisis Químico, Análisis Químico de los Alimentos y Nutrición y Dietética.

En general, ha sido muy gratificante realizar este trabajo, del cual me siento muy orgullosa ya que es el resultado de mi dedicación y esfuerzo.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Ahmad Al-Ghamdi et al. (2019) “Comparison of physicochemical properties and effects of heating regimes on stored *Apis mellifera* and *Apis florea* honey”, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 4, pp. 845. DOI: 10.1016/j.sjbs.2017.06.002.
2. Comisión Europea. Agricultura y desarrollo rural: *DOOR*. Disponible en: https://ec.europa.eu/agriculture/quality/door/list.html?locale=es&recordStart=0&filter.dossierNumber=&filter.comboName=miel&filterMin.milestone__mask=&filterMin.milestone=&filterMax.milestone__mask=&filterMax.milestone=&filter.country=&filter.category=PDOPGI_CLASS_14&filter.type=&filter.status= [Consultado 25-08-2019].
3. Comisión Europea. *Honey bees*. Disponible en: https://ec.europa.eu/food/animals/live_animals/bees_en [Consultado 25-08-2019].
4. Consuelo Díaz (2009). *Influencia de las condiciones de almacenamiento sobre la calidad físico-química y biológica de la miel*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.
5. Delmoro, J. et al. (2010) “El color en los alimentos: determinación de color en mieles”, *Invenio*, 13 (25), pp. 145-152. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3311060> [Consultado 21-07-2019].
6. Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente (2015). *Guía de Prácticas correctas de higiene para el sector de la miel*. Disponible en: https://www.aragon.es/documents/20127/674325/2014_GBP_MIEL.pdf/c0f50ed8-c765-d07b-3ddf-1d923866bf9e [Consultado 06-08-2019].
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *FAOSTAT: Ganadería primaria*. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/?#data/QL> [Consultado 17-10-2019].
7. Gil Hernández, A. y Ruiz López, M.D. (2010). *Tratado de nutrición. Tomo II, Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. 2ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
8. Jean-Prost, P., Medori, P., Juan, C. y Le Conte, Y. (2010). *Apicultura: conocimiento de la abeja: manejo de la colmena*. 4ª ed. Madrid: Mundi-Prensa.
9. Gobierno de Aragón. *Apicultura*. Disponible en: <https://www.aragon.es/-/apicultura> [Consultado 29-10-2019].
10. Gobierno de Aragón. *Marca C'ALIAL. Miel*. Disponible en: <https://www.aragon.es/-/miel> [Consultado 29-10-2019].
11. Meana Mañes, A. y Martín Hernández, R. (2018). *40 Q&A sobre sanidad y producción apícola*.

Zaragoza: Servet.

12. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. *Apícola*. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/apicola/default.aspx> [Consultado 15-10-2019].
13. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2019). *Datos de las Denominaciones de Origen Protegidas (D.O.P.), Indicaciones Geográficas Protegidas (I.G.P.) y Especialidades Tradicionales Garantizadas (E.T.G.) de Productos Agroalimentarios. Año 2018*. Subdirección General de Calidad Diferenciada y Producción Ecológica.
14. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. *Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas Protegidas*. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-agroalimentaria/calidad-diferenciada/dop/> [Consultado 15-10-2019].
15. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2019). *El sector apícola en cifras: Principales Indicaciones Económicas*. Subdirección General de Productos Ganaderos, Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios.
16. Sáenz Laín, C. (2000). *Mieles españolas: características e identificación mediante el análisis del polen*. Madrid: Mundi-Prensa.
17. Se, K. W. et al. (2019) “Detection techniques for adulterants in honey: Challenges and recent trends”, *Journal of Food Composition and Analysis*, 80, pp. 16–32. DOI: 10.1016/j.jfca.2019.04.001.
18. Ulloa, J. A. et al. (2010). “La miel de abeja y su importancia”. *Revista Fuente*, 4. Disponible en: <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/01-04/2.pdf> [Consultado 22-07-2019].
19. Velásquez Giraldo, A. V. (2013) “Physicochemical and microbiological characterization of *Apis mellifera* sp. honey from Southwest of Antioquia in Colombia”, *Ingeniería y ciencia*, (18), pp. 61-67. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/catart?codigo=5015212> [Consultado 22-07-2019].

Legislación comunitaria:

20. Reglamento (UE) N.º 37/2010 de la Comisión de 22 de diciembre de 2009 relativo a las sustancias farmacológicamente activas y su clasificación por lo que se refiere a los límites máximos de residuos en los productos alimenticios de origen animal. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 15, de 20 de enero de 2010.

21. Reglamento (CE) N.º 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre aditivos alimentarios. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 354, de 31 de diciembre de 2008.

22. Reglamento (CE) N.º 1881/2006 de la Comisión de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 364, de 20 de diciembre de 2006.

23. Reglamento (CE) N.º 2073/2005 de la Comisión de 15 de noviembre de 2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 338, de 22 de diciembre de 2005.

24. Reglamento (CE) N.º 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de febrero de 2005 relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal y que modifica la Directiva 91/414/CEE del Consejo. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 70, de 16 de marzo de 2005.

25. Reglamento (CE) N.º 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 28 de enero de 2002 por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 31, de 1 de febrero de 2002.

Legislación estatal:

26. Real Decreto 526/2014, de 20 de junio, por el que se establece la lista de las enfermedades de los animales de declaración obligatoria y se regula su notificación. *Boletín Oficial del Estado*, n. 167, de 10 de julio de 2014.

27. 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*, n. 186, de 5 de agosto de 2003.