



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Composición fisicoquímica y calidad microbiológica de la miel

Physicochemical composition and microbiological quality of
honey

Autor/es

Cristina Larqué Sus

Director/es

Consuelo Pérez Arquillué
Susana Bayarri Fernández

Facultad de Veterinaria

2019-2020

INDICE

1. RESUMEN.....	3
2. ABSTRACT.....	3
3. INTRODUCCIÓN.....	4
3.1. Origen y composición de la miel.....	4
3.2. Clasificación de la miel.....	7
3.3. Obtención de la miel.....	8
3.4. Aspectos económicos de la miel en España.....	9
3.5. Calidad de la miel.....	11
3.6. Alteraciones más frecuentes.....	13
4. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	14
5. METODOLOGÍA.....	15
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
6.1. Contenido de humedad.....	18
6.2. Conductividad eléctrica.....	19
6.3. pH.....	20
6.4. Acidez.....	22
6.5. Color.....	23
6.6. Microorganismos aerobios mesófilos totales.....	25
6.7. Mohos y levaduras.....	26
6.8. Enterobacterias.....	28
6.9. Bacterias formadoras de esporas.....	28
6.10. <i>Staphylococcus aureus</i>	30
7. CONCLUSIONES.....	30
8. CONCLUSIONS.....	31
9. IDENTIFICACIÓN DE LAS APORTACIONES QUE, EN MATERIA DE APRENDIZAJE, HAN SUPUESTO LA REALIZACIÓN DE ESTA ASIGNATURA.....	32
10. BIBLIOGRAFÍA.....	33

1. RESUMEN

La miel es un alimento natural, dulce y viscoso producido por la abeja del género *Apis mellifera* que debe satisfacer las necesidades de los consumidores desde el punto de vista nutricional y organoléptico cumpliendo con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos por la legislación. Desde la antigüedad se ha utilizado por sus valores nutritivos y terapéuticos como agente antiinflamatorio, antioxidante y antibacteriano.

Las condiciones climáticas, el origen botánico y geográfico, el tipo de abeja y el procesado son factores que determinan la composición fisicoquímica y microbiológica.

El objetivo de la revisión bibliográfica se ha basado en la recopilación y evaluación de los distintos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos relacionados con la miel, centrándose en aquellos más relevantes en función de los avances científicos. Para la revisión bibliográfica, se han utilizado una serie de trabajos y artículos científicos utilizando bases de datos de la universidad de Zaragoza y bases de datos de información legal.

Por un lado, se encuentran los parámetros fisicoquímicos, los cuales nos permiten diferenciar mieles de distintos orígenes botánicos. Entre estos factores está la humedad (suele oscilar entre 13-20 %). Además, se puede observar que las mieles de mielada tienen mayor pH, mayor acidez libre y total y un color más oscuro que las mieles de flores. Por otro lado, se encuentran los parámetros microbiológicos entre los que destacan: mohos y levaduras que pueden aparecer cuando no se ha llevado a cabo un correcto almacenamiento de la miel; bacterias formadoras de esporas: *Clostridium* (puede ocasionar la enfermedad botulínica en niños menores de 12 meses) y *Bacillus*; microorganismos aerobios mesófilos totales que indican si la limpieza, desinfección y el control de la temperatura se han realizado correctamente; Enterobacterias entre las que destacan el *E. coli* (su presencia indica que ha tenido lugar una contaminación fecal) y *Salmonella* (es potencialmente peligrosa para la salud de los consumidores); por último está el *S. aureus* que aunque no es un microorganismo de riesgo en este alimento, algunos estudios indican que la miel presenta propiedades antibacterianas frente a este microorganismo.

2. ABSTRACT

Honey is a natural, sweet and viscous food produced by the bee *Apis mellifera*. Honey must satisfy the consumers needs from the nutritional and organoleptic point of view, as long as it complies the physicochemical and microbiological parameters established by the legislation. It has been used since ancient times for its nutritional and therapeutic values as an anti-inflammatory, antioxidant and antibacterial agent.

The climatic conditions, the botanical and geographical origin, the bee race and the processing are factors that determine the physicochemical and microbiological composition.

The objective of this bibliographic review has been based on the collection and evaluation of the different physicochemical and microbiological parameters related to honey, focusing on those that are most relevant based on scientific advances. For the from the bibliographic review, a series of scientific papers and articles have been used, using databases of the University of Zaragoza and databases of legal information.

On the one hand, there are the physicochemical parameters, which allow us to differentiate honeys of different botanical origins. Among these factors is humidity (usually between 13-20 %). In addition, it can be observed that honeydew honeys have a higher pH, higher free and total acidity and a darker color than flower honeys. On the other hand, there are the microbiological parameters among which the following stand out: molds and yeast can be appear when a correct storage of honey has not been carried out; spore-forming bacteria: *Clostridium* (can cause botulinum disease in children younger than 12 months) and *Bacillus*; total mesophilic aerobic microorganisms that indicate if cleaning, disinfection and temperature control have been carried out correctly; Enterobacteria including *E. coli* (its presence indicates that fecal contamination has taken place) and *Salmonella* (it is potentially dangerous for the health of consumers); finally, there is *S. aureus* which, although not a risk microorganism in this food, some studies indicate that honey has antibacterial properties against this microorganism.

3. INTRODUCCIÓN

3.1 ORIGEN Y COMPOSICIÓN DE LA MIEL

La **miel** es conocida como “la sustancia dulce natural producida a partir del **néctar** de las flores que las abejas recogen, transforman y almacenan en panales de miel” (Sajid et al., 2019). Es producida desde tiempos inmemoriales y en España se recolectó desde la época prehistórica.

Desde el punto de vista legal, según la norma de calidad de la miel (Real Decreto 1049/2003), se define 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 plantas, que las abejas recolectan, transforman combinándolas con sustancias específicas propias, depositan, deshidratan, almacenan y dejan en colmenas para que madure.

La composición de la miel es muy variada. Por lo general, sus componentes principales son idénticos en todas las mieles, sin embargo, tanto su composición química como sus propiedades físicas dependen de las fuentes florales, el procesamiento, almacenamiento, conservación y las condiciones climáticas (Lazarević et al., 2004; Boussaid et al., 2018). Los componentes de la miel son los siguientes:

- Los **carbohidratos** son el principal componente de la miel. Los azúcares son los componentes que destacan dentro de este grupo, principalmente fructosa y glucosa. Otros azúcares que están presentes en la miel son la sacarosa, maltosa, isomaltosa, turanosa y nigerosa. A los azúcares se les atribuye gran parte de las cualidades de la miel como la viscosidad, las propiedades térmicas, la tendencia a la granulación y la higroscopicidad (White, 1975; Huidobro y Simal, 1984; Serrano et al., 1994b; Cavia et al., 2002).
- El **agua** tiene un contenido alrededor de un 17 %. El contenido en agua es un parámetro de clasificación de la calidad puesto que condiciona la cristalización y de manera indirecta la fermentación, ya que valores muy altos pueden dar lugar a fermentaciones que no son deseadas. Para una buena conservación, el contenido ideal se sitúa entre un 17-18%. Valores mas altos del 20% dan lugar a mieles de calidad inferior, pudiéndose observar cambios notables en la viscosidad y densidad (Bravo y col, 1994).
- Otros constituyentes minoritarios de la miel son los **ácidos orgánicos**. Estos ácidos orgánicos se forman por la acción de secreciones salivares de la abeja en los procesos enzimáticos y fermentativos. Las mieles tienen un pH ácido (3,5-5,5), que contienen ácidos orgánicos libres o combinados en forma de lactonas. El principal ácido es el ácido glucónico, aunque se pueden encontrar otros ácidos como el cítrico, acético, láctico.

- Los compuestos nitrogenados como las **proteínas, aminoácidos** se presentan una pequeña proporción. Se han detectado 17 aminoácidos libres siendo los mas importantes: tripsina, histidina, alanina, leucina, glicina, metionina y ácido aspártico. Parte del oscurecimiento de la miel podría deberse a la reacción de maillard que se forma por la reacción de los aminoácidos con el calor (White, 1967).
- La miel es pobre en **vitaminas**, sobretodo en aquellas que están bien procesadas en cuanto a su clarificación y filtrado.
- Los **minerales** son el residuo de cenizas que queda cuando la miel se ha secado y quemado. Su contenido depende del origen. La proporción de sales minerales es insignificante. Los minerales presentes en mayor proporción son el potasio, fósforo, calcio y magnesio.
- Otros componentes son las **hormonas, pigmentos y sustancias aromáticas**.

En la tabla 1 se pueden observar los distintos componentes presentes en la miel y su valor contenido cada 100 gramos.

COMPONENTE	VALOR EN 100 GRAMOS
AGUA	17,1 g
CARBOHIDRATOS:	82,4 g
- FIBRA	0,2 g
- AZÚCARES:	82,12 g
- GLUCOSA	35,75 g
- FRUCTOSA	40,94 g
PROTEINAS	0,3 g
VITAMINAS	0,2 g
MINERALES	76 mg
CENIZAS	0,68 mg
AMINOÁCIDOS	0,16 mg

Tabla 1. Composición química de la miel (Díaz Moreno, 2009).

Las mieles en estado fresco son productos viscosos de sabor muy azucarado, ácido y más o menos aromático con un olor característico.

3.2 CLASIFICACIÓN DE LA MIEL (Real Decreto 1049/2003)

Existen distintas variedades de miel en función de su origen, su elaboración o presentación y miel para uso industrial.

Según su **origen** son las siguientes:

- Miel **de flores** o de **néctar**: es aquella que procede del néctar de las plantas.
- Miel de **mielada**: es aquella que procede en mayor parte de excreciones de insectos chupadores de plantas presentes en las partes vivas de las plantas o de secreciones de las partes vivas de las plantas.

Según su **elaboración** o **presentación**, se pueden encontrar los siguientes tipos de miel:

- Miel en **panal**: miel que es depositada por las abejas en los alvéolos operculados de panales recientemente contruidos por ellas, o en finas hojas de cera en forma de panal realizadas únicamente con cera de abeja, sin larvas y vendida en panales, enteros o no.
- Miel con **trozos de panal**: miel que contiene uno o más trozos de miel en panal.
- Miel **escurrida**: miel que se obtiene a partir del escurrido de los panales desoperculados, sin larvas.
- Miel **centrifugada**: es la miel que se obtiene a partir de la centrifugación de los panales desoperculados, sin larvas.
- Miel **prensada**: miel obtenida a partir de la compresión de los panales, sin larvas, con o sin la aplicación de calor moderado, de hasta un máximo de 45°C.
- Miel **filtrada**: miel que se obtiene eliminando materia orgánica o inorgánica ajena a la miel de manera tal que se genere una importante eliminación de polen.

Miel para uso industrial: 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 extraño, haber comenzado a fermentar o haber fermentado o bien, haberse sobrecalentado.

Además, en algunas revisiones bibliográficas se pueden encontrar clasificadas según su origen botánico:

- Miel **monofloral**: procede de flores de una misma familia, género o especie. Posee características sensoriales, fisicoquímicas y microscópicas propias.

- Miel **multifloral**: las abejas elaboran la miel a partir de distintos nectarios.
- Miel de **mielada**: obtenida principalmente de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas

3.3. OBTENCIÓN DE LA MIEL

En la miel, al ser un producto alimenticio, se requieren unas condiciones higiénicas adecuadas durante su manipulación. El proceso de producción empieza cuando las **abejas pecoreadoras** absorben con su lengua el néctar de las flores, estas lo introducen en el **buche**, lo llevan a la colmena y lo distribuyen entre las **abejas receptoras** (obreras y zánganos). Estas abejas receptoras dejan resbalar por su lengua las gotas de néctar que absorben y las ponen en contacto con las corrientes de aire que circulan en la colmena de forma que van perdiendo agua. Este proceso se suele realizar varias veces hasta que el contenido de agua ha disminuido hasta un 30-40 %. Las gotas se vuelven más viscosas y espesas y se les han añadido enzimas nuevas.

Para poder cosechar, es necesario que el contenido en agua esté por debajo del 18 % (suele durar unos 3 días aproximadamente hasta alcanzar esa concentración). Una vez que termina este proceso, el néctar y la mielada se han transformado completamente en miel madura. En ese momento es cuando las celdillas se pueden sellar mediante el opérculo (capa fina de cera). Cuando mínimo tres cuartas partes de la superficie del panal esta operculado, el apicultor recolecta los panales y lleva a cabo el procesado de la miel. Las **etapas más relevantes** son las siguientes:

La **desoperculación** consiste en eliminar el opérculo o tapón de cera y tiene como finalidad dejar libre la salida de la miel para la etapa de extracción (Hernández et al, 2019). Esto se puede realizar manualmente con cuchillos o bien con desoperculadoras que pueden ser continuas o discontinuas. Tanto los utensilios como la maquinaria empleada deben ser de acero inoxidable o de otro material de uso alimentario. La **extracción** consiste en sacar la miel de las celdillas donde se encuentra. La extracción se puede realizar por presión (estrujado físico del panal con las manos), por gravedad o goteo (los panales, tras el desoperculado, se dejan en reposo para que la miel escurra por si misma) y por centrifugación (se fuerza la salida de la miel mediante fuerza centrífuga). Este último es el método más efectivo, higiénico y el empleado en la actualidad. Posteriormente, se realiza el **filtrado** que se suele hacer en dos etapas: **filtrado grosero** y **filtrado fino**. La **decantación/desaireado** es el proceso a partir del cual las burbujas de aire presentes en la miel durante las fases previas ascienden a la superficie (la temperatura

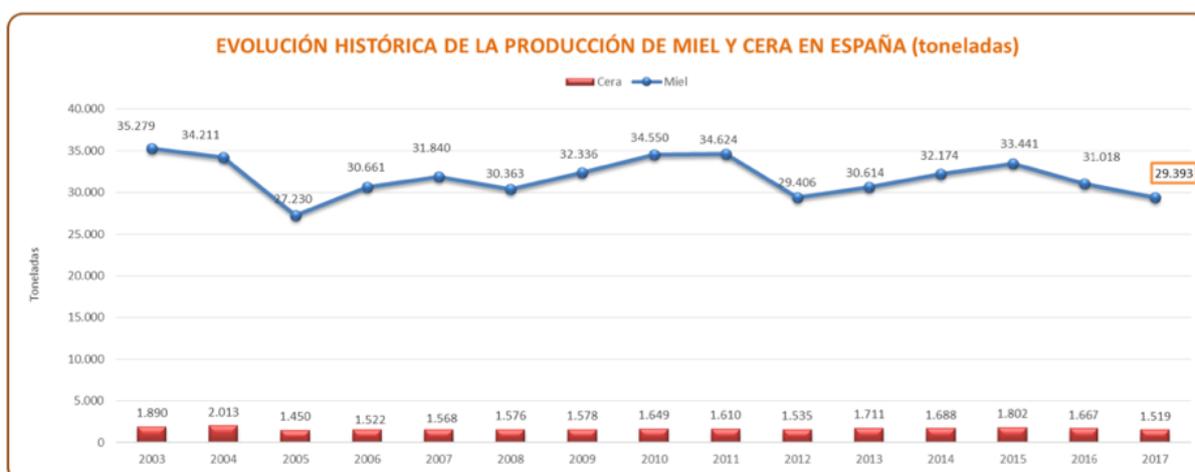
suele ser de unos 30°C). La **pasteurización** (no siempre se lleva a cabo) consiste en someter a la miel a 78°C durante 6-7 minutos con el objetivo de eliminar levaduras, fundir los cristales de glucosa, conseguir que la miel permanezca líquida y destruir enzimas como la invertasa y amilasa. Por último, la miel se envasa.

Cuando se comercialice la miel o se utilice en un producto que sea destinado a consumo humano, no se le podrá añadir ningún ingrediente alimentario ni ninguna otra sustancia a parte de la miel y debe estar exenta de materias orgánicas e inorgánicas ajenas a su composición (Real decreto 1049/2003).

3.4 ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA MIEL EN ESPAÑA

El sector apícola español supone alrededor del 0,44% de la producción final ganadera y el 0,17% de la producción de la rama agraria, con un valor anual estimado en unos 62 millones de euros.

La producción de miel en España ha ido variando durante los últimos años (Gráfica 2). Durante el 2018 se situó en 29393,2 Tm (datos S.G. Estadística MAPA, 2017). Los resultados no fueron los esperados debido a que los excesos de lluvia influyeron negativamente en la campaña. Andalucía, la Comunidad Valenciana, Extremadura y Castilla y León son las 4 comunidades donde se concentra la mayor parte de producción de la miel.



Gráfica 2. Evolución histórica de la producción de miel y cera en España. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

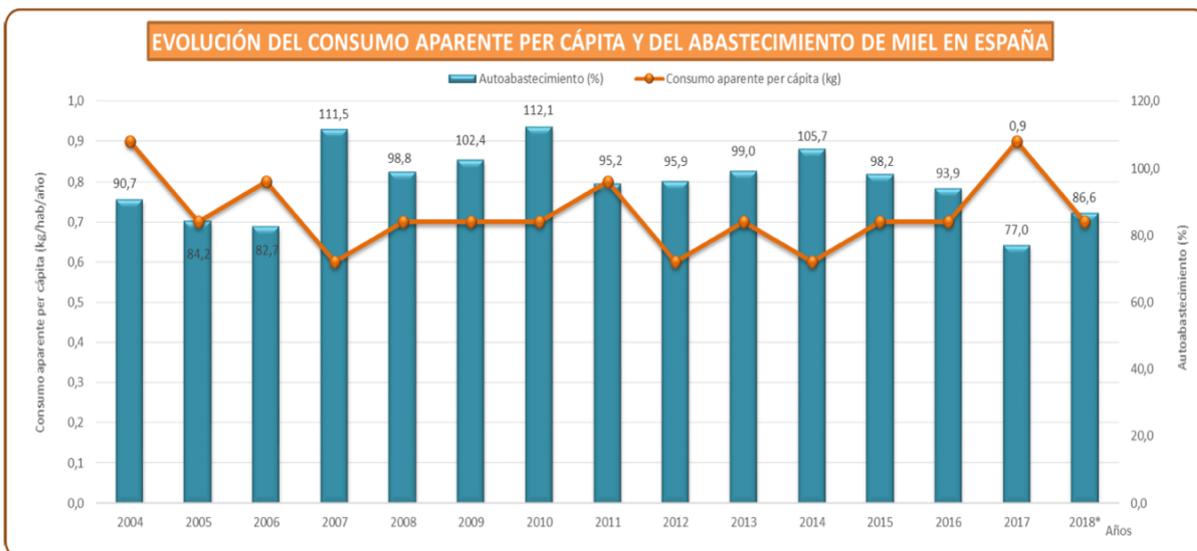
En cuanto al comercio, China es el principal proveedor a España procedente de países terceros. Las exportaciones de miel han ido en aumento gradual hasta consolidarse el mercado exterior como una línea de comercialización con entidad propia (MAPA, 2019). En el año 2018 se observó un descenso de las exportaciones, al igual que ocurrió con las importaciones.

Desde el comienzo de la campaña hasta el final, las cotizaciones de las mieles a granel subieron un 14,47% en la variedad de miel multifloral, mientras que para las variedades de miel de mielada fueron de un 13,32%. Por otro lado, las mieles envasadas de variedad multifloral tuvieron una subida del 1,40% y la miel de mielada envasada del 20,44%. En la tabla 2 se puede observar la evolución de los precios de diferentes tipos de miel en función de la variedad y de su presentación entre los meses de abril de 2017 y marzo de 2018.

TIPOS DE MIEL VARIEDAD Y PRESENTACIÓN	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sept-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18
Miel Multifloral a Granel	2,86	3,02	3,04	3,2	3,5	3,31	3,19	3,29	3,29	3,25	3,21	3,28
Miel Mielada a Granel	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19	4,35	4,67	4,65	4,65	4,47	4,47	4,75
Miel Multifloral Envasada	5,01	4,94	4,92	4,97	5,01	5,05	4,91	5,02	5,1	5,11	5,09	5,08
Miel Mielada Envasada	5,71	6,34	6,34	6,68	6,68	6,68	6,68	6,68	6,88	6,68	6,88	6,88

Tabla 2. Evolución precios Miel. Campaña 2017/2018 (€/kg).

El consumo se mantiene en los últimos años en torno a unos 400 gr/per cápita (véase Gráfica 3). El nivel de abastecimiento en España se sitúa en valores próximos al 85%. Sin embargo, en la Unión Europea (UE) el abastecimiento es menor, siendo este del 65%.



Gráfica 3. Evolución del consumo aparente per cápita y del abastecimiento de mieles en España. (MAPA, 2019)

3.5 CALIDAD DE LA MIEL

Un aspecto muy importante desde el punto de vista de los consumidores es la **calidad** de la miel, la cual está determinada por una serie de **parámetros químicos** y **microbiológicos** que hacen que sea aceptable para los estándares mundiales.

Las propiedades organolépticas de la miel son aquellas características que pueden ser percibidas por los sentidos, como el **sabor**, **olor**, **textura**, **color** y que les confieren en gran medida su calidad, además de guardar una estrecha relación con las características fisicoquímicas y la posible percepción de defectos como adulteraciones que se dan en los productos. (Pacheco-López N., et al, 2016).

La composición de la miel dependerá principalmente de dos factores: el néctar de origen y factores externos como son las condiciones climáticas, métodos de extracción, el tiempo y las condiciones de almacenamiento, así como las características y tipo de suelo (Grane, 1975).

Los **requisitos** que debe reunir la miel de acuerdo con (Real Decreto 1049/2003) son los siguientes:

- **CARACTERÍSTICAS SENSORIALES:**

- El **color** será variable desde un tono casi incoloro a un tono pardo oscuro.
- La **consistencia** podrá ser fluida, viscosa o cristalizada total o parcialmente.
- El **sabor y aroma** pueden variar, pero se derivan del origen vegetal. No debe tener un **gusto ni olor** extraño ni haber comenzado a fermentar.

- CARACTERISTICAS FISICO-QUÍMICAS:

- **Contenido de azúcares:**

- A. Contenido de fructosa y glucosa (suma de ambas):

- Miel de flores: no menos de 60 g/100 g

- Miel de mielada, mezclas de miel de mielada con miel de flores: no menos de 45 g/100 g.

- B. Contenido de sacarosa:

- En general no más de 5 g /100 g.

- Espliego, borraja: no más de 15 g/100 g.

- Falsa acacia, alfalfa, Banksia de Menzies, Sulla, Eucalipto rojo, Eucryphia lucida, ucryphia milliganii, Citrus spp: no mas de 10 g/100 g.

- **Contenido de agua:**

- A. En general no más del 20%.

- B. Miel de brezo y miel para uso industrial en general: no más del 23%.

- C. Miel de brezo para uso industrial: no más del 25%.

- **Contenido de sólidos insolubles en agua:**

- A. En general: no más de 0,1 g/100 g.

- B. Miel prensada: no más de 0,5 g/100 g.

- **Conductividad eléctrica:**

- A. Miel no incluida en los siguientes párrafos indicados y mezclas de mieles: no más de 0,8 mS/c.

- B. Miel de mielada y miel de castaño, y mezclas de estas, excepto con las mieles que se enumeran a continuación: no menos de 0,8 mS/c.

- C. Excepciones: madroño, argaña, eucalipto, tilo, brezo, manuka o jelly Bush, árbol de té.

- **Ácidos libres:**

- A. En general: no mas de 50 meq/1000 g.
- B. Miel para uso industrial: no más de 80 meq/1000 g.
- **Índice diastásico y contenido en hidroximetil furfural (HMF)**, determinados después de la elaboración y mezcla:
 - A. Índice diastásico:
 - En general, excepto miel para uso industrial: no menos de 8.
 - Mieles con bajo contenido natural de enzimas y un contenido de HMF < 15 mg/kg: no menos de 3.
 - B. HMF:
 - En general, excepto miel para uso industrial: no más de 40 mg/kg.
 - Miel de origen declarado que proviene de regiones de clima tropical y mezclas de estas: no mas de 80 mg/kg.

3.6 ALTERACIONES MÁS FRECUENTES EN LA MIEL

La miel puede sufrir una serie de **alteraciones** que pueden afectar a la calidad de esta. Estas alteraciones son la **cristalización**, el **pardeamiento enzimático** y la **fermentación**.

- La **cristalización** se trata de la formación de cristales de azúcar en la miel, principalmente de glucosa, debido a la liberación de agua. La cristalización da lugar a una separación de fases en la miel, de tal forma que aparece una fase cristalina (parte inferior), y una fase líquida de color oscuro (parte superior). Los factores que influyen en la solidificación son: Azúcares de la miel, la temperatura de almacenamiento, el tiempo transcurrido desde la extracción y las partículas de tierra que se pueden incorporar en a miel durante el proceso de extracción.

El tamaño de los cristales va a depender de la velocidad, de forma que cuando la cristalización es lenta el tamaño de los cristales es mayor (White, 1975).

Las temperaturas de almacenamiento entre 5°C y 7°C favorecen la creación de cristales de glucosa (De Boer, 1932) siendo más rápida la cristalización a 14°C. sin embargo, los cristales desaparecen a 78°C (Louveaux, 1985).

En general la cristalización no se considera como defecto, ya que con el tiempo afecta a la mayor parte de las mieles de forma natural.

- El **pardeamiento enzimático** es otra alteración que puede tener lugar en la miel. El pardeamiento se debe a la inestabilidad de la fructosa al pH del producto, como consecuencia se forma hidroximetilfurfural y polímeros de color pardo. La temperatura y el tiempo de conservación son los parámetros que influyen en la proporción de estos compuestos. Además, puede ocurrir en menor medida, la reacción de Maillard debido a la condensación de azúcares reductores con los grupos amino de las proteínas y aminoácidos.
- La **fermentación** se trata de la transformación de los azúcares en alcoholes y polioles (principalmente alcohol etílico), que produce un desprendimiento de gas carbónico. Es un proceso irreversible, que influye en las características de la miel. La fermentación aparece que cuando tiene lugar la germinación y desarrollo de levaduras osmófilas, en mieles que no se han sometido a un tratamiento de pasteurización y en aquellas que han sufrido contaminación tras el tratamiento térmico. El crecimiento de las levaduras se debe al contenido de agua de la miel, siempre que la temperatura sea la adecuada (25°C).

Una vez que la miel ha fermentado, su empleo puede ser para la producción de vinagre, pero no para consumo directo.

4. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Con el fin de obtener una miel de gran calidad para el consumidor, la legislación establece una serie de parámetros de composición que se deben cumplir. Los parámetros fisicoquímicos que se tienen en cuenta en la legislación además del color, sabor y aroma son: el contenido de azúcares, de agua, de sólidos insolubles en agua, la conductividad eléctrica, los ácidos libres y el índice diastásico. En la calidad de la miel además de los requisitos fisicoquímicos, se deben tener en cuenta unas **buenas condiciones higiénicas** durante procesado y almacenamiento.

Por otra parte, la miel tiene una **flora microbiana** original propia como cualquier producto de origen animal. Para ello, se realizan una serie de investigaciones desde el punto de vista microbiológico con el fin de garantizar la seguridad del consumidor. Entre estos análisis destacan el recuento de mohos y levaduras (tanto banales como osmófilas), de aerobios mesófilos totales, diversas especies de *Bacillus*, *Salmonella*, *Clostridium*, *S. aureus* y *Coliformes*.

Es por todo esto que se han establecido los siguientes objetivos:

- Realización de una **revisión bibliográfica**, utilizando fuentes legales y científicas sobre el tema propuesto.
- **Conocer** y **desarrollar** aquellos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que están relacionados con la miel, además de la posible relación que puede haber entre ellos.

5. METODOLOGÍA

Para este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica a partir de artículos con base científica y legal a través de la búsqueda de varias **fuentes de información** como artículos, libros, legislación. Las bases de datos que se han empleado en este trabajo son las siguientes:

- **Google académico**: es el buscador de Google especializado en literatura científica o académica. Este te permite encontrar de manera sencilla múltiple información que resulta de ayuda para la realización de trabajos. Los resultados aparecen ordenados considerando el texto completo, el número de citas recibidas, el autor, la publicación fuente, etc. Es un buen recurso para buscar en muchas fuentes a la vez, pero no todos los editores autorizan a Google a enlazar sus contenidos.

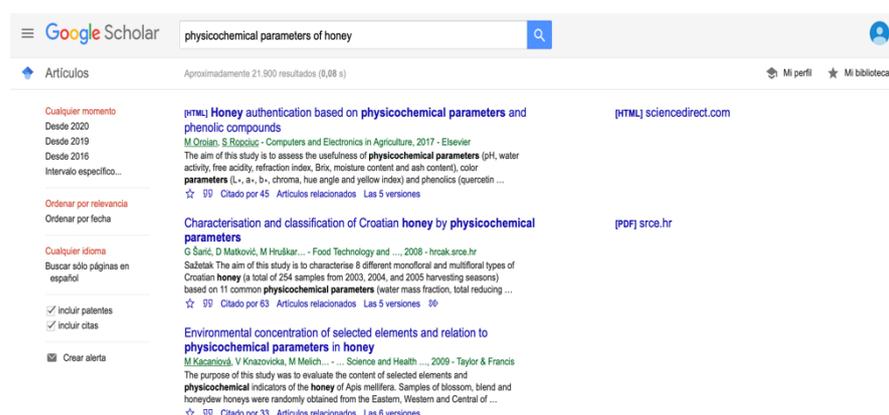


Figura 1. Buscador Google Académico.

- **Alcorze:** Se trata de un buscador que permite acceder a la mayoría de los recursos de información de la biblioteca de Zaragoza (BUZ), tanto de fuentes internas (catálogo de la biblioteca, repositorio institucional, Zaguán...) como externas (bases de datos), en formato impreso o electrónico. Además, permite localizar publicaciones en acceso abierto. Se puede realizar una búsqueda simple por uno de estos campos: autor, título o palabra clave; o bien se puede realizar una búsqueda avanzada.



Figura 2. Página inicial de Alcorze donde te permite buscar información introduciendo las palabras clave necesarias.

- **Web de Organismos oficiales y públicos:** Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación (MAPA) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

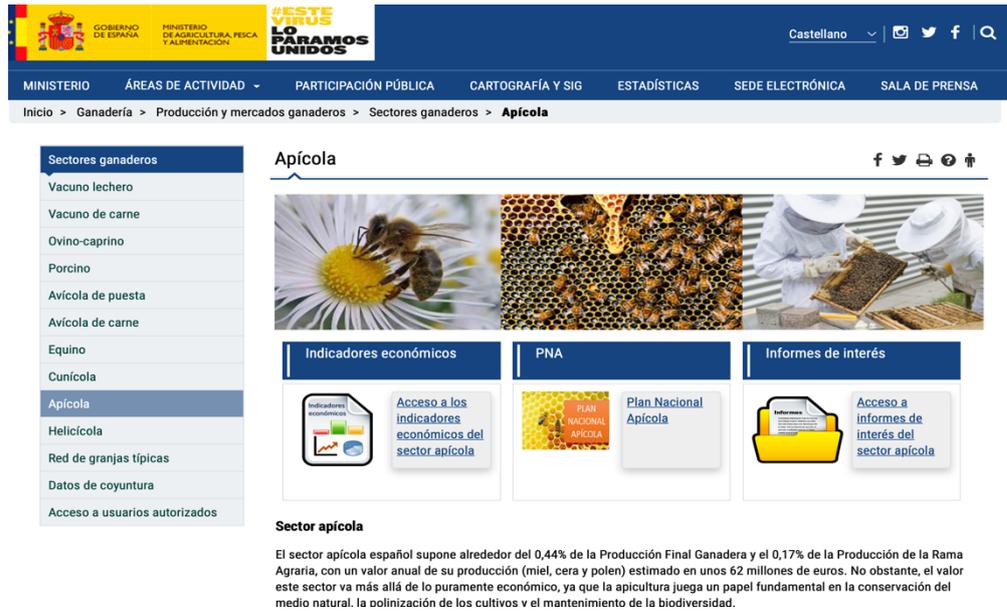


Figura 3. Web de MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

- **Eurlex:** Se trata de un buscador online de fuentes legales que proporciona el acceso más amplio posible y oficial a los documentos de la UE.

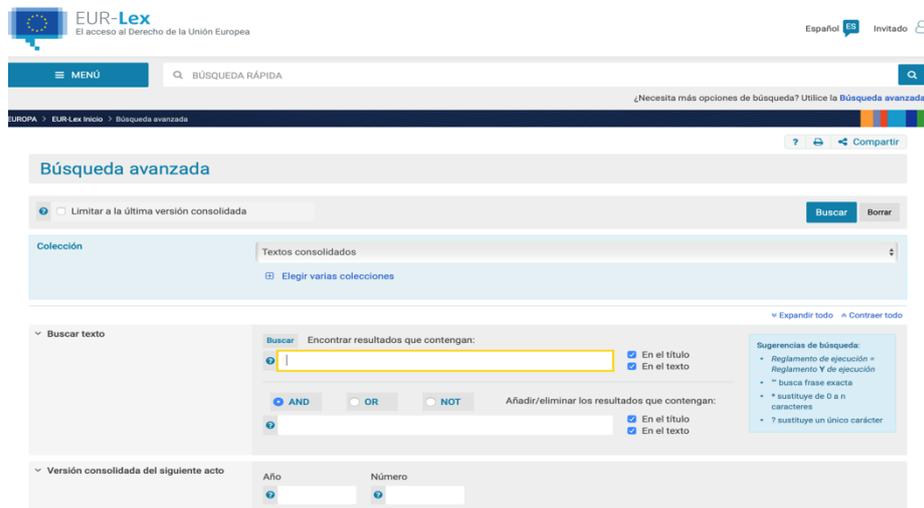


Figura 4. Web Eurlex.

- **Base de datos de legislación del BOE:** se trata de una base de datos que incorpora, además del texto de las disposiciones de ámbito estatal, autonómico y europeo publicadas desde 1960, un análisis jurídico pormenorizado de cada disposición.

Figura 5. Base de datos de legislación del BOE.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 CONTENIDO DE HUMEDAD

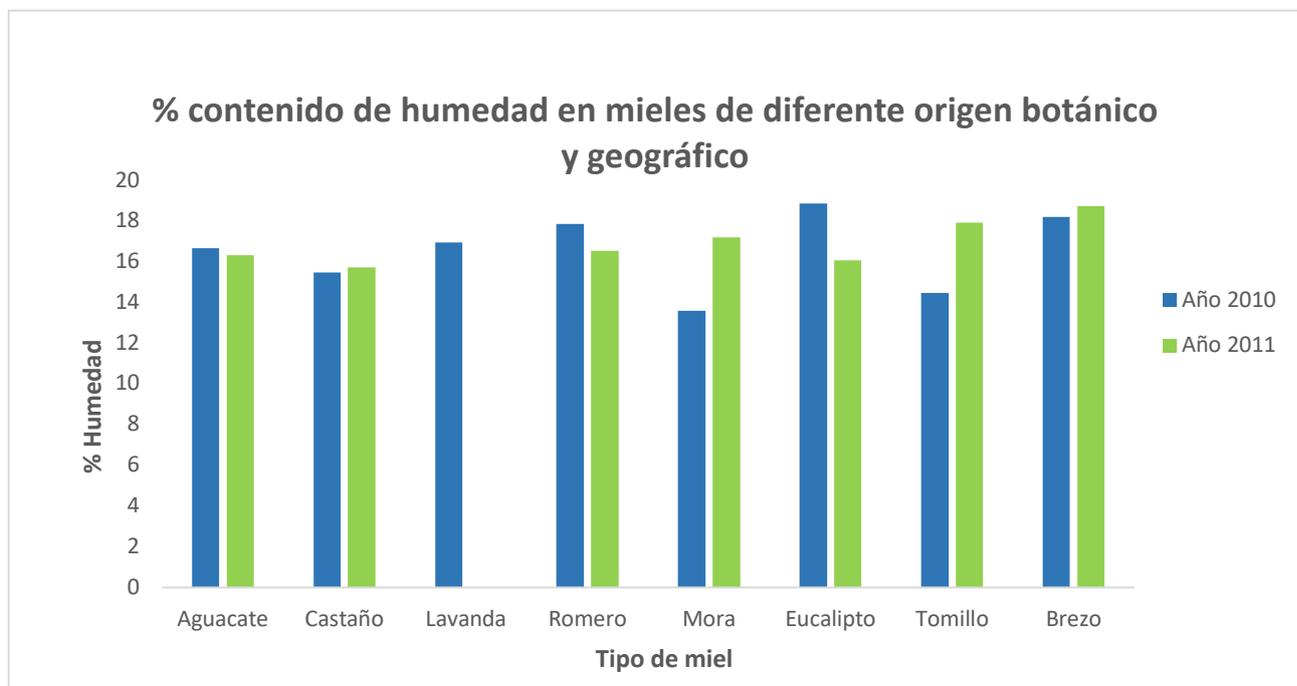
El **contenido de humedad** en la miel depende de las **condiciones ambientales** y las **prácticas apícolas**. En función de la temporada y el año de cosecha, la humedad puede variar (Acquarone et al., 2007). Este parámetro influye en las propiedades físicas de la miel como son la **viscosidad** y **crystalización**, además del color, sabor, gravedad específica, solubilidad y conservación (Escudero et al., 2013).

Según el Codex Alimentarius el contenido de humedad no debe exceder del 20 %.

En un estudio realizado por Escudero et col. (2013), donde evaluaron el contenido de humedad en muestras recogidas en el noroeste de España, los resultados variaron entre 16,9 % y el 18 %, siendo la media de 17,6 %.

En otro estudio realizado por Combarros- Fuertes, et al. (2018) se evaluaron mieles de origen floral de distintas zonas geográficas españolas (Gráfica 1). Se recogieron muestras de 8 tipos de mieles, 7 de ellas con marca de calidad diferenciada de diferentes orígenes botánicos y geográficos. Para cada una de ellas se tomaron dos muestras, una de ellas en 2010 y otra en 2011. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios en relación con la normativa, ya que la

media fue de 16,8 %. Sin embargo, se puede observar la diferencia en el contenido de humedad de la muestra de miel multifloral (zarza) siendo en 2010 de 13,60 % y en 2011 de un 17,20 %. El contenido más alto de humedad corresponde a la miel de brezo con un total de 18,20 % (2010) y 18,73 % (2011).



Gráfica 4. Valores de contenido de humedad para mieles de diferente origen botánico y geográfico. Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica: Combarros-Fuertes et al. (2018). PDO (miel de Granada): Aguacate y Castaño; PDO (miel de la Alcarria): Lavanda y Romero; PGI (miel de Galicia): Mora y Eucalipto; Provincia de León: Tomillo y Brezo.

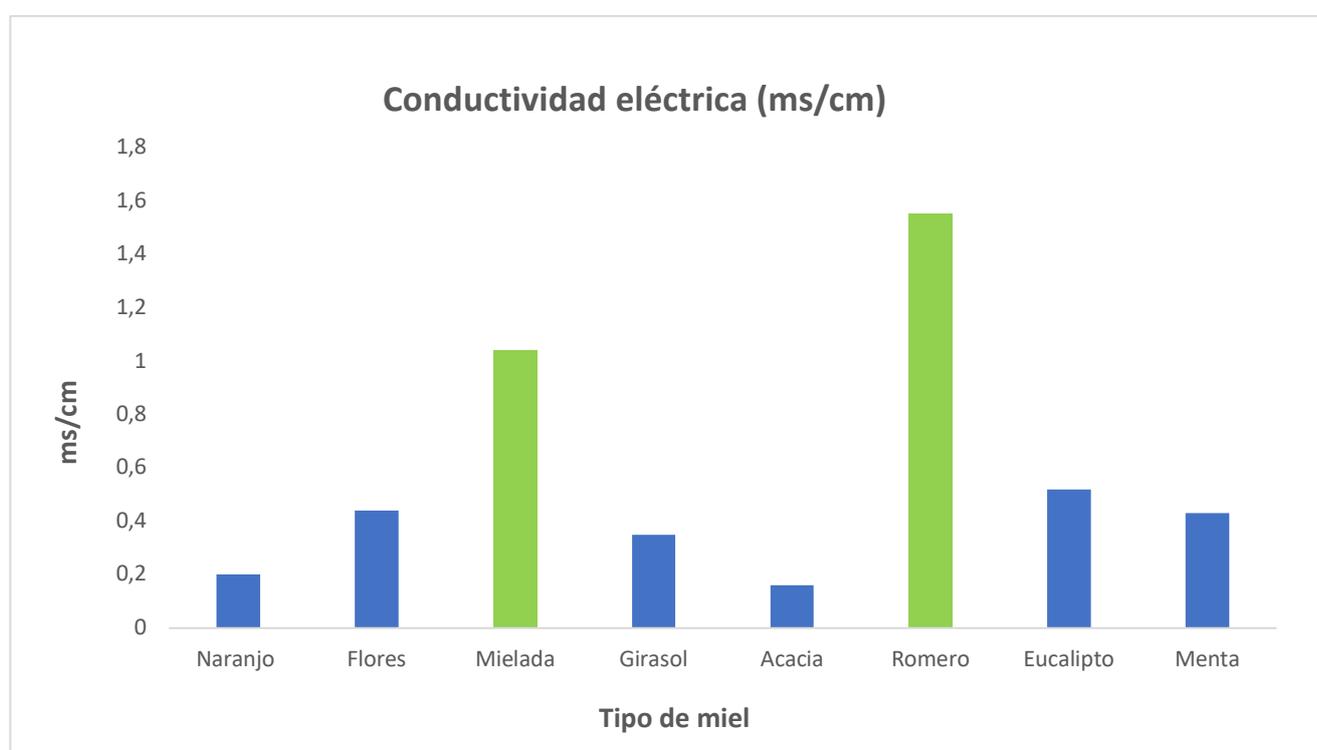
6.2 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La **conductividad eléctrica** de la miel se relaciona con el contenido en sales minerales, ácidos orgánicos, proteínas y polioles (Crane, 1975). Este parámetro se ha incluido recientemente en las nuevas normas internacionales para la miel (Codex Alimentarius, 2001) que reemplaza la determinación del contenido de cenizas. Es útil para diferencias entre las mieles florales y mieles de mielada.

La miel de mielada y la de castaño suelen presentar una conductividad eléctrica mayor de 1mS/cm (véase Gráfica 5) mientras que en las mieles florales los valores oscilan entre 0,1 y 0,7 mS/cm (Fattori, 2004). En un estudio que fue realizado por Pérez et al. (2007), se pudo

observar que las mieles de flores (0,44 mS/cm) y las mixtas (0,74 mS/cm) tienen un contenido de humedad menor al de las mieles de mielada (1,04 mS/cm).

En el estudio realizado por Boussaid et al. (2014) sobre diferentes muestras de mieles florales de Túnez, los resultados obtenidos de conductividad eléctrica fueron de 0,39 a 0,89 mS/cm. Estos resultados tuvieron una relación positiva entre la conductividad eléctrica y las cenizas. En otro estudio realizado por Lokossou et al. (2017) donde se realizaron análisis fisicoquímicos en mieles de distintas áreas de Benin, la conductividad eléctrica varió de 0,37 a 1,43 mS/cm.



Gráfica 5. Valores conductividad eléctrica para mieles de diferente origen botánico y geográfico. Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica: Sajid et al. (2019): miel de Naranja; Pérez et al. (2007): miel de flores y miel de mielada; Oroian et al. (2017): miel de girasol y miel de acacia; Pérez et al. (1994): miel de romero; Boussaid et al. (2018): miel de eucalipto y miel de menta.

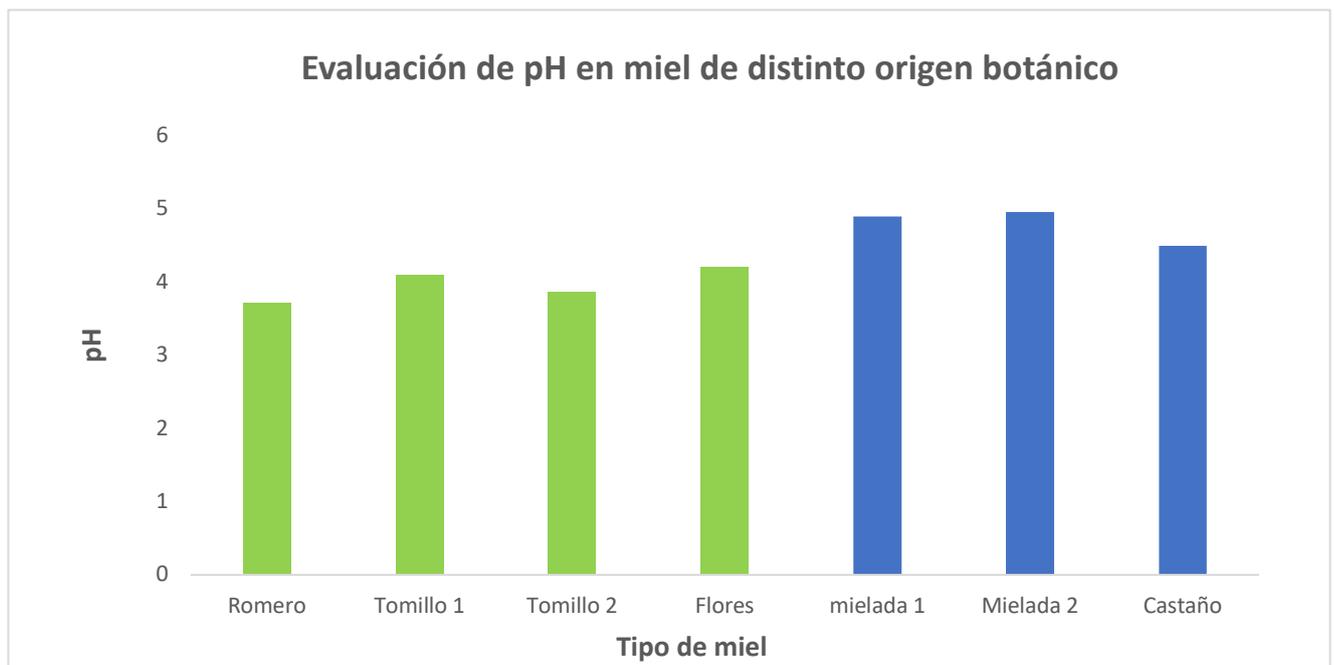
6.3 pH

EL **pH** es un parámetro de gran importancia a evaluar por su influencia sobre el desarrollo de microorganismos y enzimas. Este afecta a las propiedades físicas del producto como la textura, estabilidad y resistencia. El pH está condicionado por el contenido en sales minerales, sobretodo el potasio, sodio y calcio (Crane, 1975).

El pH de la miel oscila entre 3,4 y 6,1, teniendo una media de 3,9 (Louveaux, 1985). Esta variación se debe a su origen botánico siendo inferior o igual a 4 en mieles de tipo floral y superior a este para las mieles de mielada (Frias y Hardisson, 1992).

En el estudio realizado por Pérez et al (1994) sobre el análisis de mieles de romero, se obtuvo un pH de 3,71. Por otro lado, en el estudio llevado a cabo por Oroian et al. (2017) donde analizaron 50 muestras de miel de 5 orígenes botánicos distintos los pH fueron los siguientes: acacia (4,6), tilia (5,5), girasol (4,9), mielada (4,9) y polifloral (4,4).

En un estudio las mieles de espliego tuvieron unos valores de pH entre 3,8 y 4,4 con un valor medio de 4,01. Para las mieles de tomillo los valores oscilaron entre 3,8 y 4,8 con un valor medio de 4,1.



Gráfica 6. Valores de pH para mieles de diferente tipo: mieles de flores y mieles de mielada. Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica: Pérez et al. (1994): Romero; Bousaid et al. (2019): Tomillo 2; López et al. (2015): Tomillo 1; Tornuk et al. (2012): miel de flores; Combarros-Fuertes et al. (2018): miel de castaño; Oroian et al. (2017): miel de mielada 1; Pérez et al. (2007): miel de mielada 2.

Como se puede observar (Gráfica 6) las mieles de mielada y de castaño presentan un pH superior al de las mieles florales.

6.4 ACIDEZ:

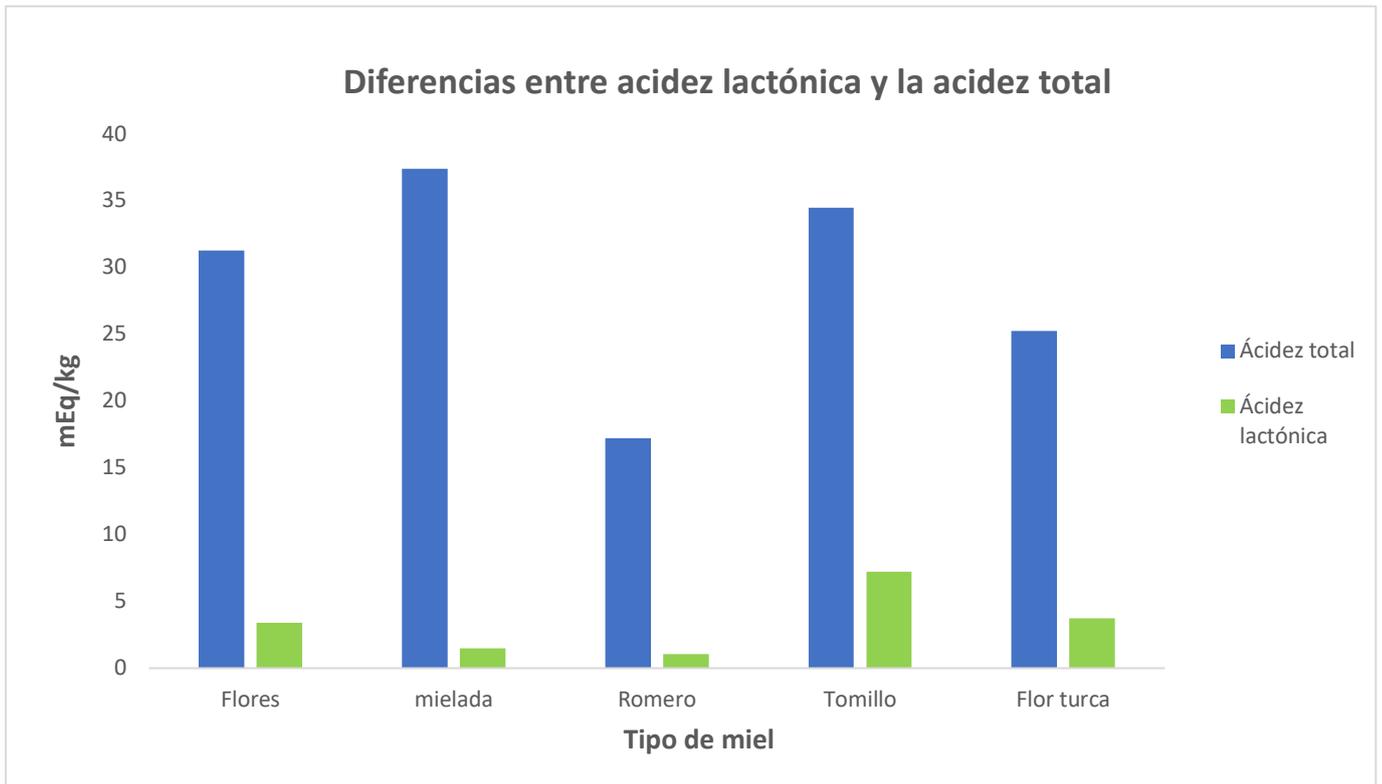
La **acidez** se debe principalmente a los ácidos orgánicos presentes en la miel que se encuentran en equilibrio con sus lactonas y con algunos iones inorgánicos. Su origen se debe a las reacciones enzimáticas que tienen lugar durante la maduración y almacenamiento. Este parámetro incrementa con el tiempo. Se pueden distinguir 3 tipos de acidez: libre, láctónica y total. La relación acidez láctónica/acidez libre es la que más orienta sobre el origen botánico de la miel: floral o de mielada (Sancho et al., 1991a). La acidez libre máxima es de 50 mEq/kg según lo indicado en el Codex.

La acidez total en la miel de mielada suele ser mayor que la de miel de flores, tal y como se puede observar en un estudio realizado por Pérez et al. (2007) donde la miel de flores tiene una acidez total de 31,3 mEq/kg y la miel de mielada tiene una acidez total de 37,4mE/kg. En este estudio la acidez láctónica para la miel de flores fue de 3,4 mE/qkg y de 1,5 mEq/kg para la de mielada.

En un estudio que se realizó en 20 muestras de miel de flor turca, la media de acidez total obtenida fue de 25,25 mEq/kg, mientras que la acidez libre fue de 25,5 mEq/Kg y la láctónica fue de 3,76 mEq/kg.

La miel de romero analizada por Pérez et al. (1994), obtuvo una acidez libre de 16,2 mEq/kg, una acidez láctónica de 1,06 mEq/kg, dando lugar a una acidez total de 17,2 mEq/kg.

En otro estudio realizado por Periago et al. (2017) se adquirieron 8 tipos de mieles producidas en la Alpujarra clasificadas como miel de aguacate (10,11 mEq/kg), azahar (10,24 mEq/kg), castaño (10,53 mEq/kg), encina (10,23 mEq/kg), espliego (10,08 mEq/kg), milflores (10,33 mEq/kg), romero (10,28 mEq/kg) y sierra (10,32 mEq/kg). En la gráfica 7, se puede ver que la acidez láctónica en la miel de mielada es menor que en la de flores, siendo la miel de tomillo la que mayor contenido de acidez láctónica presenta. Sin embargo, el contenido de acidez total es mayor en la de mielada.



Gráfica 7. Valores de acidez total y acidez láctica en mieles de diferente tipo. Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica: Pérez et al. (2007): miel de flores y miel de mielada; Tornuk et al. (2012): miel de flor turca; Terrab et al. (2004): miel de Tomillo; Pérez et al. (1994): miel de romero.

6.5 COLOR:

El **color** es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. Se trata de un atributo de apariencia de los productos, cuya observación permite detectar ciertas anomalías y defectos (Abdullah y col, 2004). En la industria alimentaria, permite la clasificación de productos, la evaluación de materias primas, control de procesos y se miden indirectamente otros parámetros.

En la miel, el color está relacionado fundamentalmente con el origen botánico y la composición del néctar, el proceso de obtención y la temperatura y tiempo de almacenamiento (Salas y col, 1993). En general, cuanto más oscura es una miel, mayor contenido de sales minerales contiene, pudiendo incluso considerarse que su valor nutritivo es mayor (Díaz, 2003). En Europa se privilegian las mieles más oscuras, mientras que en Norteamérica prefieren las mieles claras.

Hay diversos métodos para la medición del color. En la tabla 3 se puede ver la escala internacional donde clasifica las mieles en distintos colores en función de los mmPfund que poseen. Algunas investigaciones usan el sistema Pfund, como puede verse en el estudio realizado por López et al. (2015), donde la miel de espliego tiene una media de color de 63,5 mmPfund y la miel de Tomillo de 71 mmPfund.

ESCALA INTERNACIONAL	mmPFUND	COLOR
Blanco agua	0-8 mm	
Extra blanco	8-17 mm	
Blanco	17-34 mm	
Ámbar extra claro	34-48 mm	
Ámbar claro	48-83 mm	
Ámbar	83-114 mm	
Ámbar oscuro	Más de 114 mm	

Tabla 3. Rangos de color utilizados para clasificar las mieles por color. Escala internacional USDA (Standard Grades of Extracted Honey).

En otro estudio realizado por Combarros-Fuertes et al. (2018) donde se realizó un análisis con muestras de miel de marca de calidad en España, los valores fueron de 17,13 a 169,53 mmPfund, siendo la miel de aguacate una de las que tenía un color ámbar oscuro (139,07 mmPfund).

Otro sistema utilizado es el sistema Cielab, que se trata de un sistema de coordenadas donde: L= Coordenada de brillo; a,b =Coordenadas de Cromaticidad; C= intensidad o croma; H=tonalidad. En la tabla 4 se puede observar los resultados obtenidos de diferentes artículos mediante el sistema CIELAB:

TIPO MIEL	ORIGEN	L*	a*	b*	C*ab	h*ab
Mielada	Rumania	21,6	5,8	6,6	8,9	48,69
Polifloral	Rumania	45,6	-1	11,9	12	-85,19
Menta	Tunisia	36,64	4,41	17,67	18,21	75,98
Romero	Tunisia	51,37	-0,07	6,06	6,06	-89,33
Naranja	Tunisia	46,95	0,34	15,79	15,8	88,76
Castaño	Italia	63	18,1	82,7	84,7	77,7

Tabla 4. Se comparan los colores obtenidos en mieles de diferentes regiones y orígenes a partir del sistema CIELAB. Se trata de una elaboración propia a partir de: Boussaid et al. (2018), Oroian, M., Ropciuc, S. (2017) y Tuberoso et al (2014).

6.6 MICROORGANISMOS AEROBIOS MESÓFILOS TOTALES:

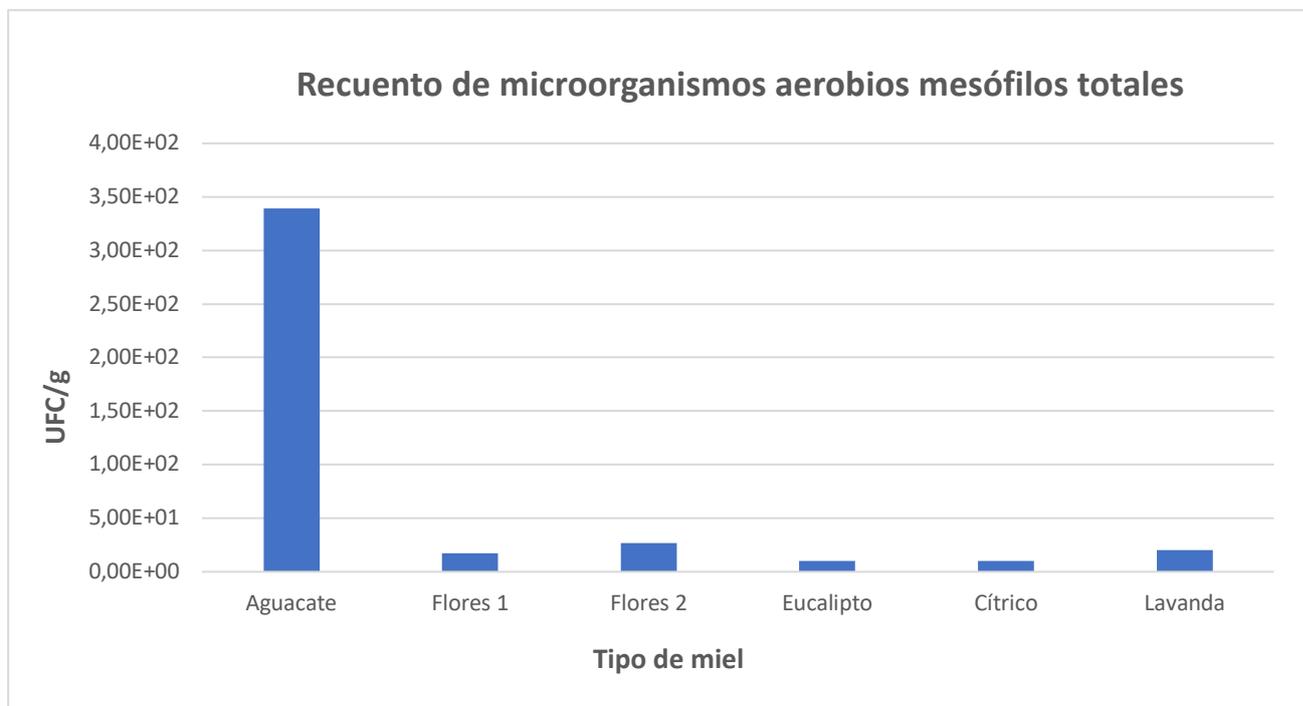
Este grupo se define como el grupo de bacterias que crecen sobre una placa de agar a temperaturas entre 30-37°C. Se pueden considerar como indicadores microbiológicos de la calidad de los alimentos. Además, indican si la limpieza y desinfección y el control de la temperatura se han llevado a cabo correctamente durante el procesado, transporte y almacenamiento.

La presencia de un número elevado de bacterias mesófilas significa que pueden haberse dado condiciones de favorables a la multiplicación de los microorganismos patógenos de origen humano o animal.

Para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos totales se suele utilizar el método de recuento en placa descrito por Pascual y Anderson (2000). Se utiliza el medio agar nutritivo *Plate Count Agar*, sembrando un mililitro de muestra y sus disoluciones decimales en placas de Petri estériles mediante homogenización en masa. Una vez sólido el medio, se añade una doble capa de Agar Blanco y se incuba a $31 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 48 horas en condiciones de aerobiosis.

En el estudio realizado por Combarros-Fuertes et al. (2018) no se detectaron microorganismos aerobios mesófilos en ocho de las quince muestras. Sin embargo, en el resto tuvo lugar un crecimiento mínimo. La muestra de aguacate recogida en 2011 fue la que tuvo un

mayor resultado ($3,39 \times 10^2$ UFC/g). En otro de los estudios, realizado por Leyva-Daniel et al (2017) se utilizó miel floral obtenida de México donde el contenido de aerobios mesófilos totales dio un total de $1,7 \times 10^1$ UFC/g.



Gráfica 8. Recuento de microorganismos aerobios mesófilos totales. Elaboración propia a partir de la revisión bibliográfica: Combarros- Fuertes et al. (2018): miel de aguacate; Leyva-Daniel et al. (2017): miel de flores 1; Tornuk et al. (2012): miel de flores 2; Gomes et al. (2010): miel de eucalipto, cítrico y lavanda.

Como se puede observar en la gráfica 8, los valores obtenidos de aerobios mesófilos totales se encuentran por debajo del límite establecido (1×10^4 UFC/g).

6.7 MOHOS Y LEVADURAS:

Los **mohos** que más se suelen encontrar en la miel son aquellos que pertenecen a los géneros *Penicillium* y *Mucor*. Se encuentran en forma de esporas, pero no suelen dar problemas a menos que la miel absorba humedad en la superficie pudiendo dar lugar al desarrollo de estos y de esta forma alterar el producto. Esta alteración puede darse durante el almacenamiento.

Por otro lado, las **levaduras** presentes en la miel son del tipo osmófilo, por lo que aguantan altas concentraciones de sales y azúcares. Las levaduras pertenecientes al grupo *Zygosaccharomyces rouxii* son las responsables de la fermentación en la miel cuando las

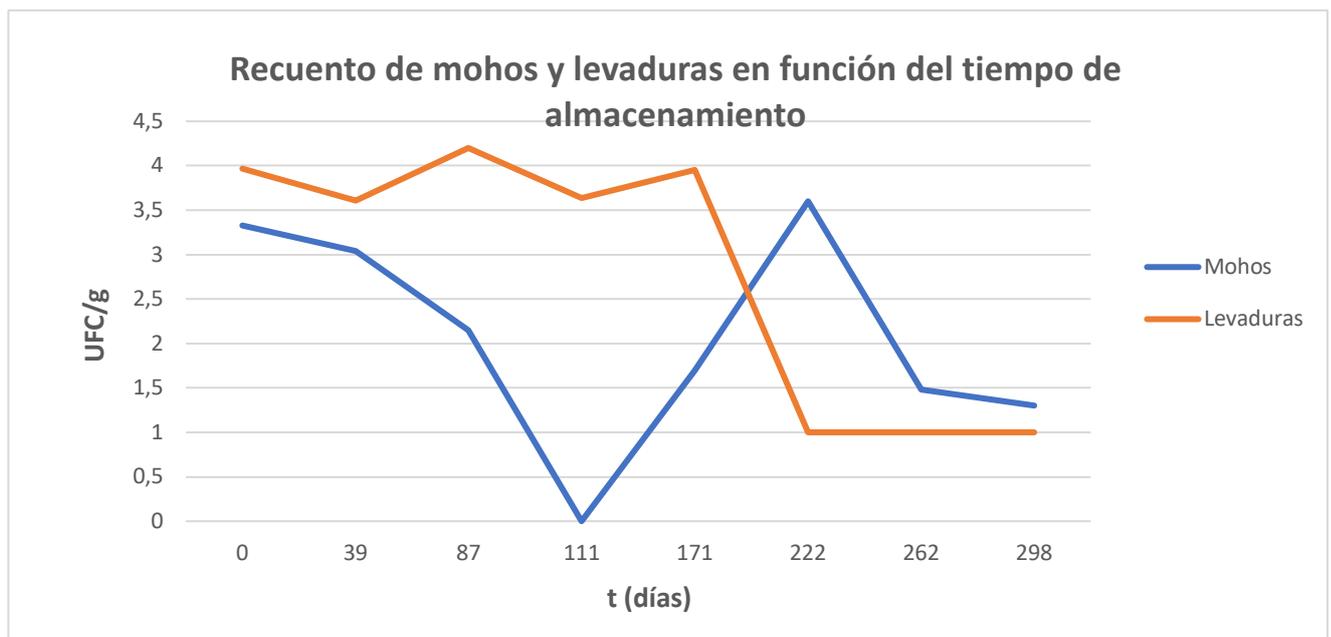
condiciones de temperatura y humedad durante el almacenamiento son desfavorables. Las levaduras en la miel suponen un problema de calidad del producto, no de seguridad alimentaria.

Para el recuento de mohos y levaduras se utilizan placas de *Oxitetracline Glucose Yeast Extract Agar* (OGYE). Se depositan en la superficie 0,1 ml por diseminación con asa estéril sobre las placas a partir de diluciones decimales. Estas se incuban a temperatura ambiente durante 5 días.

Las levaduras crecen más rápido que los mohos, pero con frecuencia junto a ellos. El límite establecido para mohos y levaduras es el siguiente: 1×10^2 UFC/g.

En la mayoría de los estudios realizados, el recuento de mohos y levaduras se encuentra por debajo de 1×10^1 UFC/g, excepto en un estudio realizado por Tornuk et al. (2012) donde en 3 de las 20 muestras se observó presencia de levaduras y en 4 muestras presencia de mohos. Los valores estaban por debajo del límite establecido.

En uno de los estudios se llevó a cabo un análisis microbiológico de miel de *Tetragonisca angustula* que fue almacenada a 4°C durante 298 días (Gráfica 9), de forma que se observó como fue variando el recuento de mohos y levaduras conforme pasaba el tiempo. Con este ensayo se pretendía evaluar la calidad microbiológica.



Gráfica 9. Análisis microbiológico de mohos y levaduras a partir de miel de *Tetragonisca angustula* recolectada del jardín botánico de Medellín y almacenada a 4°C durante 298 días. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos por Hernández et al. (2014).

6.8 ENTEROBACTERIAS:

Estas bacterias se utilizan como microorganismos indicadores debido a que son destruidas por los tratamientos de pasteurización. Es por ello, que la presencia de estas bacterias en los alimentos se debe a fallos en el proceso de elaboración o conservación. La familia enterobacteriaceae se divide en dos grupos: coliformes totales y no coliformes. Los coliformes a su vez se dividen en fecales y no fecales.

El grupo de coliformes fecales esta restringidos a microorganismos que crecen en el tracto gastrointestinal de los humanos y animales de sangre caliente. Este grupo incluye *Escherichia*, *Klebsiella* y *Enterobacter*. El *Escherichia coli* es el indicador ideal (su presencia alerta de la posible existencia de un microorganismo patógeno relacionado ecológicamente con él, por ejemplo *E. coli* es índice de *Salmonella typhi*). El hecho de que esté presente *E. coli* en la miel indica una contaminación de origen fecal debido a una falta de higiene durante la extracción de la miel. El límite establecido para el *E. coli* es ausencia/g. La detección de *E.coli* se realiza mediante la técnica del número más probable.

Otro género que pertenece a esta familia es el genero *Salmonella spp.* que es de origen fecal pero no se detecta mediante las pruebas para coliformes. La presencia de cualquier tipo de *Salmonella spp.* es considerada como un peligro potencial para la salud de los consumidores. La detección de *Salmonella spp.* se realiza mediante la técnica del número más probable. El límite establecido para este microorganismo es ausencia /25 g.

En el estudio realizado por Combarros-Fuertes et al. 2018), no se encontró *E.coli* ni *Salmonella spp.* en ninguna de las muestras. Por lo que los coliformes detectados pueden estar asociados con microorganismos del genero *Citrobacter*, *Klebsiella* que se relacionan principalmente con un origen ambiente o forman parte de la microbiota habitual de las abejas (Blanckburn, 2006; Snowdon & Cliver, 1996).

6.9 BACTERIAS FORMADORAS DE ESPORAS:

Los bacilos grampositivos formadores de esporas son las bacterias del género *Clostridium* y *Bacillus*. Estas bacterias son comunes en el aire, suelo y polvo.

En la miel las bacterias del género *Bacillus* se presentan en estado esporulado, aunque se pueden encontrar formas vegetativas en algunas mieles. No tienen acción negativa sobre la miel y no son peligrosos para la salud humana, excepto algunos miembros de este género como el *Bacillus Cereus* que da lugar a intoxicaciones alimentarias. (Coll Cárdenas et al., 2003). Se pueden encontrar algunos patógenos para las abejas como el *Bacillus larvae*.

En el estudio de Pucciarelli et al. (2014) se encontraron especies del género *Bacillus*, específicamente en los tejidos abdominales, alimentos larvarios y miel de varias especies de abejas tropicales sin agujón.

El *Clostridium* es un género de bacterias anaerobias que forman esporas. Las esporas se pueden encontrar en la tierra y en ciertos alimentos como es el caso de la miel. La detección de *Clostridium* es muy importante para determinar la calidad. La presencia de *Clostridium* Sulfito-reductores es indicativa de contaminación del producto (Collins, C.H. y col., 1999). Por otro lado, se encuentra el *C. botulinum* cuya presencia es peligrosa especialmente para bebés y niños de corta edad, siendo causante del Botulismo infantil. Al ingerir esporas de *Clostridium*, germinan y colonizan el intestino debido a las condiciones de anaerobiosis que se dan y la susceptibilidad del individuo. Como consecuencia de esta multiplicación se forma una toxina que es absorbida por el organismo y causa la parálisis flácida. La toxina botulínica actúa impidiendo la transmisión del impulso nervioso, causando. Una parálisis flácida de los músculos esqueléticos y un fallo parasimpático. La presencia de *C. botulinum* en las mieles es imposible evitarla, ya que no es posible aplicar tratamientos de eliminación de esporas (121°C/30 minutos) sin que se quemara el producto. Es por ellos que el comité científico veterinario de la Unión Europea recomendó como medida no suministrar miel a menores de 12 meses. Sin embargo, para evitar que se puedan formar esporas, hay que llevar a cabo unas prácticas correctas de elaboración principalmente en la conservación y la higiene.

En el estudio realizado por Tornuk et al. (2012) el 40 % y 20% de las muestras de miel artesanales y minoristas estaban libres de contaminación con bacterias formadoras de esporas. Aquellas que si estaban contaminadas los niveles oscilaron entre 1,91 UFC/g y 3,49 UFC/g. En otro estudio realizado por *Clostridium spp.* Y *Bacillus spp.* Fueron los géneros que mas prevalecieron en las muestras de miel T. angustula. En este estudio no se detecto ningún caso de *Clostridium botulinum* al realizar la prueba correspondiente.

6.10 STAPHYLOCOCCUS AUREUS:

Staphylococcus aureus es una bacteria anaerobia no esporulada. Este microorganismo es muy resistente en el medio ambiente y se encuentra distribuido de manera amplia en la naturaleza (en el aire, agua, maquinaria...) y las personas (piel, cabello, fosas nasales). *S. aureus* produce toxinas estafilocócicas muy resistentes que una vez que se han formado en el alimento son difíciles de eliminar. Los principales síntomas son los habituales de una gastroenteritis. Para evitar las toxiinfecciones por esta toxina lo correcto es llevar unas buenas prácticas de higiene, manipulación y conservación durante toda la cadena alimentaria. Su concentración tiene que ser alta para poder provocar síntomas en las personas. Esta bacteria se elimina a partir de un tratamiento térmico superior a 45°C, sin embargo, sus toxinas son termoresistentes.

En el estudio de Combarros- Fuertes et al (2018) el recuento de *Staphylococcus aureus* en todas las muestras de miel fue de <10 ufc/g.

Un estudio realizado por Darwin et al. (2016) determinó la actividad antibacteriana de la miel a diferentes concentraciones (30% de miel, 60% de miel y 100% de miel) frente al *Staphylococcus aureus*. Se repicó una colonia de *Staphylococcus aureus* de un cultivo, posteriormente se prepararon diluciones al 30 %, 60% de miel con agua estéril. Por un lado, se realizó una azada de *S. aureus* en 1 mL de caldo de cultivo y por otro, dos azadas en 1 mL. Como se puede observar en los resultados, la miel de abeja tiene actividad antibacteriana contra el *S. aureus* a altas concentraciones de miel o, dicho de otra forma, cuanto menos diluida esta.

7. CONCLUSIONES

1. La miel es un alimento que presenta una composición fisicoquímica muy variada debido a sus orígenes geográficos y botánicos. Además, es importante tener en cuenta una serie de parámetros microbiológicos para evitar problemas en la salud de los consumidores.
2. Tanto la composición química de la miel como sus propiedades físicas dependen de distintos factores como son las condiciones climáticas, el grado de maduración o la época del año.

3. La composición de la miel es muy variada, los carbohidratos son el componente principal de esta, sobretodo los azúcares. La glucosa y fructosa son los azúcares presentes en mayor cantidad.
4. Las mieles de mielada tienen mayor pH, mayor acidez libre y total pero menor acidez láctica. Además, las mieles de mielada tienen un color más oscuro que las mieles de flores. Este parámetro está relacionado con el origen botánico y la composición del néctar, el proceso de obtención y la temperatura y tiempo de almacenamiento.
5. En cuanto a los aspectos microbiológicos, los microorganismos aerobios mesófilos totales son indicadores de la calidad, cuya presencia informa si la limpieza y desinfección y el control de temperatura se han llevado a cabo correctamente. Los mohos y las levaduras también son indicadores de la calidad de la miel. Por otro lado, están las Enterobacterias entre las que destacan *E. Coli* y *Salmonella*, cabe destacar que en los artículos investigados no se han encontrado presencia de estos microorganismos. *Bacillus* y *Clostridium* son bacterias formadoras de esporas comunes en el aire, suelo y polvo. El *Clostridium* es un indicador de la calidad, que puede dar lugar a la enfermedad botulínica en niños de pequeña edad. El *S. aureus* no es un microorganismo de riesgo en la miel, pero varios estudios indican que este alimento posee propiedades antibacterianas contra el *S. aureus*.

8. CONCLUSIONS

1. Honey is a Food that presents a very varied physicochemical composition due to its geographical and botanical origins. In addition, it is important to take into account a series of microbiological parameters to avoid health problems for consumers.
2. The chemical composition of honey and its physical properties depend on different factors such as weather condition, the degree of maturation or the time of year.

3. The composition of honey is very varied. Carbohydrates are the main component of it, especially sugar. Glucose and fructose are the sugars present in the greatest amount.
4. Honeydew honeys have a higher pH, free and total acidity but lower lactic acid. Furthermore, honeydew honeys have a darker color than flower honeys. This parameter is related to the botanical origin and composition of the nectar, the production process and the storage temperature and time.
5. Regarding the microbiological aspects, total mesophilic aerobic microorganisms are indicators of quality, the presence of which informs whether cleaning and disinfection and temperature control have been carried out correctly. Molds and yeasts are also indicators of the quality of honey. On the other hand, there are Enterobacteriaceae, among which *E. Coli* and *Salmonella* stand out, it should be noted that in the investigated articles hasn't been found presence of these microorganisms. *Bacillus* and *Clostridium* are common spore-forming bacteria in air, soil, and dust. *Clostridium* is a quality indicator, which can lead to botulinum disease in young children. *S. aureus* is not a risk microorganism in honey, but several studies indicate that this food has antibacterial properties against *S. aureus*.

9. IDENTIFICACIÓN DE LAS APORTACIONES QUE, EN MATERIA DE APRENDIZAJE, HAN SUPUESTO LA REALIZACIÓN DE ESTA ASIGNATURA

El Trabajo de Fin de Grado sobre la composición fisicoquímica y la calidad microbiológica de la miel me ha permitido conocer más a fondo el sector de la miel. De esta forma he aprendido el procesado de la miel, como se lleva a cabo, cuales son sus características más importantes, los efectos sobre el consumidor que tienen algunos de los microorganismos que pueden crecer en la miel, así como la diferencia de los diferentes parámetros fisicoquímicos como el pH, humedad, acidez, color y la conductividad eléctrica entre las mieles de mielada y las de flores.

En conclusión, me ha gustado llevar a cabo esta revisión bibliográfica para ampliar los conocimientos relacionados con la legislación, microbiología y nutrición.

10. BIBLIOGRAFÍA

Acquarone, C., Buera, P., Elizalde, B. (2007). *Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys*. *Food Chemistry*, 101, pp. 695-703. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.01.058.

Anjos, O., et al. (2015). *Neural networks applied to discriminate botanical origin of honeys*. *Food Chemistry*, 175, pp. 128–136. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.11.121

Anklam, E. (1998). *A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey*. *Food Chemistry*, 63(4), pp. 549–562.

BERTONCELI, J., DOBERSEK, U., JAMNIK, M., & GOLOB, T. (2007). *Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey*. *Food Chemistry*, 105(2), 822–828. DOI:10.1016/j.foodchem.2007.01.060

Bogdanov, S., Ruoff, K., Oddo, L. (2004). *Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honeys: a review*. DOI: 10.1051/apido:2004047

Bonvehi, J. y Jordá, R. (1993). *The microbiological quality of honey as determined by aerobic colony counts*. Vol ,56, *Journal of Food Protection*. No 4, pp. 336-337.

Boussaid, A., Chouaibi, M., Rezig, L., Hellal, R., Donsi, F., Ferrari, G., & Hamdi, S. (2018). *Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia*. *Arabian Journal of Chemistry*, 11(2), 265–274. doi:10.1016/j.arabjc.2014.08.011

Cavia, M.M., Fernández-Muiño, M.A., Gómez-Alonso, E., Montes-Pérez, M.J., Huidobro, J.F., Sancho, M.T. (2002). *Evolution of fructose and glucose in honey over one year: influence of induced granulation*. *Food Chemistry* 78, 157-161.

Coll, F., Villat, C., Laporte, G., Noia, M., Mestorino, N. (1900). *Características microbiológicas de la miel*. *Revisión bibliográfica*. Disponible en:

https://www.researchgate.net/profile/Nora_Mestorino/publication/275584391_Caracteristica

[s_microbiologicas_de_la_miel/links/554034620cf2736761c27459/Caracteristicas-microbiologicas-de-la-miel.pdf](https://www.researchgate.net/publication/332811111) [Consultado 13/07/2019].

Collins, C.H., Lyne, P.M., Grange, J.M. (1999). *Collins and lyne's microbiological methods (7th ed.)*, Butterworth-Heine-mann, Oxford, pp. 213-221.

Combarros-Fuertes, P., et al. (2018). *Spanish honeys with quality brand: a multivariate approach to physicochemical parameter rs, microbiological quality, and floral origin*. *Journal of Apicultural Research*, 1–12. DOI: 10.1080/00218839.2018.1494918

Copper, R., Molan, O., Harding, K. (1999). *Antibacterial activity of honey against strains of staphylococcus aureus from infected wounds*. *Journal of the royal society of medicine*. Volume 92, pp. 283-285.

Crane, E. (1975). *Honey: A comprehensive survey*. International Bee Research Association (IBRA). Ed. Heinemann. Londres.

Da Silva, P. M., et al. (2016). *Honey: Chemical composition, stability and authenticity*. *Food Chemistry*, 196, pp. 309–323. DOI: doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051

Encuentra, M., Alonso, S., Mendibil, A., Busto M.B. (2019). *Recopilación de normas microbiológicas de los alimentos y asimilados (superficies, aguas diferentes de consumo, subproductos) y otros parámetros fisicoquímicos de interés sanitario*. Disponible en: https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/doc_seguridad_alimentaria/es_def/adjuntos/control-alimentos/seguridad-microbiologica/normas-microbiologicas-alimentos-enero-2019.pdf [Consultado 13-07-2020].

Escudero, O., Míguez, M., Fernández-González, M. y Seijo, M.C. (2013). "Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area". *Food Chemistry*, 138(2-3), pp. 851-856. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.11.015.

Escudero, O., Rodríguez-Flores, M.S., Rojo-Martínez, S. y Seijo, M.C. (2019). "Contribution to the Chromatic Characterization of Unifloral Honeys from Galicia (NW Spain)". *Foods*, 8 (7), pp. 1-16. DOI: 10.3390/foods8070233.

Estupiñán, S. (1998). Estudio físicoquímico y microbiológico de mieles artesanales de Gran Canaria. [Consultado 13/07/2019].

Faal, S., Loghavi, M., Kamgar, S. (2019). *Physicochemical Properties of Iranian Ziziphus Honey and Emerging Approach for Predicting them Using Electronic Nose. Measurement*. DOI: 10.1016/j.measurement.2019.106936

FAOstat (2018). Food and Agriculture Organization (FAO). Disponible en: <http://www.fao.org/home/en/> [Consultado 15-07-2020].

Fattori, S. (2004). *Propiedades, Composición y Análisis Físico-Químico*. Disponible en: https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/la_miel_propiedades_composicion_y_analisis_fisico-quimico.pdf [Consultado 13/07/2019].

Fechner, D. C., et al (2019). *Geographical origin authentication of honey produced in Argentina. Food Bioscience*. DOI: 10.1016/j.fbio.2019.100483

Fernández, L. A., et al. (2017). *Microbiological quality of honey from the Pampas Region (Argentina) throughout the extraction process*. *Revista Argentina de Microbiología*, 49(1), pp. 55–61. DOI: 10.1016/j.ram.2016.05.010

Gomes, S., Dias, L. G., Moreira, L. L., Rodrigues, P., & Estevinho, L. (2010). *Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. Food and Chemical Toxicology*, 48(2), 544–548. doi:10.1016/j.fct.2009.11.029

Gonzales, A. P., Burin, L., & Buera, M. del P. (1999). *Color changes during storage of honeys in relation to their composition and initial color. Food Research International*. DOI: 10.1016/S0963-9969(99)00075-7

Hernández, Z., Bentabol, A., Modino, D., (2019). *Guía de prácticas correctas de higiene para el sector de la miel*. Disponible en: http://www.casadelamiel.org/sites/default/files/gpch_casa_de_la_miel-cabildo_de_tenerife_def.pdf [Consultado 13/07/2019].

Huidobro, J.F.; Simal, J.; (1984e). Contribución a la determinación a la determinación de azúcares en la miel. *Anales de la Bromatología*, XXXVI-2, 274-264.

Kaškonienė, V., Venskutonis, P. R., Čeksterytė, V. (2010). *Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania*. *LWT - Food Science and Technology*, 43(5), pp. 801–807. DOI: Disponible en: 10.1016/j.lwt.2010.01.007

Lazarević, K.B., et al. (2012). *Characterisation of Serbian unifloral honeys according to their physicochemical parameters*. *Food Chem.* 132 (4), pp. 2060-2064. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.12.048

Lazaridou, A., et al. (2004). *Composition, thermal and rheological behaviour of selected Greek honeys*. *Journal of Food Engineering*, 64(1), pp. 9–21. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2003.09.007

Leyva-Daniel, D. E., et al (2017). *Effect of high hydrostatic pressure applied to a Mexican honey to increase its microbiological and functional quality*. *Food and Bioproducts Processing*, 102, pp. 299–306. Disponible en: doi.org/10.1016/j.fbp.2017.01.001

Lokossou, S.C. et al. (2017). *Physicochemical characterization and polyphenolic content of Beninese honeys*. *Int. Scholar. Res. Notices* 37 (3), 1–8. DOI: doi.org/10.1155/2017/6571089

Londoño, C., Ascencio, D., Correa, A., Quicazán, M. (2014). *Evaluación de la calidad microbiológica de miel de tetragonisca angustula durante el almacenamiento*. Disponible en: http://investigacion.bogota.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion_bogota/documentos/enid/2015/memorias2015/ingenieria_tecnologias/evaluacion_de_la_calidad_microbiologica_de_.pdf [Consultado 15-07-2020].

López, A., Borrás, M., Escriche, I. (2015). *Caracterización fisicoquímica de mieles de espliego y tomillo de la comunidad valenciana*. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/57240/TFM%20LÓPEZ%20CANDEL%2C%20ALBERTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consultado 14-07-2020].

Louveaux, J. (1985). Le miel. *Cah. Nutr. Diét.*, XX, 1, 57-70.

Małgorzata, D., Dorota, G.-L., Sylwia, S., Monika, T., Sabina, B., & Ireneusz, K. (2020). *Physicochemical quality parameters, antibacterial properties and cellular antioxidant activity of Polish buckwheat honey*. *Food Bioscience*, 100538. DOI:10.1016/j.fbio.2020.100538

MAPA: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2019). *El sector apícola en cifras. Principales indicadores económicos*. Madrid. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/indicadoreseconomicossectordelamiel2018comentarios_tcm30-419675.pdf [Consultado 15-07-2020].

Martín Pérez, R.A., et al (2008). In vitro Antioxidantes and Antimicrobial Spanish Honeys. *International Journal of Food Properties*, 11 (4), pp. 727-737. DOI: 10.1080/10942910701586257

Oroian, M., & Ropciuc, S. (2017). *Honey authentication based on physicochemical parameters and phenolic compounds*. *Computers and Electronics in Agriculture*, 138, 148–156. DOI: 10.1016/j.compag.2017.04.020

Pascual-Maté, A., et al. (2018). *Methods of analysis of honey*. *Journal of Apicultural Research*, 57(1), pp. 38–74. DOI: 10.1080/00218839.2017.1411178

Pasias, I. N., et al. (2018). *Effect of late harvest and floral origin on honey antibacterial properties and quality parameters*. *Food Chemistry*, 242, pp. 513–518. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.09.083

Pérez Arquillué, C., Conchello, P., Ariño, A., Juan, T., Herrera, A. (1994). *Quality evaluation of Spanish rosemary (*Rosmarinus officinalis*) honey*. *Food Chemistry*, 51(2), pp. 207–210. DOI: 10.1016/0308-8146(94)90258-5

Pérez, C., Benito, M.F. (1985). *Manejo y alteraciones de la miel*. MAPA. Núm 13/85. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1985_13.pdf [Consultado 13-07-2020].

Pérez, R., et al. (2007). *Amino Acid Composition and Antioxidant Capacity of Spanish Honeys*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (2), pp. 360-365. DOI:10.1021/jf062055b.

Pucciarelli, A. B., Schapovaloff, M. E., Kummritz, S., Seňuk, I. A., Brumovsky, L. A., & Dallagnol, A. M. (2014). *Microbiological and physicochemical analysis of yateí (Tetragonisca angustula) honey for assessing quality standards and commercialization. Revista Argentina de Microbiología, 46(4), 325–332.*doi:10.1016/s0325-7541(14)70091-4

Sajid, M., et al. (2019). *Comparative study of physio-chemical analysis of Fresh and Branded honeys from Pakistan. Saudi Journal of Biological Sciences.* DOI:10.1016/j.sjbs.2019.06.014

Sanz, S., Gradillas, G., Jimeno, F., Perez, C., & Juan, T. (1995). *Fermentation Problem in Spanish North-Coast Honey. Journal of Food Protection, 58(5), pp. 515–518.* DOI: 10.4315/0362-028X-58.5.515

Sancho, M.T., Muniategui, S., Huidobro, J.F. Y Simal, J. (1991a). Miel del País Vasco I: pH y tipos de acidez. *Anales de la Bromatología, XLIII-1, 77-86.*

Schievano, E., et al. (2019). *NMR carbohydrate profile in tracing acacia honey authenticity. Food Chemistry.* DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.125788

Serra, J., Escolá, R. (1992). The Microbiological Quality of Honey as Determined by Aerobic Colony Counts. *Journal of Food Protection, 4, pp. 336-337.*DOI: 10.4215/0362-028X-56.4.336

Serrano, B.R.B., Vilanueva, M.T.O., Marquina, A.D. (1994b). La miel. Edulcorante natural. II. Composición, producción y legislación. *Alimentaria. Junio, 29-35.*

Soria, A. C., González, M., de Lorenzo, C., Martínez-Castro, I., & Sanz, J. (2004). *Characterization of artisanal honeys from Madrid (Central Spain) on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data. Food Chemistry, 85(1), 121–130.*doi:10.1016/j.foodchem.2003.06.012

Tanleque-Alberto, F., Juan-Borrás, M., Escriche, I. (2018). *Quality parameters, pollen and volatile profiles of honey from North and Central Mozambique. Food Chemistry.* DOI: doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.007

Terrab, A., Recamales, A. F., Hernanz, D., & Heredia, F. J. (2004). *Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. Food Chemistry, 88(4), 537–542.* DOI:10.1016/j.foodchem.2004.01.068

Tornuk, F., et al. (2012). *Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. Industrial Crops and Products, 46,* pp. 124–131. DOI: 10.1016/j.indcrop.2012.12.042

Torrejon, D., Ureña, J., Solano, M. (2016). *Efecto antibacteriano de la miel de abeja en diferentes concentraciones frente a Staphylococcus aureus. Revista científica Medicina, 19 (2), pp. 38-42.*

Tuberoso, C. I. G., Jerkovic, I., Sarais, G., Congiua, F., Marijanovic, Z., & Kus, P. M. (2014). Color evaluation of seventeen European unifloral honey types by means of spectrophotometrically determined CIE L_{Cab} h_{ab} chroma- ticity coordinates. *Food Chemistry, 145,* 284–291. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.08.032

Vázquez-Quiñones, C. R., et al. (2018). *Microbiological assessment of honey in México. Revista Argentina de Microbiología, 50(1),* pp. 75–80. DOI: 10.1016/j.ram.2017.04.005

White, J.W. Jr. (1975). *The hive and the honey bee.* pp.491 - 530.

LEGISLACIÓN:

Real Decreto 473/2015, de 12 de junio, 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. *Boletín Oficial del Estado*, n. 147, de 20 de junio de 2015.

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.

Directiva (UE) 2001/110 de la Comisión, de 20 de diciembre de 2001 relativa a la miel, *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, L 10/47, de 12 de enero de 2002.

