

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE CALIDAD DE MIEL DE ABEJA (*APIS MELLIFERA*)
PRODUCIDA EN COLOMBIA



SAMUEL DAVID SÁEZ PÉREZ

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

2020

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE CALIDAD DE MIEL DE ABEJA (*APIS MELLIFERA*) PRODUCIDA EN COLOMBIA



SAMUEL DAVID SÁEZ PÉREZ

MONOGRAFÍA

Como requisito para optar al título de Químico

Dirección:

.ARNULFO ALEMÁN ROMERO. M.Sc

DAIRO PÉREZ SOTELO M.Sc.

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

2020

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios por darme sabiduría, salud y perseverancia.

*A mis padres Clara Pérez y Adalberto Sáez por haberme dado la vida,
por formarme como la persona que soy y enseñarme a ser
responsable para conseguir mis objetivos.*

*A mis primos y mi madrina por haberme brindado todo el apoyo
necesario durante este proceso.*

*A mis amigos incondicionales Iván, Jonathan, Cristian, Catalina por
todas sus consejos y por creer en mí.*

A todas aquellas personas especiales que siempre creyeron en mí

SAMUEL DAVID SÁEZ PÉREZ

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso, sin él no fuera sido posible.

A mis papás, por todos sus sacrificios.

A la universidad de Córdoba y todo el cuerpo docente del departamento de química.

Al profesor Arnulfo Alemán Romero por toda la guía en esta etapa final de mi pregrado y haberme dado la confianza de entrar al laboratorio de Nutrición animal

Al profesor Dairo Pérez Sotelo por su confianza para conmigo.

Al profesor Libardo Maza Angulo por haberme aceptado en el laboratorio de Nutrición animal.

A los profesores Luis Oviedo Zumaqué y Guillermo Arrazola por sus orientaciones en la realización de esta monografía.

Porque el señor da la sabiduría, de su boca vienen el conocimiento y la inteligencia (Proverbios 2:6)

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. DELIMITACIÓN	12
2.1 PROBLEMA	12
2.2 .OBJETIVOS	14
2.2.1 OBJETIVO GENERAL	14
2.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
3. METODOLOGIA	15
3.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRAFICA	15
3.2 COMPARACIONES DE LA CALIDAD DE MIEL	16
3.3 MUESTRAS COMERCIALES.	¡Error! Marcador no definido.
4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	19
4.1 DESCRIPCION DEL PANORAMA MUNDIAL EN TORNO A LA INVESTIGACION DE LA MIEL DE ABEJAS EMPLEANDO INDICADORES BIBLIOMETRICOS	19
4.1.1 Contexto Internacional.	19
4.1.2 Contexto latinoamericano.	25
4.2 MIEL DE ABEJAS: ASPECTOS PRODUCTIVOS Y COMPOSICIONALES	26
4.2.1 Apicultura	27
4.2.2 Apicultura en Colombia	28
4.2.3 Composición Química	30
4.2.4 Parámetros Fisicoquímicos de Calidad	33
4.3 ESTUDIOS RECIENTES REALIZADOS EN COLOMBIA SOBRE PARAMETROS DE CALIDAD DE MIEL DE ABEJAS PRODUCIDA EN DISTINTAS ZONAS DEL PAÍS	38
4.4 ANÁLISIS DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE MIEL DE ABEJA MUESTRAS COMERCIALES EN CÓRDOBA	41
5. CONCLUSIONES	46
ANEXOS	48
BIBLIOGRAFIA	51

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Métodos de análisis para muestras de mieles comerciales.</i>	17
Tabla 2. <i>Parámetros fisicoquímicos de mieles de diferentes regiones de Portugal.</i>	23
Tabla 3. <i>Cifras de la cadena productiva para las abejas y la apicultura</i>	29
Tabla 4. <i>Parámetros Fisicoquímicos de Calidad de Miel de Abeja.</i>	35
Tabla 5. <i>Parámetros fisicoquímicos de calidad de miel de abejas de diferentes zonas de Colombia.</i>	40
Tabla 6. <i>Resultados de análisis de muestras de mieles comerciales</i>	43

LISTA DE ILUSTRACIONES

Imagen 1. Mapa de evolución cronológica de la red de co-ocurrencia de palabras clave de artículos (fuente: autor).	19
Imagen 2. Mapas de evolución de las redes de coautoría entorno a la problemática (fuente: autor).	21
Imagen 3. Mapa de evolución de las redes de coautoría entre países (fuente: autor)	24
Imagen 4. Mapa del núcleo de países con más redes de coautoría (fuente: autor).	24
Imagen 5. Mapa de relaciones de coautoría entre investigadores latinoamericanos (fuente: autor).	25
Imagen 6. Muestras comerciales de miel de abejas de la zona rural de Montería.	41

RESUMEN

La miel es un alimento natural producido por las abejas que ha sido objeto de estudio por sus beneficios a la salud, su compleja composición química ha impulsado estudios para conocer si es sujeto de adulteraciones, por eso se han definido una serie de parámetros fisicoquímicos que debe cumplir para definir si se encuentra en un estado de calidad.

Conocer que investigadores han abordado más la problemática, en que países se investiga más, entre que países hay más colaboración entorno a la temática, como está la investigación en el contexto de Latinoamérica, mediante el empleo del software VOSviewer© para visualizar los mapas de esas redes bibliométricas (en base a información científica) sobre todos estos aspectos, nos permitió ver que la investigación se concentra entre ciertos países líderes como Brasil y España, que el investigador a nivel mundial más destacado es Ioannis Karabagias de la universidad de Ioanina en Grecia, que Colombia está entre los 40 primeros países que más investigan y que cada vez más cobra importancia la aplicación de técnicas quimiométricas con el fin de establecer autenticidad y origen botánico.

Colombia a pesar de encontrarse entre los países que más investigan sobre la problemática aun presenta vacíos en torno a esta, pues el sector está recién cobrando interés de las instituciones gubernamentales y académicas, pero se reconoce la oportunidad que tiene el país de desarrollar aún más esta actividad. Córdoba es uno de los departamentos de Colombia que más aportan

a la producción nacional de miel de abejas pero los estudios que se han hecho no son suficientes para establecer como se caracterizan las mieles del departamento ni en su origen botánico, ni en propiedades fisicoquímicas y mucho menos bioactivas. El análisis de muestras comerciales provenientes de Montería arrojan en promedio de 17,69% de humedad, 0,01% de cenizas, 34,71 meq/Kg de acidez libre y 12,4 unidades Schade en índice de diastasa.

Palabras clave: Miel de abeja, Calidad, Adulteración, HMF, diastasa.

1. INTRODUCCIÓN

El *códex Alimentarius* define la miel como un alimento dulce natural producida por las abejas a partir del néctar de las flores, excreciones extraflorales, excreciones de insectos chupadores de partes de las plantas (1); por lo tanto no admite aditivos, conservantes y adulterantes. En Colombia la miel es un alimento cuya producción se encuentra en un alto porcentaje en condiciones de informalidad en las zonas rurales lo que implica poca tecnificación en su extracción y posterior salida a venta a los consumidores.

El consumo de productos de origen natural cada vez gana más adeptos debido a que se presenta una muy fuerte tendencia de adquirir hábitos de vida saludables; es así que han nacido conceptos como alimentos funcionales y nutracéuticos, es decir, existen alimentos (algunos procesados) que además de proporcionar los nutrientes básicos para el desempeño de las funciones vitales, suministran sustancias que poseen efectos terapéuticos beneficiosos para la salud mental y física. Los nutracéuticos se refieren a los componentes que son beneficiosos en los alimentos, que ahora son ofrecidos al consumidor de una forma diferente (ej. píldoras, capsulas, polvo,...) a la matriz del alimento que lo contiene (2). La miel es un alimento natural con propiedades benéficas para la salud asociada a lo largo de la historia y comprobada ya en estudios científicos, por lo tanto, se encuentra como una alternativa al reemplazo de otros edulcorantes. Comerciantes inescrupulosos

con el afán de obtener ganancias recurren a la adulteración para ofertar mayor cantidad del alimento, logrando perjuicio de este y sus propiedades.

Los adulterantes más comunes en la miel son los jarabes de azúcar de maíz alto en fructosa, jarabes de azúcar de caña, jarabe de azúcar invertido, siendo la adulteración por este último la más difícil de detectar por estar formado de monosacáridos como glucosa y fructosa, que también se encuentran en la miel natural, la dificultad de la detección de la adulteración por parte de este último es que proviene de plantas que poseen el ciclo de fotosíntesis de plantas C3, cuyo néctar es preferido por las abejas (3).

A nivel internacional se ha considerado evaluar una serie de parámetros relacionados con la composición química de la miel que en base a la procedencia geográfica y botánica de esta, pueden dar espacio para establecer si se ha sometido a adulteración, mal manejo (incluyendo inadecuado almacenamiento), situaciones que degradaran las características naturales con las que debe contar (1,4). Colombia no es ajena a este propósito de establecer unos valores de referencia para el sector apícola nacional que produce y comercializa miel como principal recurso obtenido de esta actividad; por lo tanto, el gobierno a través del ministerio de protección social mediante la resolución 1057 de 2010 (5) y desde el sector productivo la norma técnica colombiana NTC 1273 (6) que además de los parámetros composicionales propios de la miel, también incluyen unos condicionantes microbiológicos para establecer su inocuidad.

En este trabajo se expondrán los estudios más recientes de los parámetros de calidad de la miel de abeja producida en distintas zonas de Colombia, haciendo uso de una herramienta bibliométrica, reconociendo que el país posee un potencial enorme para la producción de miel de abeja, y el fortalecimiento del sector apícola en general, sustentado en su diversidad climática, botánica e hidrográfica; se realizara una comparación entre las características de las mieles colombianas, con la normatividad nacional.

2. DELIMITACIÓN

2.1 PROBLEMA

El departamento de Córdoba se encuentra ubicado en la región caribe colombiana, es reconocido a nivel nacional por su producción ganadera, agrícola y minera representada por la extracción de ferroníquel en el municipio de Montelíbano. Tiene un área en extensión de 2.502.060 hectáreas que por uso de suelo actual se distribuye así: 140.923 hectáreas (5.63%) son agrícolas: Cultivos permanentes, Cultivos transitorios, Barbecho, Transitorios más barbecho y Descanso, 1.748.121 hectáreas (69.87%) pecuarias: Pastos y forrajes, Malezas y rastrojos y Vegetación de sabana, 556.627 hectáreas (22.25%) forestales: Bosques naturales y Bosques plantados y 56.389 hectáreas (2.25%) otros usos: Infraestructura ganadera, Infraestructura porcina, Infraestructura avícola, Infraestructura piscícola, Infraestructura agrícola, Infraestructura agropecuaria, Cuerpos de agua y otros fines. La potencialidad agropecuaria sobrepasa el 75% del área del Departamento. El departamento muestra una productividad agrícola por hectárea y per cápita inferior a la media nacional, con respecto a hectárea está localizada en el lugar 17 y per cápita en el 19 de 23 departamentos(7).

Tradicionalmente nuestro departamento ha sido reconocido por una vocación mayoritariamente ganadera, sin embargo según datos del ministerio de agricultura, el departamento de Córdoba es el segundo con mayor producción de miel de abejas del país (8). El departamento cuenta con ventajas competitivas como una abundante vegetación, fuentes de agua y un uso de agroquímicos bajo en comparación con otras zonas del país.

Las perspectivas de los apicultores en el departamento de Córdoba incluían para el año 2018 ocupar el primer lugar en producción a nivel nacional, no obstante, en el mes de septiembre, la muerte de cerca de 72 millones de abejas en 1200 colmenas ubicadas en el municipio de Tierralta (9), disminuyó el número de colmenas, y por ende la producción. Este desafortunado acontecimiento visibilizó esta actividad mucho más a nivel departamental y sirvió para considerar que el campo cordobés puede ser mucho más dinámico en cuanto a su vocación productiva.

Recientemente asociaciones departamentales de apicultores y la secretaria de desarrollo económico declaraban la intención de llevar su producto no solo al mercado nacional sino al internacional, trazando un plan de fortalecimiento del sector con visión a 10 años, esta visión implica la producción de un alimento de muy alta calidad. El sector apícola tiene un gran presente en el departamento de Córdoba, siendo este el segundo en producción a nivel nacional.

En este trabajo se expondrán los estudios más recientes de los parámetros de calidad de la miel de abeja producida en distintas zonas de Colombia, haciendo uso de una herramienta bibliométrica, reconociendo que el país posee un potencial enorme para la producción de miel de abeja, y el fortalecimiento del sector apícola en general, sustentado en su diversidad climática, botánica e hidrográfica; se realizara una comparación entre los resultados de los parámetros de calidad de miel de abejas obtenidas en distintas zonas del país y la normatividad colombiana.

2.2.OBJETIVOS

2.2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el estado del sector de la miel de abejas respecto a los parámetros de calidad fisicoquímicos a partir las investigaciones científicas realizadas en la última década en Colombia.

2.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Describir el panorama mundial en torno a la investigación de la miel de abejas empleando indicadores bibliométricos.
2. Examinar estudios recientes realizados en Colombia sobre parámetros de calidad de miel de abejas producida en distintas zonas del país.
3. Indagar sobre el análisis fisicoquímico a la miel de abeja local producida en Córdoba.

3. METODOLOGIA

3.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRAFICA

La recolección de la información bibliográfica se realizó a través de las bases de datos Scopus y Scielo, la primera para poder visualizar la investigación acerca de la temática a nivel internacional y la segunda a nivel de Latinoamérica. El análisis del panorama investigativo de la temática se facilita haciendo uso del software VOSviewer© que permite la visualización de redes bibliométricas complejas en la literatura científica, estas redes pueden conformarse a partir de citación, acoplamiento bibliográfico, cocitación y relaciones de coautoría, también puede crear mapas a partir de palabras clave o utilizadas (10).

Se utilizó en esta monografía como bases para crear los mapas, las redes de co-autoría entre investigadores, redes de co-ocurrencia de palabras clave, redes de co-autoría entre países. Las redes de co-autoría entre investigadores relacionan los individuos que más publicaciones tienen sobre la temática y la comunidad con la cual colaboran para investigar; las redes de coocurrencia de palabras clave nos indican que intereses presentan los investigadores dentro del área, es decir, que subtemas alrededor del tema principal se desarrollan; las redes de co-autoría entre países nos indican en que países más se investiga y colaboración entre científicos de diferentes nacionalidades, una ventaja del software es que nos permite ver los mapas y la evolución en el tiempo de estos.

3.2 ESTUDIOS RECIENTES REALIZADOS EN COLOMBIA Y COMPARACION DE LOS RESULTADOS CON LA NORMATIVA VIGENTE

Los estudios de los parámetros de estas mieles se consultaron de investigaciones encontradas en la base de datos Scopus y Scielo, también de estudios hechos en maestrías y en pregrado que se han realizado sobre mieles naturales y una comercial proveniente de diferentes zonas del país, que presentan diferentes orígenes botánicos, con el objetivo de comparar entre ellas.

Las comparaciones de la calidad de miel de abejas producida en diferentes regiones de Colombia también se hicieron con respecto a los valores que adopta la resolución 1057 de 2010 del ministerio de protección social (5) de los parámetros fisicoquímicos de calidad para este alimento.

3.3 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO A LA MIEL DE ABEJA PRODUCIDA EN CÓRDOBA.

Aprovechando la disponibilidad de las instalaciones del laboratorio de biotecnología del departamento de Química y Biología (GRUBIODEQ), Universidad de Córdoba sede central y Laboratorio de Nutrición de la facultad de la facultad MVZ sede Berástegui; Como desarrollo adicional a la exploración bibliográfica se llevó a cabo el análisis de algunos parámetros fisicoquímicos de dos muestras comerciales de miel de abeja.

Las muestras fueron suministradas por la asociación de mujeres productoras de miel de abejas del caribe (**Aprmiel**), las cuales proceden de la planta de empaque ubicada en el km 36 vía Montería-Planeta Rica. La presentación del producto correspondía a recipientes plásticos con capacidad de 450 ml aproximadamente, debidamente selladas.

A las muestras comerciales se les realizó la determinación de parámetros como humedad, cenizas, acidez libre y se alcanzó a ensayar el método para determinación de índice de diastasa en una de las muestras (ver tabla 1).

Tabla 1. *Métodos de análisis para muestras de mieles comerciales.*

Análisis	Método	Breve Descripción
Humedad	AOAC 969.28B	Medición del índice de refracción y corrección por temperatura.
Cenizas	AOAC 921.181	Calcinación de la muestra no más de 600°C.
pH	AOAC 962.19	Medición con un pH metro.
Acidez libre	AOAC 962.19	Valoración con final de reacción a pH 8,50.
Índice de diastasa	AOAC 958.09	Seguimiento de la reacción con solución de almidón en el tiempo.
Conductividad eléctrica	(Bogdanov, Science, & Criteria, 2009)	Medición con un Conductímetro y corrección por temperatura.
Hidroximetilfurfural	AOAC 980.23	Medición espectrofotométrica.
Azucares reductores	Método DNS o de Miller	Medición espectrofotométrica.
Fenoles totales	Método de Folin-Ciocalteu	Medición espectrofotométrica.

Fuente: autor.

En la imagen 1 se evidencia la evolución cronológica del interés de científico en el campo del estudio de la calidad de la miel de abejas; hacia temáticas como establecimiento de autenticidad, control de calidad, aplicación de técnicas quimiométricas, análisis de componentes principales, actividad antioxidante, establecimiento de origen geográfico, contenido mineral, influencia del almacenamiento, entre otras. En todos los mapas de redes bibliométricas se utilizara una visualización de la evolución cronológica en torno a la temática, representado con colores; siendo el morado el antiguo y el amarillo el más reciente.

La debilidad más evidenciada en torno a esta temática es la colaboración entre científicos, y organizaciones, pues se evidencia una colaboración aislada entre ciertos grupos de autores generalmente de la misma nacionalidad, grupos por lo general muy pequeños, sin dejar de mencionar un leve aumento de estas redes de coautoría recientemente (ver imagen 2).

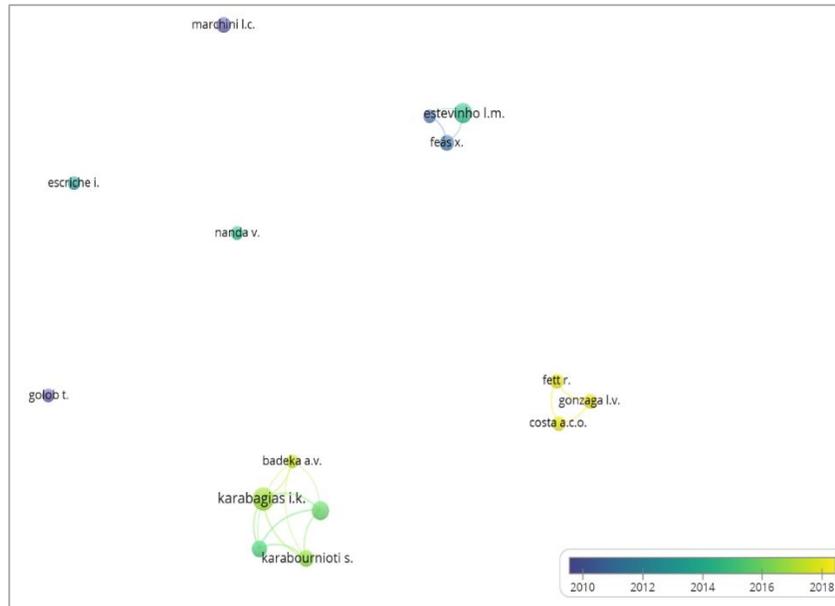


Imagen 2. Mapas de evolución de las redes de coautoría entorno a la problemática (fuente: autor).

Dentro de las redes de coautoría destacan 3 grupos por el tamaño de la red de colaboración, el primero encabezado por Ioannis K. Karabagias y otros autores todos de nacionalidad griega; el segundo grupo formado por investigadores brasileños encabezados por Gonzaga I. V. quienes logran posicionar a Brasil como uno de los países donde más se investiga sobre la temática (ver imagen 3, imagen 4). El último grupo a destacar en el mapa de red de colaboración son dos científicos Leticia M. Estevinho (Portugal) y Xesús Feás (España).

Los grupos de investigación juegan un papel esencial para entender como el origen botánico y geográfico está correlacionado con las distintas propiedades; Karabagias et al (2018) estudiaron parámetros fisicoquímicos, actividad antioxidante, compuestos fenólicos y el polen presente en las muestras de miel provenientes de diferentes regiones

de Portugal. El análisis melisopalinológico muestra que el origen botánico de las mieles se encuentra principalmente en tres especies: Eucalipto, Castaño y brezo.

El mayor contenido de humedad se reportó en la miel de eucalipto de la ciudad de Esposende en el distrito de Braga ($17,93 \pm 0,06\%$) pero sin infringir la normativa europea para miel de abejas, el menor contenido se reporta en una muestra de miel de Castaño de la ciudad de Vinhais (distrito Braganza) con $15,23 \pm 0,15\%$. La miel de castaño de la ciudad de Vinhais (distrito Braganza) es la que presenta mayor conductividad eléctrica ($1,14 \pm 0,36$ mS/cm); mientras la miel de Eucalipto de la ciudad Esposende (distrito Braga) presenta la menor conductividad ($0,33 \pm 0,00$ mS/cm). La miel de brezo de Vila nova de Ceira (distrito Coímbra) es la que presenta mayor acidez libre (ver tabla 2).

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de mieles de diferentes regiones de Portugal.

Origen Botánico	Origen Geográfico	Humedad (% m/m)	pH	Conductividad eléctrica (mS/cm)	Acidez libre (meq/Kg)
Eucalipto	Esposende (Braga)	16,85±0,10	3,73±0,01	0,33±0,00	15,50±0,58
	Famalizao (Braga)	17,03±0,06	3,72±0,01	0,35±0,00	17,33±0,60
	Esposende (Braga)	17,93±0,06	3,62±0,01	0,45±0,00	14,33±0,58
	Oliveira de frades (Viseu)	15,87±0,00	3,98±0,01	0,42±0,00	16,67±0,58
Castaño	Vinhais (Braganza)	15,23±0,15	4,42±0,01	1,14±0,26	19,67±0,58
	Vila verde (braga)	16,87±0,06	4,35±0,01	0,98±0,001	19,67±0,58
Brezo	Vila nova de Ceira (Coímbra)	16,47±0,06	4,03±0,01	0,71±0,00	30,33±1,53
		≤ 20%		≤ 0,8	≤ 50 meq/Kg
Normatividad europea (12)		≤ 23% miel de brezo	-	≥ 0,8 miel de castaño	≤ 80 meq/Kg miel de uso industrial

Fuente: elaborado por autor.

El último análisis de redes de coautoría se centró en la evolución cronológica de colaboración por países en la investigación de la temática, con 40 países, como los que más se investiga y se establecen redes científicas entre algunos de ellos para la ejecución de los estudios (ver imagen 3). El mapa manifiesta que existe un núcleo muy estrecho de países que más investigan y colaboran, donde sobresalen Brasil y Grecia; aparte de este núcleo se encuentran otros 3 en los que parece no se establecen redes (Eslovenia, Nigeria y Serbia).

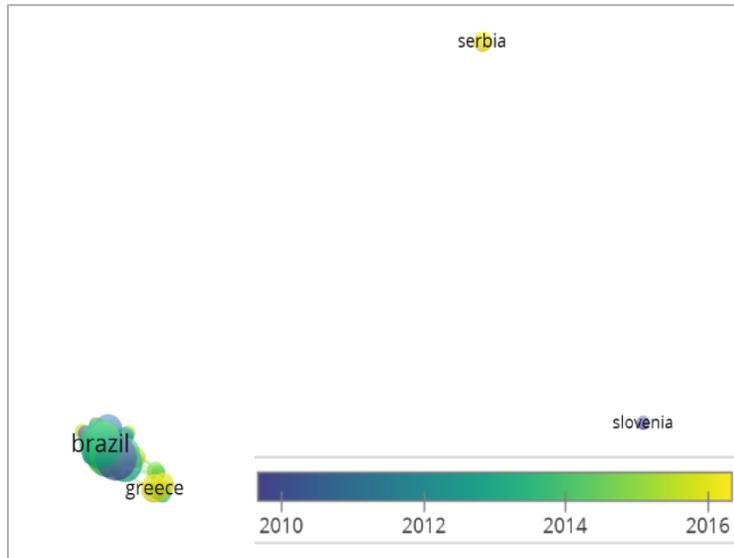


Imagen 3. Mapa de evolución de las redes de coautoría entre países (fuente: autor)

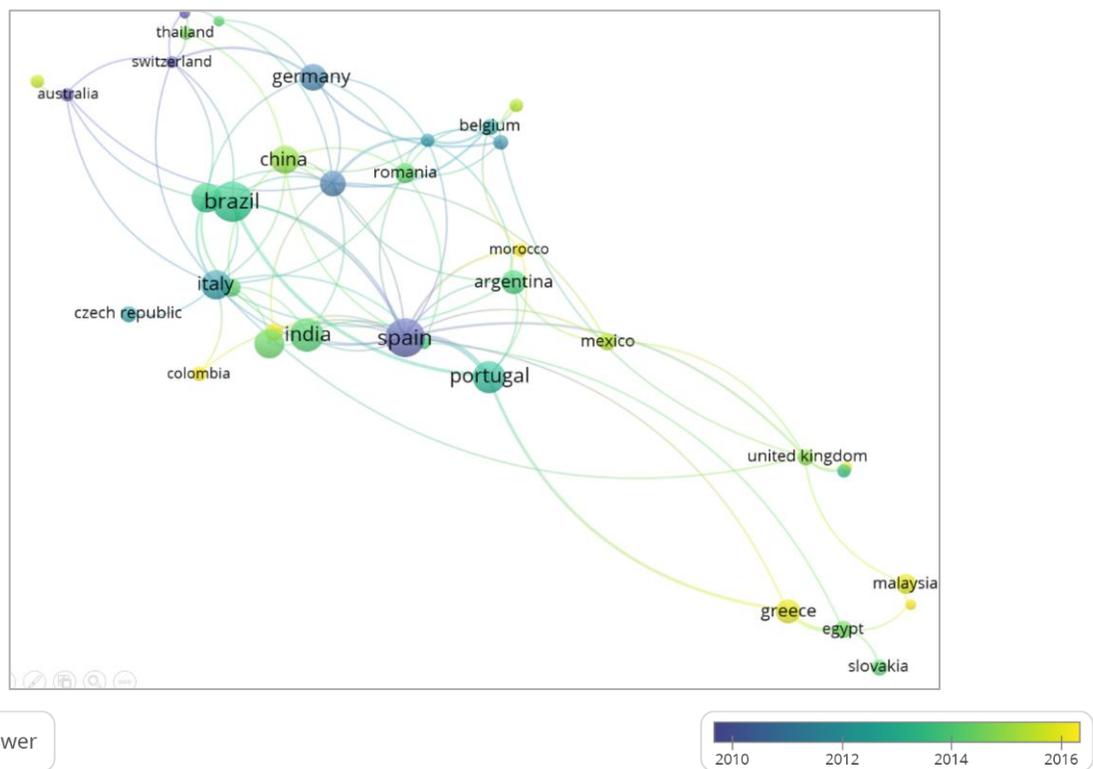


Imagen 4. Mapa del núcleo de países con más redes de coautoría (fuente: autor).

Al ampliar la imagen del núcleo de países que más investigan y que más redes de colaboración establecen se encuentra entre ellos Colombia, que tiene dos evidentes

líneas de colaboración con España e Italia, la no existencia de redes con países sudamericanos como Brasil y Argentina; se evidencia que la actividad investigativa en torno a la temática para el país es reciente (ver imagen 4).

4.1.2 Contexto latinoamericano.

En la base de datos Scielo, se encuentra una red de coautores que forman unos grupos aislados, solo dos grupos demuestran una interacción más compleja, estos dos grupos representan los primeros en publicar sobre la temática en la segunda década del siglo XXI, tienen en común que son autores brasileños, que sigue siendo un país líder en la investigación de la temática (ver imagen 5).

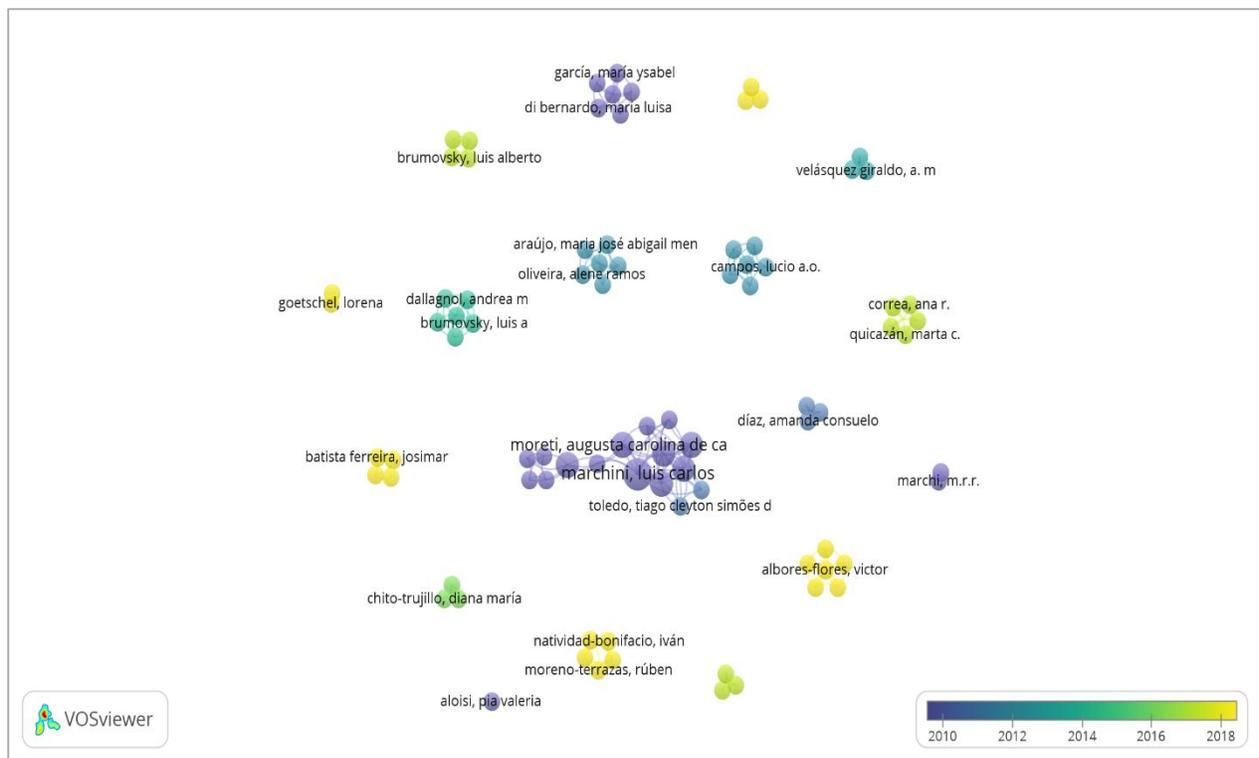


Imagen 5. Mapa de relaciones de coautoría entre investigadores latinoamericanos (fuente: autor).

Entre los autores más destacados se encuentran un grupo de investigadores brasileños encabezado por Luis Carlos Marchini y Bruno de Almeida Souza, como el punto central de la red más compleja, y con estudios en el comienzo en la segunda década del siglo XXI. Dentro de los grupos aislados se encuentra el encabezado por la investigadora de la universidad nacional de Colombia Martha Cecilia Quicazan y Ana R Correa (13), quienes en colaboración con un científico italiano (Matteo M Scampicchio) emplearon un aparato electrónico que consta de un conjunto de sensores electroquímicos (nariz electrónica) para la validación de un método de detección de compuestos volátiles en muestras de miel de abejas, buscando una alternativa al uso de métodos como la cromatografía de gases,

4.2 MIEL DE ABEJAS: ASPECTOS PRODUCTIVOS Y COMPOSICIONALES

La miel es una sustancia dulce natural producida por las abejas a partir del néctar de las plantas o excreciones de insectos chupadores de partes vivas de las plantas, que las abejas recolectan, transforman al combinarlas con sustancias específicas propias, depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para madurar (1).

Las abejas pecoreadoras recolectan el néctar de las flores y las exudaciones provenientes de otros insectos y de partes vivas de las plantas, este es llevado a la colmena, simultáneamente las abejas lo combinan con la saliva en su buche. En la colmena lo depositan en pequeñas cantidades en la boca de otras obreras receptoras, estas lo tragan, le agregan su saliva y regurgitan en la boca de otras abejas. Esto sucede hasta que el néctar se transforma en miel no madura, que se caracteriza por poseer un

alto contenido de agua. Finalmente las abejas depositaran esta sustancia en celdas donde se realizara el proceso de concentración, es decir, la evaporación de agua, y quedara transformada en miel (14).

La saliva de las abejas incorpora enzimas que aceleran el proceso de transformación de azúcares. La sacarosa del néctar recolectado se convierte en glucosa y fructosa debido a la acción de la enzima invertasa o sacarasa. La abeja echa el contenido de su buche en una celda y el líquido azucarado pierde agua por evaporación, luego otra vez es resuccionado y vuelto a echar, este proceso se repite durante un tiempo de 15 a 20 minutos y continúa hasta obtener una concentración de agua del 40 a 50%. Durante varios días el líquido se le evapora el agua hasta alcanzar una concentración de azúcares del 70 a 80% y de agua de 14 a 25%. Las abejas cubren las mieles suficientemente concentradas con un opérculo de cera, solo se conservan más las mieles con menos de un 18% de agua (15).

4.2.1 Apicultura

La apicultura es la actividad productiva agropecuaria dirigida a la crianza de abejas (principalmente del género *Apis mellífera*) y su cuidado, que tiene como objetivo la obtención de los productos que son capaces de elaborar y recolectar, requeridos por el ser humano: miel, cera, propóleos y jalea. El principal producto obtenido de esta actividad ha sido la miel, el ser humano ha tenido una gran atracción hacia este, siempre lo ha considerado una bondad de la naturaleza y una fuente de energía asimilada por el organismo. No se sabe exactamente en qué momento el hombre descubrió la miel, si fue

el primero o a partir de observar a otros animales, lo que se asegura es que, este alimento lo acompañó en el camino evolutivo, así, durante un largo periodo el ser humano se comportó como un cazador-recolector de miel, existen testimonios artísticos del mesolítico de la recolección de miel por parte del hombre (16).

La FAO (organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura) asegura que el crecimiento en la producción de miel a nivel mundial fue positivo en el periodo de 1990-2016, en los últimos 27 años el incremento promedio anual fue de 1,7%, llegando a una producción máxima en 2015 de 1 825 752 toneladas. En los últimos 20 años China encabeza la producción mundial de miel de abejas y durante el periodo 1990-2016 ha incrementado su participación en el mercado en un 11,9%, seguido de Turquía, Estados Unidos, Argentina, entre otros países. Solo 36% de la producción mundial fue destinada a comercialización internacional en el 2016, en lo que a consumo se refiere Alemania encabeza la lista en la unión europea con un 13% de las compras en el comercio internacional y aunque Estados Unidos aparece como uno de los principales productores también ocupa el primer lugar en importación, esto explicado en que destina la miel principalmente a la industria (17).

4.2.2 Apicultura en Colombia

La cadena productiva para las abejas y la apicultura en Colombia (CPAA) es el comité que representa al sector apícola ante el ministerio de agricultura y desarrollo rural (MADR), eso oficializa al sector apícola ante cualquier política de índole de desarrollo agroindustrial del gobierno en el país; ese comité considera la apicultura como un sector en consolidación en el país, que tiene retos como sustituir el número de importaciones

que existen en el mercado local, ganar cada vez más consumidores y fortalecer en la cadena a todos esos productos que genera la apicultura además de la miel, como lo son el polen, la cera, los propóleos, la jalea real y la apitoxina (18). A continuación en la tabla 2, se dan a conocer algunas cifras de la producción de miel de abejas en el país, en el último informe de la CPAA a través del MADR (19).

Tabla 3. Cifras de la cadena productiva para las abejas y la apicultura

Aspecto	Cifras
Toneladas de miel producidas	3372
Número de colmenas	120437
Apiarios en el país	4000
Consumo per cápita de miel de abeja	83 gramos
Valor de la producción de miel (2018)	37000 millones de pesos
Empleos generados	9000
Rendimiento promedio	32 kilos/colmena
Crecimiento del sector (2012-2018)	5% anual
Aporte de polinización (<i>Apis mellifera</i>) en cultivos	556000 millones de pesos

Fuente: elaborado por autor.

El país ocupa el puesto 58 entre los productores a nivel mundial, a nivel del continente el líder es Argentina y el país ocupa el puesto 10; el país presenta un potencial inmenso que radica en su riqueza floral y la no presencia de estaciones. Las regiones que concentran la producción de miel son la región caribe (7 departamentos), andina (12 departamentos) y Orinoquía (4 departamentos). Los departamentos que lideran la producción son Antioquia, Bolívar, Córdoba, Huila, Meta, Sucre y Valle del cauca (orden alfabético), con Antioquia y Córdoba a la cabeza. La producción nacional aún es

insuficiente para satisfacer la demanda interna, por lo que importaciones han aumentado en 2017 y 2018. El precio pagado al productor por la miel ha aumentado también, alcanzando en 2018, \$9150/kg.

4.2.3 Composición Química

La composición de la miel depende de factores como el clima, geografía, vegetación, condiciones antropogénicas. Se estima que la miel la componen alrededor de 200 sustancias como aminoácidos, enzimas, proteínas, vitaminas y minerales, cenizas y compuestos fenólicos (20).

Agua: es el componente mayoritario del néctar que recolectan las abejas, una vez en la colmena las abejas lo deshidratan mediante evaporación, una vez alcanzado el nivel de concentración apropiado, las abejas cierran las celdas de almacenamiento con un opérculo de cera, generalmente las mieles presentan contenidos que van del 14 a 19%, dependiente mucho del clima y la flora. Una cantidad por debajo del 18% garantiza que la miel no se degrade por causa de microorganismos (16).

Azucares: Los azucares son los principales componentes de la miel, constituyendo un 95 g/100g de la materia seca. Los azucares reductores fructosa y glucosa son los principales componentes, los disacáridos, trisacáridos y otros oligosacáridos están presentes en pequeñas proporciones. La forma de adulteración más común de la miel es la adición de jarabes de sacarosa, de esta forma la determinación de fructosa, glucosa y sacarosa es un buen objetivo para estudiar la calidad de la miel (21). Los monosacáridos representan cerca del 75% de los carbohidratos presentes, mientras que los disacáridos

representan un 10-15% y pequeñas cantidades de otros azúcares; propiedades como el valor energético, viscosidad, higroscopicidad y granulación dependen de ellos (22).

Proteínas, enzimas y aminoácidos: La miel de *apis mellifera* presenta un contenido de 0,2-1,6% de proteína, la principal fuente de proteínas es el polen que las abejas transportan de las plantas que visitan (22), también provienen de las mismas abejas. Se han determinado en muestras de miel; peptonas, albuminas, globulinas y algunas nucleoproteínas (23). Las enzimas son las moléculas de naturaleza proteica más abundantes en la miel de abejas. Dentro de este grupo destacan las enzimas encargadas del metabolismo de carbohidratos como la diastasa (amilasa), invertasa (sacarasa), glucosidasa, glucosa oxidasa y catalasa, también se ha reportado la actividad de enzimas proteolíticas que se ha comprobado en mieles monoflorales (24). Lo anterior justifica que se usen los estudios de actividad enzimática como indicador de origen geográfico y floral de la miel.

El contenido de aminoácidos en la miel de abejas se encuentra entre 20-300 mg/100g (25), el polen de las plantas se constituye en la fuente más importante de proteínas y aminoácidos libres para las abejas, otras fuentes de aminoácidos son las abejas, el néctar y la mielada. La prolina constituye el aminoácido libre mayoritario en la miel de abejas y el polen, representando en ocasiones más del 50% de la cantidad total de aminoácidos libres (26).

Vitaminas y minerales: Dentro de la compleja composición de la miel de abejas, también se hacen presentes las vitaminas, reafirmando así el carácter nutracéutico de este alimento milenario. Al igual que sucede con las proteínas, la principal fuente es el

polen de las plantas. Sabiendo que un organismo como el del ser humano no puede fabricar las sustancias que le ayuden en procesos bioquímicos básicos para el mantenimiento de la vida, y que por lo tanto, requiere de una ingesta de alimentos que se los proporcionen, es destacable que un alimento como la miel sea una fuente de estas sustancias. En la miel hacen presencia vitaminas hidrosolubles, se han hallado en muestras de miel de abejas, las vitaminas B2, B3, B5 y B9, mediante la técnica de cromatografía líquida de alta resolución en fase reversa (RP-HPLC) (27), aunque existen muestras en las que solo se logran determinar una parte de estas.

Los minerales se encuentran presentes en la miel de abejas desde 0,02-1,03% (p/p), influyendo condiciones como la botánica, ambiente y el suelo. El potasio es el más abundante, representando un tercio del contenido mineral total, así entonces se habla de tres grupos de minerales presentes en miel, el primero es el de los macroelementos formados por potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca), hierro (Fe), fósforo (P), sodio (Na) y manganeso (Mn); el segundo de los microelementos o minerales trazas formado por yodo (I), zinc (Zn), litio (Li), cobalto (Co) y níquel (Ni), el último grupo es el de los metales pesados conformado principalmente por plomo (Pb) y cadmio (Cd) (28).

Ácidos orgánicos: Los ácidos orgánicos tienen origen en la miel de abejas por procesos de fermentación anaeróbica y aeróbica, también pueden tener origen en las reacciones de las enzimas provenientes de la saliva de las abejas con sustancias presentes en el néctar, estos representan un 0,5% y pueden ser usados como indicador de deterioro debido al almacenamiento, frescura, pureza y autenticidad; son los responsables de los sabores especiales de las mieles (29). Los más abundantes son los ácidos D-glucónico

y L-málico, le sigue a estos el ácido cítrico, pudiendo utilizarse este como un indicador del origen de la miel de abejas (miel de néctar o mielada) (30).

Compuestos fenólicos: Los compuestos fenólicos son los fitoquímicos con mayor presencia en la miel. El contenido total de compuestos fenólicos, depende de la fuente botánica y de la región de origen, varía desde 46,0-753,0 $\mu\text{g/g}$ (31). Los compuestos fenólicos se dividen en dos grupos: flavonoides (flavonoles, flavonas, flavanoles, flavanonas, antocianidinas, chalconas e isoflavonas) y no flavonoides (ácidos fenólicos). Estos son productos del metabolismo secundario de las plantas que se caracterizan por la presencia de múltiples grupos fenólicos asociado a estructuras más o menos complejas. Los compuestos fenólicos en la miel de abejas están relacionados con el origen floral de esta, además la actividad antioxidante de este alimento se le atribuye a estos compuestos (32). Los flavonoides presentes en la miel son flavanonas, flavonas y flavonoles; los ácidos fenólicos son ácidos cinámicos y ácidos benzoicos, estos compuestos influyen en el color, sabor y aroma de la miel (33).

4.2.4 Parámetros Físicoquímicos de Calidad

El código alimentarius (1) y la comisión internacional de la miel (IHC) (4) han establecido una serie de parámetros físicoquímicos que la miel de abeja debe cumplir para poder considerarse un alimento de buena calidad, todos son relacionados con la composición química de la miel y algunos de esos parámetros se consideran como indicio para establecer si el producto ha sido adulterado o no se le ha dado un buen manejo. Estos parámetros han sido adoptados por la normativa colombiana, a través, de la resolución 1057 del 23 de marzo de 2010 del ministerio de protección social (ver tabla 4).

Humedad: Se refiere al contenido de agua en la miel de abejas, este es un factor determinante en la conservación del producto, puede alcanzar valores desde 15g/100g hasta 21g/100g, dependiendo del origen botánico, condiciones climáticas, el nivel de madurez alcanzado en la colmena, técnicas de manejo y almacenamiento. Es un parámetro del cual dependen otras propiedades como la viscosidad y la cristalización, color, sabor, gravedad específica, solubilidad y conservación (34). La determinación de este parámetro, se realizara indirectamente, mediante la medición del índice de refracción de las muestras de miel, que es la relación entre la velocidad de la luz en el medio (miel en este caso) con la velocidad de la luz en el vacío, esto se realizara a 20 °C, de no ser así, se debe realizar una corrección de la lectura mediante las siguientes ecuaciones, si se realiza a una temperatura por encima o por debajo de 20°C (4,35).

$$IR = IR(T) + 0,00023(T - 20^{\circ}C) \text{ (Ecuación 1)}$$

$$IR = IR(T) - 0,00023(20^{\circ}C - T) \text{ (Ecuacion 2).}$$

Donde, T es la temperatura a la cual se realiza la medición del índice de refracción.

En la tabla 4 a continuación se mostrara los parámetros fisicoquímicos de calidad y los valores que ha adoptado el ministerio de protección social para cada uno de ellos que debe cumplir la miel de abejas.

Tabla 4. Parámetros Fisicoquímicos de Calidad de Miel de Abeja.

Parámetro	Valores permisibles
Solidos insolubles (%m/m)	≤ 0,1 para miel diferente a la prensada ≤ 0,5 para miel diferente a la prensada ≤ 20
Contenido de humedad (%m/m)	≤ 21 para mieles de origen tropical
Contenido de azúcar reductor, calculado como azúcar invertido (%m/m)	≥ 45 (miel de mielato) ≥ 60 (miel floral)
Contenido aparente de sacarosa (%m/m)	≤ 5 ≤ 10 mieles de origen tropical
Contenido de sustancias minerales (cenizas)(%m/m)	≤ 0,6
Conductividad eléctrica (mS/cm)	≤ 0,8
Acidez libre (meq/1000g)	≤ 50
Índice de diastasa (escala Schade)	≥ 8 ≤ 40
Hidroximetilfurfural (HMF) (mg/Kg)	≤ 60 para mieles de origen tropical
Determinación de metales pesados (Cu, Cr, Pb, Hg)	Los límites máximos permitidos serán los establecidos por el ministerio de la protección social

Fuente: ministerio de protección social.

Acidez libre y pH: Aunque los valores límites de pH no han sido definidos por los distintos comités reguladores y autoridades sanitarias, un pH entre 3.2 y 4,5 y la acidez natural de la miel de abejas inhiben el crecimiento de microorganismos, ya para la mayoría de los microorganismos el pH óptimo de crecimiento está entre 7.2 y 7.4 (22). La acidez libre es un parámetro relacionado con un deterioro en la miel. Se caracteriza por la presencia de ácidos orgánicos en equilibrio con lactonas, esteres internos y

algunos iones inorgánicos como fosfatos, sulfatos y cloruros (36). El pH de las muestras de miel se debe medir con un pH metro, en una mezcla homogénea de 10 g de miel en 75 mL de agua destilada. La acidez libre se determina mediante una valoración con NaOH 0,05 N hasta medición de pH 8,50 (35).

$$\text{Acidez libre } \left(\frac{\text{meq}}{\text{Kg}} \right) = \frac{(\text{mL NaOH } 0,05 \text{ N desde la bureta} - \text{mL NaOH blanco}) \times 50}{(\text{g muestra})} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Cenizas y conductividad eléctrica: El contenido de cenizas es una medida de calidad que evalúa el contenido de minerales en la miel. El contenido mineral puede estar relacionado con una contaminación ambiental por polución y también con el origen geográfico de la miel, porque este depende mucho del tipo de suelo donde ha crecido la flora de la cual se alimentan las abejas (37). La conductividad eléctrica de la miel está relacionada con el contenido de cenizas (contenido mineral), la acidez, presencia de iones orgánicos y proteínas, cuanto mayor sea el contenido de estos, mayor será la conductividad, puede ser un parámetro de calidad que permitiría distinguir el origen botánico de la miel; pues con la miel de mielato se ha reportado una baja conductividad (por debajo de 0,8 mS/cm) y la miel floral (por encima de 0,8 mS/cm), esto explicado porque las ultimas al no ser puras y originarse de variedades en la flora de las cuales se alimentan las abejas (38). La muestra debe ser sometida a un secado previo a una temperatura aproximada de 100°C , para evitar la posterior formación de espumas y perdida de material debida al calentamiento intenso al que posteriormente debe someterse la muestra (600°C) durante 2 horas, después se enfriara y se pesara, el porcentaje de cenizas se determina utilizando la ecuación 4 (35).

$$\% \text{Cenizas} = \frac{(W_2 - W_0)}{W_1} \times 100 \text{ (Ecuación 4)}$$

Dónde: W_2 es el peso del crisol con las cenizas; W_0 es el peso del crisol vacío y W_1 es el peso de la muestra sometida a calcinación.

Para la medición de la conductividad eléctrica, se preparara una solución de la muestra de 20% p/v y luego se procederá a realizar la medida con un medidor de conductividad, si las mediciones no se realizan a 20 °C se tiene que realizar una corrección (ver ecuación 5 y 6) (4).

$$G_c = G - 0,032G(T - 20) \text{ (Ecuación 5).}$$

$$G_c = G + 0,032G(20 - T) \text{ (Ecuacion 6).}$$

Dónde: G_c es la conductividad corregida; G es la conductividad medida y T es la temperatura en grados Celsius a la cual se realizó la medición de conductividad.

Índice de Diastasa: Las diastasas (α y β – amilasas) son enzimas presentes naturalmente en la miel. El contenido de diastasa depende del origen floral y geográfico de esta. Actúa sobre la molécula de almidón logrando que se divida en dos moléculas, maltosa (disacárido) y maltotriosa (trisacárido). Estas enzimas son sensibles al calor, y por lo tanto, su análisis puede indicar sobrecalentamiento en la miel (22). Ahmed et al. Definen que la actividad de diastasa se expresa como numero de diastasa en unidades Schade, donde una unidad de diastasa es la actividad enzimática de 1 gramo de miel, que puede hidrolizar 0,01 gramos de almidón en 1 hora a 40 °C (39)

4.3 ESTUDIOS RECIENTES REALIZADOS EN COLOMBIA SOBRE PARAMETROS DE CALIDAD DE MIEL DE ABEJAS PRODUCIDA EN DISTINTAS ZONAS DEL PAÍS

A continuación se presentan los resultados de las investigaciones sobre los parámetros fisicoquímicos de calidad de mieles naturales producidas en diferentes regiones de Colombia y mieles comerciales, desafortunadamente estos estudios son pocos (ver tabla 5).

Las mieles comerciales de Sincelejo y las de *encenillo* en Boyacá presentaron el contenido de humedad más alto pero sin superar la norma; el contenido de cenizas mayor fue determinado en las mieles de eucalipto del suroeste del Casanare superando la norma nacional. Las mieles de *acacia mangium* de Vichada presentaron la menor actividad de diastasa, muestras la mayor se encontró en el mielato de roble de los departamentos de Santander y Boyacá. El contenido de hidroximetilfurfural superó la normativa en las mieles de eucalipto de Casanare, debiéndose esto a que se trata de mieles comerciales que pueden haber sido sometidas a tratamientos térmicos. El mayor valor de acidez libre se presentó en las mieles comerciales de Sincelejo. Las mieles del oriente antioqueño presentaron el mayor contenido de azúcares reductores esto posiblemente asociado a su origen multifloral.

La búsqueda sobre si estos estudios se han hecho en el departamento de Córdoba, se encontró que en el departamento de ingeniería de alimento de la Universidad de Córdoba se realizó un estudio titulado "Determinación de las características fisicoquímicas y reológicas de miel producida por abejas del género *apis mellifera* de dos zonas geográficas diferentes del departamento de Córdoba (alto Sinú y sabana) y una muestra

comercial” (2012); desafortunadamente no se encontró dicha investigación en el repositorio de la biblioteca de la universidad y tampoco en alguna base de datos, por lo que no se pudo corroborar como es la calidad de las mieles provenientes de estas dos subregiones del departamento.

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos de calidad de miel de abejas de diferentes zonas de Colombia.

Fuente: elaborado por autor.

Procedencia geográfica y botánica	Humedad	Cenizas	Índice Diastasa	HMF	Sólidos Insolubles	Conductividad Eléctrica (mS/cm)	Acidez Libre	Azúcar reductor	Sacarosa
Vichada / <i>acacia mangium</i> (40)	18,34 ±1,48	0,09 ± 0,06	4,79 ±1,99	47,54 ±37,35		558,80 ± 80,88 µS/cm			
Casanare suroeste /eucalipto (41)	16,45 ± 0,18	0,81 ± 0,01		67,29 ± 5,96		0,813 ± 0,03		69,95 ± 0,44	1,48 ± 0,03
Antioquia /Oriente/multiflorales (42)	18,6	0,27	12,5	30,4		0,48	29,04	85,53	
Antioquia Suroeste/uniflorales (34)	17,4	0,35	11,4	46		0,55	50,1	82,75	
Altiplano cundiboyacense /monoflorales (43)	19,0±2,2	0,3±0,2				578,2 ± 89,5 µS/cm	33,9± 10,8		
Cuenca medio chicamocha/Monoflorales (43)	17,3 ± 1,3	0,3 ± 0,2				504,9 ± 86,4 µS/cm	31,2 ± 8,1		
Provincia Comunera /oligofloral (43)	18,9 ± 1,2	0,1 ± 0,0				362,4 ± 54,3 µS/cm	32,9 ± 6,8		
Sierra Nevada /oligofloral (43)	18,0 ± 1,2	0,2 ± 0,3				444,5 ± 70,3 µS/cm	37,4 ± 5,2		
Santander-Boyacá /mielato de roble (44)	16,6±1,4	0,45±0,3	25,6 ±28,1	4,1±3,4	0,03±0,0,0 1	1±0,3		69,3±11,9	
Sincelejo- Sucre Mieles comerciales (45)	20,913	0,428		22,789	0,212	0,712	51,930		
Boyacá /encenillo (46)	20,1 ± 0,43	0,198 ± 0,002	11,8 ± 0,30	43,8 ± 0,67		0,525 ± 0,004	29,7 ± 1,30	69,7 ± 0,17	
Normatividad Colombiana	≤ 21	≤ 0,6	≥ 8	≤ 60	≤ 0,1 miel prensada ≤ 0,5 miel no prensada	≤ 0,8 mS/cm	≤ 50	≥ 45 mielato ≥ 60 miel floral	≤ 5 ≤ 10 miel tropical

4.4 ANÁLISIS DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE MIEL DE ABEJA MUESTRAS COMERCIALES EN CÓRDOBA



Imagen 6. Muestras comerciales de miel de abejas de la zona rural de Montería.

Las muestras suministradas por la asociación de mujeres productoras de miel de abejas del caribe (Apromiel) fueron entregadas envasadas y debidamente selladas; presentaron olor agradable, color rojo opaco, no se evidenciaba presencia de material particulado en su contenido, ni degradación física observable.



Imagen 7. Actividades del Procedimiento para determinar acidez libre.

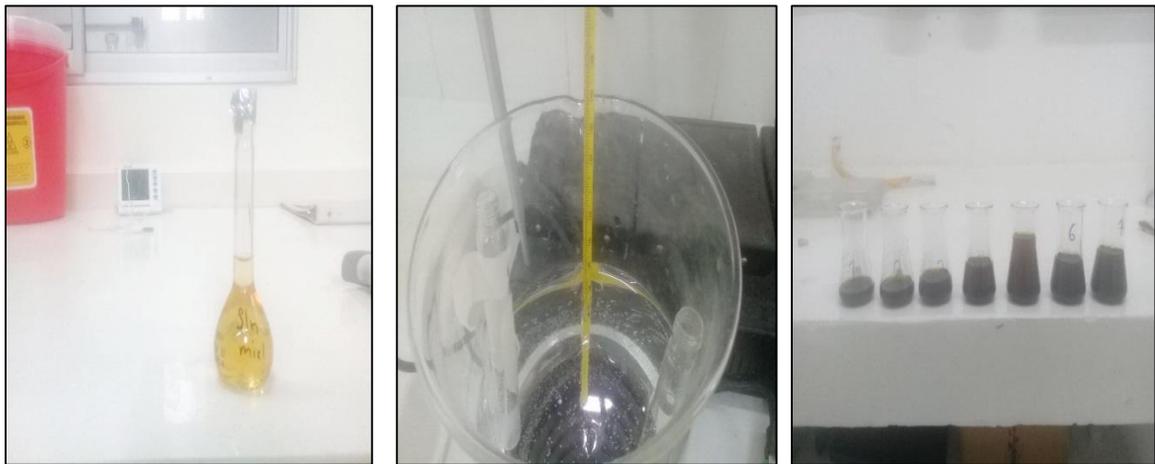


Imagen 8. Actividades del Procedimiento para determinar índice de diastasa.

Los métodos fueron implementados con estas dos muestras comerciales, el índice de diastasa solo se alcanzó a evaluar en una muestra comercial, no se logró implementar la totalidad de los métodos analíticos para la determinación de todos los parámetros

fisicoquímicos por problemas en el tiempo en los semestres en el laboratorio (ver tabla 6).

Tabla 6. Resultados de análisis de muestras de mieles comerciales

Parámetro	Muestra	Método	Resultado	Resolución 1057
Humedad	1	AOAC 969.38B	17,73	≤ 20 %
	2		17,65	≤ 21% para mieles tropicales
Cenizas	1	AOAC 920.181	0,001	≤ 0,6 %
	2		0,01	
Acidez libre	1	AOAC 962.19	32,43	≤ 50 meq/Kg
	2		36,98	
Índice de diastasa (*)	2	AOAC 958.09	12,64	≥ 8 unidades Schade

Fuente: Elaborado por autor.

En la tabla 6 se observa los resultados obtenidos para humedad, cenizas, acidez libre e índice de diastasa en las 2 muestras comerciales provenientes de la zona rural de Montería, se observa que ninguna de las muestras incumple los valores adoptados por la normatividad nacional. Los valores de los parámetros para cada muestra presentan valores cercanos. El contenido de cenizas esta debajo del límite máximo de la norma. Por último se evidencia una correlación entre el contenido de cenizas y la acidez libre de las muestras, ya que las muestras que presentan mayor contenido de cenizas también presentan un valor mayor de acidez libre. En la evaluación del índice

de diastasa se realizó un ensayo en la segunda muestra de miel comercial, el resultado que se obtuvo no es confiable pues, en la gráfica de absorbancia contra tiempo se evidencia un punto anómalo (ver anexo), esta grafica no es una curva de calibrado, es una representación del seguimiento de la reacción entre la enzima diastasa presente en la miel y una solución de almidón, a través de la disminución en la formación del complejo yodo (I_3^-) almidón; es específica para la segunda muestra comercial, es decir, para la determinación de actividad de diastasa para cada muestra se construirá un gráfico propio, que es reflejo de la presencia de la enzima en cada una y de su actividad; se muestra para evidenciar el proceso de implementación del método en el laboratorio.

5. CONCLUSIONES

- ✓ Se logró describir el panorama mundial sobre la investigación de la temática de los parámetros de calidad de la miel de abejas haciendo uso del software VOSviewer©.
- ✓ El software mostro las redes de coautoría entre investigadores que resultan en unos grupos aislados unos de otros, sobre todo una interacción muy débil entre científicos de diferentes nacionalidades.
- ✓ La red de colaboración entre países muestra un núcleo de países con colaboración muy cerrada donde destacan 3 países dejando otros al margen.
- ✓ La red de coocurrencia de palabras clave indica que el enfoque de la investigación se está dirigiendo hacia la aplicación en el control de calidad y autenticidad.
- ✓ De los estudios realizados en Colombia para la evaluación de los parámetros de calidad de mieles naturales y comerciales se evidencia el interés reciente en la investigación de esta temática y por ende la importancia que ha ido adquiriendo la apicultura.
- ✓ Las mieles de las diferentes zonas del país cumplieron en gran porcentaje los valores de la normatividad nacional, pero con variaciones debidas naturalmente a sus particulares orígenes botánicos y por supuesto geográficos.
- ✓ La evaluación preliminar de las muestras comerciales de la zona rural de la ciudad de Montería arrojó resultados satisfactorios en cuanto al cumplimiento de la normatividad nacional lo que resalta la labor de estos productores.

ANEXOS

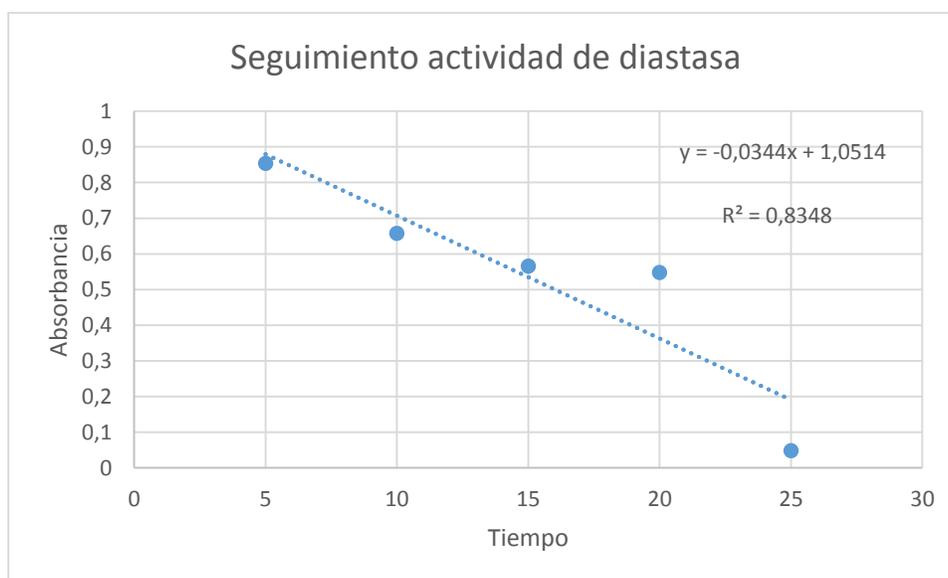
Tabla de Chataway-Wedmore

Contenido de agua (%)	Índice de refracción (20°C)	Contenido de agua (%)	Índice de refracción (20°C)	Contenido de agua (%)	Índice de refracción (20 °C)
13,0	1,5044	17,2	1,4935	21,4	1,4830
13,2	1,5038	17,4	1,4930	21,6	1,4825
13,4	1,5033	17,6	1,4925	21,8	1,4820
13,6	1,5028	17,8	1,4920	22,0	1,4815
13,8	1,5023	18,0	1,4915	22,2	1,4810
14,0	1,5018	18,2	1,4910	22,4	1,4805
14,2	1,5012	18,4	1,4905	22,6	1,4800
14,4	1,5007	18,6	1,4900	22,8	1,4795
14,6	1,5002	18,8	1,4985	23,0	1,4790
14,8	1,4997	19,0	1,4890	23,2	1,4785
15,0	1,4992	19,2	1,4885	23,4	1,4780
15,2	1,4987	19,4	1,4880	23,6	1,4775
15,4	1,4982	19,6	1,4875	23,8	1,4770
15,6	1,4976	19,8	1,4870	24,0	1,4765
15,8	1,4971	20,0	1,4865	24,2	1,4760
16,0	1,4966	20,2	1,4860	24,4	1,4755
16,2	1,4961	20,4	1,4855	24,6	1,4750
16,4	1,4956	20,6	1,4850	24,8	1,4745
16,6	1,4951	20,8	1,4845	25,0	1,4740
16,8	1,4946	21,0	1,4840		
17,0	1,4940	21,2	1,4835		

SEGUIMIENTO DE REACCIÓN ALMIDÓN Y DIASTASA

Tiempo (min)	Absorbancia
5	0,854
10	0,658
15	0,566
20	0,548
25	0,048

GRAFICA DE TIEMPO VS ABSORBANCIA (MUESTRA COMERCIAL 2)



BIBLIOGRAFÍAS CONSULTADAS

A continuación se presentan los links de las consultas hechas en las bases de datos Scopus y Scielo respectivamente sobre la investigación de la temática.

La búsqueda en la base de datos Scopus fue: "Honey quality parameters".

<https://ezproxyucor.unicordoba.edu.co:2069/results/results.uri?numberOfFields=0&src=s&clickedLink=&editSaveSearch=&origin=searchbasic&authorTab=&affiliationTab=&advancedTab=&scint=1&menu=>

[search&tablin=&searchterm1=honey+quality+parameters&field1=TITLE_ABS_KEY&dateType=Publication_Date_Type&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present&loadDate=7&documenttype=All&accessTypes=All&resetFormLink=&st1=honey+quality+parameters&st2=&sot=b&sdt=b&sl=39&s=TITLE-ABS-KEY%28honey+quality+parameters%29&sid=475c45da39c7a22d4977ac6bf738db63&searchId=475c45da39c7a22d4977ac6bf738db63&txGid=acabd75a5bcffb4eb42e43557eca3f95&sort=plf-&originationType=b&rr=](https://search.scielo.org/?lang=es&count=15&from=16&output=site&sort=&format=summary&page=2&q=honey+quality+parameters&where=&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2017&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2018&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2010&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2013&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2011&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2012&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2019&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2014&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2016&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2020)

La búsqueda en la base de datos Scielo fue: “Honey quality parameters”.

https://search.scielo.org/?lang=es&count=15&from=16&output=site&sort=&format=summary&page=2&q=honey+quality+parameters&where=&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2017&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2018&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2010&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2013&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2011&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2012&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2019&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2014&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2016&filter%5Byear_cluster%5D%5B%5D=2020

BIBLIOGRAFIA

1. Alimentarius C. CODEX STAN 156-1987 Página 1 de 9. CODEX Norma Para La Miel. 2011;1:1–9.
2. Tojo Sierra R, Leis Trabazo R, Tojo González R. Alimentos funcionales o nutraceuticos. Vol. 57, Revista Espanola de Pediatria. 2001. 3–12 p.
3. Se KW, Wahab RA, Nuratiqah Syed Yaacob S, Krishna Goshal S. Detection techniques for adulterants in honey: Challenges and recent trends. J Food Compos Anal. 2019;80:16–32.
4. Bogdanov S. HARMONISED METHODS OF THE INTERNATIONAL HONEY COMMISSION [Internet]. 2009. p. 1–63. Available from: <http://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf>
5. MPS. Resolución 1057 de 2010. Minist la Protección Soc República Colomb. 2010;2010(47).
6. ICONTEC. Miel De Abejas NTC 1273. 2012;(571):1–21. Available from: <http://apps.normalizacion.gob.ec/descarga/>
7. Asamblea Departamental de Córdoba. Plan de Desarrollo Departamental [Internet]. 2016. Available from: http://www.cordoba.gov.co/descargas/plan_desarrollo_2016/Plan-Desarrollo-2016-2019-Unidos-Córdoba.pdf
8. Miniagricultura. Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura. 2018;
9. Méndez GA. Mueren 72 millones de abejas por envenenamiento en Tierralta, Córdoba [Internet]. 2018. Available from: <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/mueren-72-millones-de-abejas-por-envenenamiento-en-tierralta-cordoba-261298>
10. Universo Abierto [Internet]. 2020. Available from: <https://universoabierto.org/2020/02/18/vosviewer-es-una-herramienta-de-software-para-construir-y-visualizar-redes-bibliometricas/>
11. Karabagias IK, Maia M, Karabagias VK, Gatzias I, Badeka A V. Characterization of eucalyptus, chestnut and heather honeys from Portugal using multi-parameter analysis and chemo-calculus. Foods. 2018;7(12).
12. Parlamento Europeo. DIRECTIVA 2001/110/CE DEL CONSEJO de 20 de diciembre de 2001 relativa a la miel. Doce. 2002;L10:47–52.
13. Correa AR, Cuenca MM, Zuluaga CM, Scampicchio MM, Quicazán MC. Validation of honey-bee smelling profile by using a commercial electronic nose.

- Ing e Investig [Internet]. 2017;37:45–51. Available from:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092017000300045&lang=es#B18
14. Mendizabal FM. Abejas [Internet]. 1a ed. Buenos Aires: Editorial Albatros SACI; 2005. Available from:
<https://books.google.com.co/books?id=7jSL8ETF97wC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
 15. Jean-Prost P, Medori P, De Linan y Vicente C, Asensio Sierra E, Cegarra Beltri G. Apicultura : conocimiento de la abeja, manejo de la colmena. México; 2007.
 16. Uriel PF. Dones del cielo. Abeja y miel en el Mediterráneo antiguo [Internet]. 1a ed. Madrid: UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION A DISTANCIA; 2011. Available from:
<https://ezproxyucor.unicordoba.edu.co:2057/lib/unicordobasp/reader.action?docID=3199018&query=miel+de+abejas>
 17. Sanchez C, Castignani H, Rabaglio M. El Mercado Apícola Internacional. Inst Nac Tecnol Agropecu [Internet]. 2018;23. Available from:
https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_cicpes_instdeeconomia_sanchez_mercado_apicola_internacional.pdf
 18. Laverde JC, Egea LM, Rodríguez DM, Peña JE. AGENDA PROSPECTIVA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA CADENA PRODUCTIVA DE LAS ABEJAS Y LA APICULTURA EN COLOMBIA CON ÉNFASIS EN MIEL DE ABEJAS. Bogotá D.C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; 2010. 224 p.
 19. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cadena Abejas y Apicultura. Tercer trimestre 2019. 2019;24. Available from:
[https://sioc.minagricultura.gov.co/Apicola/Documentos/2019-03-30 Cifras sectoriales.pdf](https://sioc.minagricultura.gov.co/Apicola/Documentos/2019-03-30%20Cifras%20sectoriales.pdf)
[https://sioc.minagricultura.gov.co/Apicola/Documentos/2019-09-30 Cifras sectoriales.pdf](https://sioc.minagricultura.gov.co/Apicola/Documentos/2019-09-30%20Cifras%20sectoriales.pdf)
 20. Mračević SĐ, Krstić M, Lolić A, Ražić S. Comparative study of the chemical composition and biological potential of honey from different regions of Serbia. Microchem J [Internet]. 2019;152. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026265X19325706>
 21. Rizelio VM, Tenfen L, Da Silveira R, Gonzaga LV, Costa ACO, Fett R. Development of a fast capillary electrophoresis method for determination of carbohydrates in honey samples. Talanta [Internet]. 2012;93:62–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2012.01.034>
 22. Da Silva PM, Gauche C, Gonzaga LV, Costa ACO, Fett R. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. Food Chem [Internet]. 2016;196:309–23.

Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>

23. White JJ, Rudyj ON. THE PROTEIN CONTENT OF HONEY. *J Apicultural Res* [Internet]. 1978;17:234–8. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00218839.1978.11099932>
24. Rossano R, Larocca M, Polito T, Perna AM, Padula MC, Martelli G, et al. What Are the Proteolytic Enzymes of Honey and What They Do Tell Us? A Fingerprint Analysis by 2-D Zymography of Unifloral Honeys. *PLoS One* [Internet]. 2012;7(11):1–17. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0049164>
25. COMETTO PM, FAYE PF, DI PAOLA NARANJO RD, RUBIO MA, ALDAO MAJ. Comparison of Free Amino Acids Profile in Honey from Three Argentinian Regions. *J Agric Food Chem*. 2003;51:5079–87.
26. Paramás AMG, Bárez JAG, Marcos CC, García-Villanova RJ, Sánchez JS. HPLC-fluorimetric method for analysis of amino acids in products of the hive (honey and bee-pollen). *Food Chem*. 2006;95(1):148–56.
27. Ciulu M, Solinas S, Floris I, Panzanelli A, Pilo MI, Piu PC, et al. RP-HPLC determination of water-soluble vitamins in honey. *Talanta* [Internet]. 2011;83(3):924–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2010.10.059>
28. Alqarni AS, Owayss AA, Mahmoud AA, Hannan MA. Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. *J Saudi Chem Soc* [Internet]. 2012;18(5):618–25. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319610312001767>
29. Tezcan F, Kolayli S, Ulusoy HSE, Erim FB. Evaluation of organic acid, saccharide composition and antioxidant properties of some authentic Turkish honeys. *J Food Nutr Res*. 2011;50(1):33–40.
30. Mato I, Huidobro JF, Cendón V, Muniategui S, Fernández-Muiño MA, Sancho MT. Enzymatic Determination of Citric Acid in Honey by Using Polyvinylpyrrolidone Clarification. *J Agric Food Chem*. 1998;46:141–4.
31. Charczun N, Ligor M, Buszewski B, Kaškonienė V, Maruška A, Kornyšova O. Quantitative and qualitative determination of phenolic compounds in honey. 2009;3(3):74–80.
32. Cianciosi D, Forbes-Hernández TY, Afrin S, Gasparrini M, Reboredo-Rodriguez P, Manna PP, et al. Phenolic compounds in honey and their associated health benefits: A review. *Molecules*. 2018;23(9):1–20.
33. Aljohar HI, Maher HM, Albaqami J, Al-Mehaizie M, Orfali R, Orfali R, et al. Physical and chemical screening of honey samples available in the Saudi market:

- An important aspect in the authentication process and quality assessment. *Saudi Pharm J.* 2018;26:932–42.
34. Escuredo O, Míguez M, Fernández-González M, Carmen Seijo M. Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chem* [Internet]. 2013;138(2–3):851–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.015>
 35. AOAC. OFFICIAL METHODS of ANALYSIS. 15th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, Inc; 1990. 1025–1034 p.
 36. Moreira RFA, De Maria CAB, Pietroluongo M, Trugo LC. Chemical changes in the non-volatile fraction of Brazilian honeys during storage under tropical conditions. *Food Chem.* 2007;104(3):1236–41.
 37. Karabagias IK, Badeka A, Kontakos S, Karabournioti S, Kontominas MG. Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. *Food Chem* [Internet]. 2014;146:548–57. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.105>
 38. Bergamo G, Seraglio SKT, Gonzaga LV, Fett R, Costa ACO. Physicochemical characteristics of bracatinga honeydew honey and blossom honey produced in the state of Santa Catarina: An approach to honey differentiation. *Food Res Int* [Internet]. 2019;116:745–54. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.007>
 39. Sakač N, Sak-Bosnar M. A rapid method for the determination of honey diastase activity. *Talanta.* 2012;93:135–8.
 40. Castro Mercado L. Evaluación de la composición, calidad y generación de valor de miel de abejas originaria de zonas forestales en la altillanura del departamento de Vichada. 2018.
 41. Ortega-Bonilla RA, Chito-Trujillo DM, Suárez-Ramos CA. Physicochemical characteristics of commercial eucalyptus honeys from Southwest Casanare. *Corpoica Cienc y Tecnol Agropecu.* 2016;17(1):73–80.
 42. Urrego Ramírez JF. CARACTERIZACIÓN DE MIELES DE ABEJA *apis mellifera*, COLECTADAS DE DIFERENTES REGIONES DE ANTIOQUIA, DE ACUERDO CON LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR LA LEGISLACIÓN COLOMBIANA Y DEMÁS CRITERIOS QUE CONTRIBUYEN A LA CALIDAD (tesis de maestría) [Internet]. [Medellín]: Universidad nacional de Colombia; 2017. Available from: <bdigital.unal.edu.co/57768/1/98626855.2017.pdf>
 43. Zuluaga-Domínguez CM, Nieto-Veloza A, Quicazán-de-Cuenca M. Clasificación de las mieles colombianas por nariz electrónica y parámetros físico-químicos,

utilizando redes neuronales y algoritmos genéticos. *J Apic Res* [Internet]. 2018;57(1):145–52. Available from: <http://doi.org/10.1080/00218839.2017.1339521>

44. Gamboa Abril MV. Estudio e identificación de características de composición y bioactividad propias de miel de mielato de *Apis mellifera*. 2014; Available from: <http://www.bdigital.unal.edu.co/49866/1/52964979.2014.pdf>
45. RODELO CMJ, AGUAS ADJP. CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y CALIDAD FISICOQUIMICA DE MIEL DE ABEJAS (*Apis mellifera*) COMERCIALIZADA EN LA CIUDAD DE SINCELEJO- SUCRE [Internet]. Universidad de Sucre; 2018. Available from: <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/770/1/T638.16 J94.pdf>
46. Grosso GS, Tangarife MPO, Méndez LMR. Propiedades fisicoquímicas de mieles monoflorales de encenillo de la zona Altoandina en Boyacá, Colombia. *Quim Nova*. 2017;40(8):854–64.

