

**CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y CALIDAD FISICOQUIMICA DE
MIEL DE ABEJAS (*Apis mellifera*) COMERCIALIZADA EN LA CIUDAD DE
SINCELEJO- SUCRE.**

**CLAUDIA MILENA JULIO RODELO
ALEXANDER DE JESÚS PEREZ AGUAS**

**DIRECTOR(A): YELITZA AGUAS MENDOZA
PhD. (c) EN INGENIERÍA**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
SINCELEJO- SUCRE**

2018

**CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y CALIDAD FISICOQUIMICA DE
MIEL DE ABEJAS (*Apis mellifera*) COMERCIALIZADA EN LA CIUDAD DE
SINCELEJO- SUCRE.**

CLAUDIA MILENA JULIO RODELO

ALEXANDER DE JESÚS PEREZ AGUAS

LINEA DE INVESTIGACION:

**TRABAJO INVESTIGATIVO, PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE LA FACULTAD
DE INGENIERIA – INGENIERO(A) AGROINDUSTRIAL**

DIRECTOR(A): YELITZA AGUAS MENDOZA

PhD. (c) EN INGENIERÍA

CODIRECTORA: ANA BEATRIZ MARTINEZ

MSc (C) EN GESTIÓN INTEGRADA DE LA CALIDAD.

UNIVERSIDAD DE SUCRE

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

SINCELEJO- SUCRE

2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

.....
.....
.....

.....

Firma del jurado

.....

Firma del jurado

.....

Firma del jurado

DEDICATORIA.

Queremos dedicar este trabajo de grado a:

Dios por darnos la sabiduría y entendimiento en todo este proceso formativo, además de darnos las fuerzas y la voluntad para seguir el camino del bien.

Nuestras Familias por cada uno de sus consejos de motivación y aliento para continuar y hacernos cada día mejores personas y cumplir una meta anhelada.

Nuestra directora por su apoyo incondicional en este trabajo de Investigación.

Nuestros Amigos y compañeros que nos han colaborado en este proceso formativo.

Todos los que de alguna manera nos han brindado sus conocimientos en todo este proceso de formación académica.

Porque todos los que son guiados por el Espíritu de Dios, éstos son hijos de Dios.

Romanos 8,14.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, le damos las gracias a nuestro DIOS por su fidelidad y misericordia cada día, por darnos la sabiduría e inteligencia para afrontar cada una de las situaciones que tuvimos que afrontar en todo este proceso de formación académica, que, de una u otra forma, nos hicieron crecer como personas y fortalecer diversas áreas de nuestras vidas.

Gracias a nuestras familias por su apoyo incondicional, por sus oraciones y motivaciones en nuestra formación académica, y que ahora podemos ver los frutos de cada uno de los esfuerzos de la carrera.

A la universidad de Sucre por darnos la oportunidad de cursar nuestros estudios de pregrado, a cada uno de los docentes del programa de Ingeniería Agroindustrial por brindarnos sus conocimientos con el objetivo de hacer de nosotros profesionales activos, productivos, y útiles a la sociedad.

A los trabajadores del laboratorio de microbiología por brindarnos un lugar en óptimas condiciones, para llevar a cabo cada una de las pruebas de laboratorios.

A nuestra directora del trabajo investigativo, Yelitza Aguas Mendoza, que, gracias a sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y motivación nos ha ayudado hacer real este trabajo de grado.

Es, pues la Fe la certeza de lo que se espera, la convicción de lo que no se ve.

Hebreos 11,1

Contenido

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	16
2. MARCO REFERENCIAL.....	19
2.1. Marco de antecedentes	19
2.2. Marco teórico-conceptual.....	21
2.2.1. La miel.....	21
2.2.2. Clasificación de la miel.....	21
2.2.3. Tipos de miel	23
2.2.4. Proceso de producción de la miel.....	23
2.2.5. Propiedades y componentes de la miel.....	24
3. METODOLOGÍA.....	28
3.1. Análisis de la miel.....	29
3.1.1. Contenido de Humedad	29
3.1.2. Sólidos Insolubles.....	30
3.1.3. Conductividad Eléctrica.....	31
3.1.4. Hidroximetilfurfural.....	32
3.1.5. Ceniza.....	33
3.1.6. Acidez Libre.....	34
3.1.7. Color.....	36
3.2. Prueba de Adulteración.....	36
3.2.1. Identificación de colorantes.....	36
3.2.2. Identificación de Glucosa Comercial.....	37
3.3. Panel Sensorial.....	38
4. RESULTADOS Y ANALISIS.....	39
4.1. Características fisicoquímicas de la miel.....	39
4.1.1. Ceniza.....	40
4.1.2. Acidez libre.....	41
4.1.3. Humedad.....	43
4.1.4. Sólidos insolubles.....	45
4.1.5. Hidroximetilfurfural.....	47
4.1.6. Conductividad eléctrica.....	48

4.1.7.	Color	50
4.2.	Pruebas de adulteración	50
4.2.1.	Identificación de colorantes.....	51
4.2.2.	Identificación de glucosa comercial.....	51
4.3.	Panel sensorial.....	52
5.	CONCLUSIONES	61
6.	RECOMENDACIONES	62
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	63
8.	ANEXOS.....	67

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Selección de las muestras en las 5 zonas en la ciudad de Sincelejo.	28
Figura 2. Muestras de miel de las distintas zonas.	29
Figura 3. Determinación del contenido de humedad.	30
Figura 4. Montaje de la prueba de los sólidos insolubles.	31
Figura 5. Montaje de la prueba de conductividad eléctrica.	31
Figura 6. Montaje de la prueba de hidroximetilfurfural.	33
Figura 7. Prueba de ceniza.	34
Figura 8. Muestras después la titulación con hidróxido de sodio a 0,05M hasta un pH de 8,5.	35
Figura 9. Método Graduador color Pfund.	36
Figura 10. Montaje de identificación de colorantes en la miel.	37
Figura 11. Montaje de la identificación de glucosa comercial.	37
Figura 12. Panel sensorial realizado a estudiantes de VIII semestre de Ing. Agroindustrial de la Universidad de Sucre.	38
Figura 13. Valores promedios de ceniza.	41
Figura 14. Valores promedios de acidez libre.	43
Figura 15. Valores promedios de humedad.	45
Figura 16. Valores promedios de sólidos insolubles.	46
Figura 17. Valores promedios de HMF.	48
Figura 18. Valores promedio de conductividad eléctrica.	49
Figura 19. Comparación de los resultados de las muestras con amoníaco, alcohol etílico y una muestra patrón.	51
Figura 20. Resultados de las muestras de la prueba de glucosa comercial.	51
Figura 21. Porcentaje de aceptabilidad en olor Vs categorías en cada muestra.	54
Figura 22. Porcentaje de aceptabilidad en color Vs categorías en cada muestra.	56
Figura 23. Porcentaje de aceptabilidad en textura Vs categorías en cada muestra.	58
Figura 24. Porcentaje de aceptabilidad en sabor Vs categorías en cada muestra.	60

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Comparación de parámetros de color de la miel.....	27
Tabla 2. Codificación de las muestras de cada zona.....	29
Tabla 3. Valores obtenidos de las 10 muestras analizadas en 5 zonas de la ciudad de Sincelejo. ...	39
Tabla 4. Resultado del análisis estadístico de ceniza.....	40
Tabla 5. Resultado del análisis estadístico de la acidez libre.....	42
Tabla 6. Resultado del análisis estadístico de humedad.....	44
Tabla 7. Resultado del análisis estadístico de sólidos insolubles.....	46
Tabla 8. Resultado del análisis estadístico de hidroximetilfurfural.....	47
Tabla 9. Resultado del análisis estadístico de conductividad eléctrica.....	49
Tabla 10. Resultados obtenidos en la lectura del colorímetro.....	50
Tabla 11. Porcentaje de aceptabilidad en olor por los panelistas.....	53
Tabla 12. Porcentaje de aceptabilidad en color por los panelistas.....	55
Tabla 13. Porcentaje de aceptabilidad en textura por los panelistas.....	57

RESUMEN

La miel de abeja *Apis mellifera* puede verse afectada en su composición por diferentes factores que pueden afectar su calidad. Estas causas pueden presentarse por agentes patógenos, agentes tóxicos, causas ambientales relacionadas con las condiciones climáticas y geográficas, la obtención, procesamiento, almacenamiento y comercialización de la misma.

Los productores y comercializadores de miel de abejas en la ciudad de Sincelejo – Sucre desconocen en muchos casos la composición química de la miel, debido a que su producción es artesanal y poco tecnificada. Esto puede verse reflejado en la seguridad del alimento al momento de ofrecer un producto final en óptimas condiciones. De esta manera la composición de la miel puede sufrir modificaciones que alteren los parámetros de calidad establecidos por la Norma Técnica Colombiana 1273 de 2007 y la Resolución 1057 de 2010 emitida por el Ministerio de la Protección Social.

La presente investigación realizó un estudio a 10 muestras de mieles de abejas *Apis mellifera* ubicadas en 5 zonas que se comercializan en la ciudad de Sincelejo. Las muestras fueron codificadas con las letras M, A, B, C y E seguida de los números 01-02 para identificar las repeticiones por zona. Las mieles fueron evaluadas por medio de pruebas fisicoquímicas para la determinación de su composición para compararlos con los parámetros de calidad regidos por la legislación colombiana, valorar su adulteración y su aceptación a través de un panel sensorial con prueba de aceptación, modalidad hedónica de 9 puntos, que fue aplicado a estudiantes de VIII semestre de ingeniería Agroindustrial de la universidad de Sucre.

Las mieles analizadas de las 5 zonas en la ciudad de Sincelejo, respectivamente, presentaron los siguientes valores promedio; a) de acuerdo a los parámetros incluidos en la NTC 1273 de 2007 y la Resolución 1057 de 2010 del Ministerio de la Protección Social: Ceniza 0,428 % m/m, Acidez

libre 51,930 meq/kg, Humedad 20,913 %, Sólidos Insolubles 0,212 %, Hidroximetilfurfural 22,789 mg/kg, Conductividad Eléctrica 0,712 mS/cm; b) y otro parámetro calidad como el color que presentó un promedio 90,4 mm Pfund.

En cuanto a los parámetros normativos para su comercialización, se observó que las muestras analizadas en un 90% cumplieron con lo requerido para cenizas, 40% para acidez libre, 10% para humedad, 100% de las muestras cumplió con los sólidos insolubles, 90% cumplieron hidroximetilfurfural y 60% con conductividad eléctrica. Además, la muestra B01 dio positivo a la adulteración con colorantes. Para la evaluación sensorial fue realizada mediante la prueba de aceptación modalidad hedónica de 9 puntos, siendo las muestras B02 con respecto al olor el de menos preferencia, con respecto al color, textura y sabor la muestra B01 la de menor aceptabilidad.

Palabras claves: miel, *Apis mellifera*, calidad, parámetros, aceptación, Sincelejo.

ABSTRACT

Bee honey *Apis mellifera* can be affected in its composition by different factors that contribute to it can be adulterated affecting its quality. These causes can occur due to pathogens, toxic agents, environmental causes related to the climatic and geographical conditions, the obtaining, processing, storage and commercialization of the same.

Honey producers and merchants in the city of Sincelejo - Sucre do not know in many cases the chemical composition of honey, due to the fact that their production is artisanal and little technician. This can be reflected in the safety of the food when offering a final product in optimal conditions. In this way, the composition of honey can undergo modifications that alter the quality parameters established by Colombian Technical Standard 1273 of 2007 and Resolution 1057 of 2010 issued by the Ministry of Social Protection.

The present study conducted a study of 10 honey samples from *Apis mellifera* bees located in 5 zones that are commercialized in the city of Sincelejo. The samples were coded with the letters M, A, B, C and E followed by the numbers 01-02 to identify the repetitions by area. The honeys were evaluated by means of physicochemical tests for the determination of their composition to compare them with the quality parameters governed by Colombian legislation, assess their adulteration and acceptance through a sensory panel with acceptance test, hedonic modality of 9 points, which was applied to students of the 8th semester of Agroindustrial Engineering of the University of Sucre.

The honeys analyzed from the 5 zones in the city of Sincelejo, respectively, presented the following average values; A) According to the parameters included in the 2007 NTC 1273 and resolution 1057 of 2010: Ash 0.428% m/m, free acidity 51.930 meq/kg, humidity 20.913%,

insoluble solids 0.212%, hydroxymethylfurfural 22.789 mg/kg, electrical conductivity 0.712 mS/cm; b) and another quality parameter as the color that presented an average 90.4 mm Pfund.

Regarding the normative parameters for commercialization, it was observed that the samples analyzed in 90% fulfilled the requirements for ashes, 40% for free acidity, 10% for humidity, 100% of the samples fulfilled the insoluble solids, 90 % met hydroxymethylfurfural and 60% with electrical conductivity. In addition, sample B01 tested positive for adulteration with dyes. For the sensory evaluation, it was carried out using the 9-point hedonic method acceptance test, with the samples BO2 with respect to the smell being the least preferred, with respect to color, texture and taste, the B01 sample with the lowest acceptability.

Keywords: honey, *Apis mellifera*, quality, parameters, acceptance, Sincelejo.

SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

Símbolos	Término
%	Porcentaje
°C	Celsius
C₂H₆O	Alcohol etílico
G	Gramo
HCl	Ácido clorhídrico
K₄Fe(CN)₆·3H₂O	Ferrocianuro de potasio tri-hidrato
Kg	Kilogramo
M	Molaridad
m/m	Relación peso-peso
Meq	Mili-equivalente
Mg	Miligramo
ml	Mililitro
mm	Milímetro
Ms	Mili-Siemens
N	Normalidad
NaOH	Hidróxido de sodio
NH₃	Amoniaco
Zn(CH₃COO)₂·2H₂O	Acetato de zinc di-hidrato

Abreviaturas**Término****AOAC**Association of official analytical
chemists**HMF**

Hidroximetilfurfural

NTC

Norma técnica colombiana

Pfund

Unidad de medida de color de miel

Res.

Resolución

1. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos, el ser humano ha utilizado productos apícolas con fines medicinales y nutritivos. Según Castillo (2016) la apicultura es una ciencia aplicada que estudia la abeja melífera y la tecnología mediante la cual se obtienen los beneficios de sus productos, miel propóleo en diferentes aplicaciones, tanto medicinales, cosméticas, conservación de bosques, polinización de cultivos, entre otros.

La miel es la “sustancia dulce elaborada por *Apis mellifera* o por diferentes sub-especies, a partir del néctar de las flores y de otras secreciones extra-florales, que las abejas extraen, transportan, transforman, combinan con otras sustancias, deshidratan, concentran y almacenan en panales”. (Mungó, 2008, pág. 1).

Los autores Córdova, Arriaga, & Hernández También se define la miel como una sustancia dulce natural producida por las abejas a partir del néctar de las flores o de otras partes vivas de la planta y de las secreciones de insectos, que las abejas recogen, transforman, combinan con sustancias específicas propias y almacenan en panales; de los cuales se extrae el producto sin ninguna adición de otras sustancias. La composición y las propiedades de la miel dependen del origen botánico del néctar o de las secreciones utilizadas por las abejas. (2013, pág. 163)

Los carbohidratos constituyen el principal componente de la miel. “Dentro de los carbohidratos, los principales azúcares son los monosacáridos fructosa y glucosa. Estos azúcares simples representan el 85% de sus sólidos”. (Campo Del, Zuriarrain, & Berregi, 2015).

La miel contiene aproximadamente 0,5% de proteínas, principalmente como enzimas y aminoácidos. Los niveles de aminoácidos en la miel son el reflejo del contenido de nitrógeno, el

cual es variable y no supera el 0,04%. En la miel se han encontrado entre 11 y 21 aminoácidos libres, de los cuales la prolina representa alrededor de la mitad del total. Además de la prolina, el ácido glutámico, alanina, fenilalanina, tirosina, leucina e isoleucina se presentan en niveles mayores. (Chua, Lee, & Chan, 2015).

La gran dulzura de la miel enmascara en gran parte el sabor de los ácidos orgánicos presentes, los cuales representan aproximadamente el 0,5% de los sólidos de este alimento. Los ácidos orgánicos son los responsables del bajo pH de la miel (3,5 a 5,5) y de la excelente estabilidad de la misma. Son varios los ácidos orgánicos que están presentes en la miel, aunque el que predomina es el ácido glucónico. (Adnan, Chua, & Sarmidi, 2014).

El contenido mineral de la miel es altamente variable, de 0,02 a 1,0%, siendo el potasio cerca de la tercera parte de dicho contenido; la cantidad de potasio excede 10 veces a la de sodio, calcio y magnesio. Existe una gran variedad de mieles con diferentes aromas, colores y sabores, dependiendo de su origen botánico. Los azúcares son los principales componentes del sabor. Generalmente la miel con un alto contenido de fructosa es más dulce que una miel con una alta concentración de glucosa. (Santacruz, Benavides, & Gámez, 2016).

Las mieles presentan una gran variabilidad en cuanto a color, aroma, sabor, humedad, hidroximetilfurfural, enzimas, etc., características que le confieren parámetros de identidad a cada una, y de acuerdo a ellas son apreciadas en mayor o menor grado por los consumidores. La variabilidad de estas características depende del material vegetal del cual las abejas han extraído el néctar, los factores externos como son las condiciones climáticas, los métodos de extracción, el tiempo y las condiciones de almacenamiento y, en consecuencia, también de la región geográfica en que se encuentra ubicado el apiario; de allí que para caracterizar una miel, los análisis físico-

químicos y organolépticos deben estar estrechamente relacionados con el origen botánico de la misma. (Sans & Sans, 1994).

Por otro lado, el consumidor debe adquirir una miel plena de cualidades organolépticas, exenta de alteraciones físico-químicas, que hagan suponer una desviación de los procesos naturales de extracción, envasado y almacenamiento del producto.

El presente trabajo tiene como finalidad realizar un estudio a la miel de abejas (*Apis mellifera*) que se comercializa en diferentes puntos de venta en la ciudad de Sincelejo-Sucre mediante la caracterización y la determinación de su composición físico-química para compararlos con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Colombiana 1273 y la Resolución 1057 de 2010 del Ministerio de la Protección Social, valorar su nivel de adulteración y su aceptación a través de un panel sensorial.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco de antecedentes

En Colombia, la cadena de las abejas y la apicultura se encuentra conformada por la producción de miel, polen, propóleos, cera, jalea y larvas, sin embargo la mayor parte de la obtención se ha concentrado en la miel, la cual aún no se ha considerado como competitiva para el desarrollo agropecuario del país, aun cuando es una actividad que genera grandes beneficios para el medio ambiente y el sector, gracias a la acción polinizadora de las abejas, quienes por medio de dicho proceso, aceleran el desarrollo productivo de varios cultivos. “A nivel mundial, la producción, comercio y consumo de miel se ha venido incrementando en los últimos 20 años, debido a que es un producto de origen 100% natural que posee beneficios para el consumo humano dados sus altos componentes medicinales.” (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agrocadenas Colombia, 2006, pág. 3)

La miel de abejas “*Apis mellifera*” ha sido considerada como una alternativa productiva en el gremio agroalimentario, debido a los aportes nutricionales que se le atribuyen; no obstante, los inicios de la actividad apícola en el país, fueron atribuidos al arduo trabajo realizado por el sacerdote Remigio Rizzardi, quien, desde su Comunidad Salesiana, marcó un cambio en el desarrollo tecnológico que se tenía en Colombia. Rizzardi inició su labor con especies de abejas italianas y fue así como se reflejó el avance tecnológico de la apicultura del país. Al pasar de los tiempos, esa tecnología fue adoptada por el gobierno nacional, quien por medio de una publicación transmitió los aportes del sacerdote y permitió que, en la época de 1910, las maestras de las escuelas impartieran dichos conocimientos a los niños, buscando así fomentar el desarrollo del agro en el territorio nacional. (Ramírez, 2017).

En la década de los años 70 la actividad apícola alcanza su mayor desarrollo en Colombia como efecto de los programas de diversificación creados por la Federación Nacional de Cafeteros, se reportan para la época exportaciones anuales de 200 a 300 toneladas de miel entre los años 1973 y 1975; para el año 2014 se realizó el primer diagnóstico del sector apícola colombiano, en el cual se estimó que el país contaba con un total de 4.865 apicultores de los cuales 1.669 equivalentes al 34% eran tecnificados; el total de colmenas en el país fue 88.532 de las cuales 27.647 equivalentes al 31% eran tecnificadas, el promedio de colmenas por apicultor reportado fue de 18.2 y el promedio de colmenas por apicultor tecnificado fue de 16.5; Para el año 1979, Colombia alcanzaba un nivel de exportación de 900 Toneladas . (Alarcón, 2014).

Colombia es un país productor de miel por naturaleza. La variada vegetación de las regiones apicultoras es el ingrediente que le permite a esta sustancia tener cualidades específicas que la clasifican entre las mejores del mundo, no es solo su sabor, textura y aroma. También a este subproducto de las abejas, se le han descubierto propiedades antibacterianas, con potencial para contrarrestar enfermedades en el ser humano. Al menos así lo señalan investigadores de la Universidad Nacional, que, a pasos agigantados, están avanzando en la búsqueda de una denominación de origen de las mieles colombianas con miras a su exportación. (Martínez, 2009).

En Colombia se ha incrementado en un 10% el número de colmenas y en un 30% la producción de miel entre 2012 y 2015, según la Línea Base construida por Procultivos ANDI en el año 2017 y elaborada por la bióloga Mónica Cepeda. (Jordan, 2018).

En Colombia la industria apícola está más ligada a la producción de miel (se estiman cerca de 100.000 colmenas y cada una produce 30 kilos de miel al año), que en todo caso es menor a la de otros países del vecindario como Argentina, México o Chile. (Agencia de Noticias de la U Nacional, 2016).

2.2. Marco teórico-conceptual.

2.2.1. La miel

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), define a la miel como: "sustancia dulce elaborada por la abeja melífera (*Apis mellifera*) y sus diferentes subespecies, a partir del néctar de las flores y otras sustancias extraflorales". El valor nutricional de la miel radica en su poder energético 3.300 calorías por kilogramo y es el producto apícola más conocido y la principal fuente de ingresos de los apicultores de Sucre. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agroclimas Colombia, 2006)

Definición de la miel según el (CODEX-STAN-012-1981). NORMA DEL CODEX PARA LA MIEL. “Se entiende por miel la sustancia dulce natural producida por abejas obreras a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de plantas, que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje.”

2.2.2. Clasificación de la miel

La norma técnica colombiana NTC 1273 clasifica a la miel de la siguiente manera:

2.2.2.1. Según su origen

La miel de flores o néctar: obtenida principalmente de néctares de flores y se ubican en la parte inferior interna de las flores. Procede primordialmente de flores de una misma familia(s), género(s) o especie(s). e.

Miel de mielada: Obtenida primordialmente de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que se encuentran sobre ellas.

2.2.2.2. Según el método de elaboración

3.2.2.1 La miel centrifugada: es la miel obtenida mediante la centrifugación de los panales des operculados, sin larvas.

3.2.2.2 La miel prensada: es la miel obtenida mediante la compresión de los panales, sin larvas, con o sin aplicación de calor moderado, de hasta un máximo de 45 °c.

2.2.2.3. Según su presentación.

La miel que satisface todos los criterios de composición y calidad establecidos en los factores esenciales de composición y calidad de esta norma, puede ser presentada de las siguientes formas:

2.2.2.3.1 Miel de abejas, la miel en estado líquido.

2.2.2.3.2 Miel de abejas en panal, la miel almacenada por las abejas en panales, sin larvas, y vendidas en panales enteros, cuyos bordes no han sido cortados.

2.2.2.3.3 Miel de abejas en trozos, la miel que contiene uno o más trozos de panales de miel.

2.2.2.3.4 Miel de abejas cristalizada (en granos finos o en granos gruesos), la miel que ha experimentado un proceso natural de solidificación como consecuencia de la cristalización de la glucosa.

2.2.2.3.5 Miel de abejas cremosa es la miel que tiene una estructura cristalina fina y que puede haber sido sometida a un proceso físico que le confiera esa estructura y que la haga fácil de untar.

2.2.3. Tipos de miel

2.2.3.1 Monofloral: extraída del néctar de una sola familia y género o especie de planta.

2.2.3.2 Polifloral: extraída del néctar de diferentes tipos familias y especies de plantas.

2.2.4. Proceso de producción de la miel

2.2.4.1. Proceso natural

Según (Jurado & Lizcano, 2008) Las abejas identifican los flujos de néctar de la zona de ubicación de la colmena y proceden a recolectar estas sustancias que son llevadas hasta la colmena mediante un órgano que se denomina el buche melario de las abejas; al llegar a la colmena, las abejas son recibidas por otras abejas llamadas receptoras que recogen los néctares y son almacenados en el panal.

2.2.4.2. Proceso industrial

Una vez son instaladas las colmenas para que las abejas inicien sus procesos, el apiario debe estar cercado y libre de agentes contaminantes; lo mejor es que esté delimitado con especies vegetales apetecidas por las abejas para que la miel o el producto cumplan con el nivel estimado de humedad, sin pasarse del tiempo, de lo contrario la miel puede ser fermentada.

2.2.4.3. La extracción del producto

Esta debe hacerse de forma impecable para que no altere el proceso, la sala debe estar cubierta para que no entre ningún agente contaminante, los materiales de extracción y filtración deben ser de acero inoxidable.

2.2.4.4. Almacenamiento

El almacenamiento debe ser en lugar seco libre de humedad donde entren los rayos solares. Cuando el producto es natural debe ser almacenado en un envase de plástico virgen, inmediatamente la miel debe ser envasada una vez se haya evaporado el agua que contiene al momento de ser extraída.

2.2.5. Propiedades y componentes de la miel

2.2.5.1. Humedad

El contenido acuoso de la miel es un parámetro cuya determinación es importante porque de él depende notablemente su conservación, tendencia de cristalización, además de indicar su nivel de maduración y facilitar la identificación de posibles adulteraciones. La miel es higroscópica, debido a su baja actividad de agua con respecto al medio ambiente y de tal forma tiene gran tendencia a captar agua, el contenido de humedad no debe ser superior al 20%. Una miel excesivamente acuosa sufre fermentaciones, por la presencia de levaduras osmófilas propias de la miel. (Zuluaga, 2010).

2.2.5.2. Sólidos insolubles

Los sólidos insolubles son por lo general partículas de cera, insectos, material vegetal y polen. El contenido de sólidos insolubles es un parámetro de gran importancia para detectar el grado de

impurezas en la miel durante la obtención por su influencia en la calidad de la miel. El contenido máximo de sólidos insolubles es de 0,1 % para mieles normales y de 0,5 % para mieles prensadas. (Abril., 2014).

2.2.5.3. Cenizas

Las cenizas son el resultado de la descomposición de la materia orgánica por calcinación de la miel y es un parámetro de calidad que se considera adecuado para identificar el origen botánico de la miel de abejas debido a que las mieles florales poseen un contenido de cenizas menor que las mieles de mielato. El producto inorgánico (cenizas) es conocido a menudo como contenido mineral, el cual puede tener un valor máximo de 0,6% para las mieles provenientes de fuentes florales y con valores de hasta 1% para mieles de mieladas y mezcla de éstas. (Abril., 2014).

2.2.5.4. Conductividad eléctrica

Es la capacidad que tiene la miel de conducir la electricidad cuando ésta se encuentra en disolución acuosa al 20%. Esta medida está directamente relacionada con el contenido de minerales, teniendo así que las mieles de bajo contenido mineral indicarán una baja conductividad eléctrica, como las mieles de fuentes florales y aquellas con más alto contenido de minerales, denotarán niveles de conductividad más altos, como en el caso de mieles de mieladas y mezclas que se realicen con éstas. Este parámetro es determinado tradicionalmente mediante un potenciómetro y la unidad de medición utilizada comúnmente es en Siemens/cm (S/cm), en millonésimas de unidades, es decir microSiemens/cm ($\mu\text{S/cm}$), o en milésimas es decir miliSiemens/cm (mS/cm). (Bogdanov, S., 2009). Según la Resolución 1057 de 2010 del Ministerio de la Protección Social, la conductividad de la miel debe tener un valor de $\leq 0,8$ mS/cm.

2.2.5.5. Hidroximetilfurfural

El Hidroximetilfurfural o HMF, es una sustancia que aparece de manera espontánea y natural en la miel, debido al incremento de la acidez, presencia de agua y por la rica composición de monosacáridos en el producto. La concentración de HMF puede aumentar a través del tiempo de forma natural, por lo que es considerado como un indicador de la frescura de la miel. Un factor que contribuye a su incremento es el aumento de la temperatura, permitiendo conocer así las condiciones de almacenamiento, el trato que ha recibido y hasta la edad de ésta. La cuantificación del HMF, también es utilizado para identificar si las mieles han sido adulteradas, al ser adicionadas con azúcares invertidos. (Ramírez, 2017). Según (Abril, Moreno, & Ramírez, 2014). Dicen que el valor promedio se ha adoptado como límite máximo permisible son 3 mg/100g de miel, cualquier valor sobre éste será tomado como indicación de miel de calidad inferior.

2.2.5.6. Acidez libre y pH

La miel presenta una reacción acida característica condicionada por el contenido de ácidos orgánicos y sales minerales (en especial potasio; sodio y calcio). Sin embargo, su apreciación queda en segundo plano, enmascarada por el dulzor de sus componentes mayoritarios; los carbohidratos. La acidez y el pH de la miel son parámetros que también permiten clasificar a la miel de acuerdo con su origen geográfico y botánico. La elevada acidez de la miel contribuye en gran medida a su sabor característico y puede ser responsable de sus propiedades antisépticas y estabilidad contra el desarrollo microbiano. (Moreno, 2009).

2.2.5.7. El color

El color depende de varios factores que están relacionados con el origen botánico, composición del néctar, el proceso de obtención, la temperatura y el tiempo de almacenamiento. Es de gran importancia a nivel comercial, al determinar su precio, como lo es en el caso de las transacciones internacionales, con una variante diferencial según sea el mercado. El color depende de varios factores que están relacionados con el origen botánico, composición del néctar, el proceso de obtención, la temperatura y el tiempo de almacenamiento. (Schweitzer, 2015). En la Tabla 1 se muestran valores del parámetro color en diferentes unidades.

Tabla 1. Comparación de parámetros de color de la miel.

Comparación entre color, mm Pfund y absorbancia.		
Color Miel	Mm Pfund	Absorbancia
Blanco Agua	0 – 8	0.104 - 0.125
Extra Blanco	8 - 16.5	0.125 - 0.148
Blanco	16.5 - 34	0.148 - 0.195
Ámbar Extra claro	34 – 50	0.195 - 0.238
Ámbar claro	50 – 85	0.238 - 0.333
Ámbar	85 – 114	0.333 - 0.411
Oscuro	Más de 114	0.411 o mas

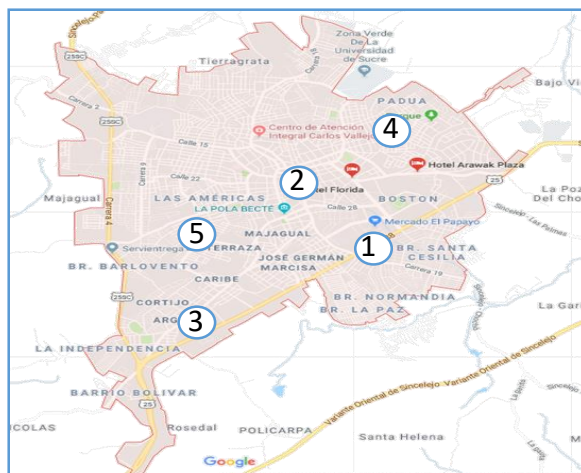
Fuente: Adaptado de Variación del color en miel de abejas (*Apis mellifera*) (Montenegro, 2005).

3. METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación, determinó los parámetros fisicoquímicos y organolépticos establecidos por la legislación colombiana de la miel de Abeja *Apis Mellifera*, tomada en 5 zonas de la ciudad de Sincelejo, en la cual se colectaron 2 muestras por zona. Para llevar a cabo los objetivos planteados, se realizó una Investigación descriptiva comparativa y correlacional analizando el análisis de las propiedades fisicoquímicas y la realización de una prueba de aceptación para evaluar las características organolépticas de la miel.

Una vez determinado los puntos de venta de comercialización de la miel de abeja en la ciudad de Sincelejo, fueron seleccionadas 5 zonas, las cuales estaban distribuidas al norte, sur, occidente y Oriente de la ciudad, por cada zona se tomaron dos muestras, como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Selección de las muestras en las 5 zonas en la ciudad de Sincelejo.



Fuente: Tomado y adaptado de Google maps.

Las muestras fueron codificadas de la siguiente manera: MO1, MO2, CO1, C02, A01, A02, BO1, B02, E01 y E02. La numeración 01 y 02 corresponde a las dos muestras escogidas por cada zona, cada muestra se le realizaron 3 repeticiones por cada parámetro y para los resultados se tomó un valor promediado de las repeticiones por cada muestra (Figura 2 y Tabla 2).

Figura 2. Muestras de miel de las distintas zonas.



Fuente: Autores.

Tabla 2. Codificación de las muestras de cada zona.

Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4		Zona 5	
MO1	MO2	CO1	CO2	A01	A02	BO1	BO2	E01	E02

Fuente: elaboración propia de los autores.

3.1. Análisis de la miel

Cada una de las muestras de miel seleccionadas fueron sometidas a los análisis fisicoquímicos establecidos por la Norma Técnica Colombiana 1273 de 2007 y la resolución 1057 de 2010 emitida por el Ministerio de la Protección Social, como son los siguientes parámetros: contenido de humedad, Sólido Insoluble, Hidroximetilfurfural, Color, Ceniza, Acidez libre y Conductividad Eléctrica.

3.1.1. Contenido de Humedad

Para determinar el contenido de humedad, se empleó un método indirecto por lectura refractométrica de la miel a 20°C, según la norma A.O.A.C. Official Method 969.38 Moisture in Honey, (Bogdanov, Switzerlanz, & otros, 2009). La lectura se realizó empleando un refractómetro Brixco (°Brix 0-90%, Figura 3) El porcentaje de humedad se reportó utilizando la

relación de índice de refracción y contenido de agua de la miel según la tabla que se encuentra en los anexos 1 y 2.

Figura 3. Determinación del contenido de humedad.



Fuente: Autores.

3.1.2. Sólidos Insolubles

Para evaluar este parámetro se siguió la metodología de Correa y Alarcón, (2015), se procedió a pesar 20 gramos de miel, luego se diluyó con 200 mL de agua destilada a 80 °C, después se filtró la solución a través de un embudo buchner, durante el filtrado se hizo lavados con agua caliente, se llevó el papel filtro a una estufa a 105 °C durante una hora, posteriormente fue llevado al desecador hasta que este alcanzara la temperatura ambiente y finalmente se realizó pesaje en una balanza (Figura4) (Correa & Alarcón, 2015). La cantidad de solidos insolubles se determinó por la Ecuación 1.

$$\text{Contenido de solidos insolubles en agua} = \frac{(100 * m_{\text{retenida en el papel filtro}})}{m_{\text{total de la miel}}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Figura 4. Montaje de la prueba de los sólidos insolubles.

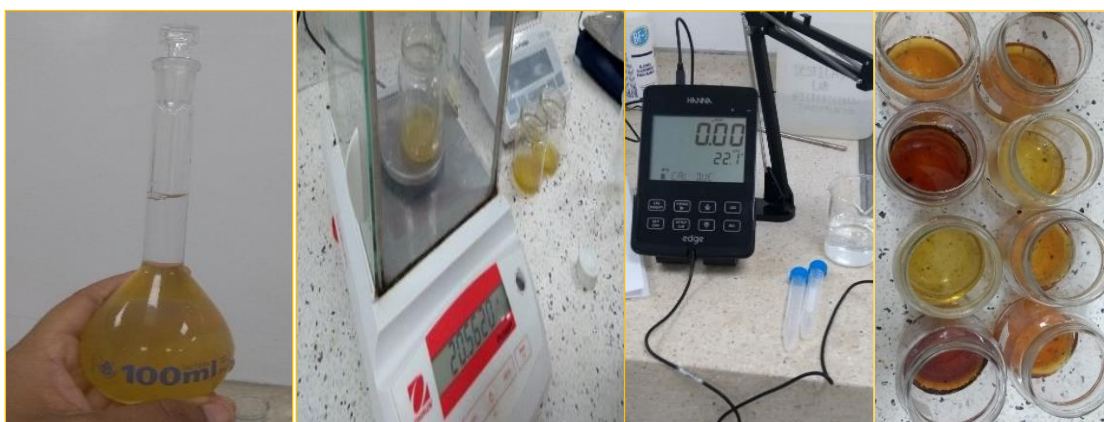


Fuente: Autores.

3.1.3. Conductividad Eléctrica

Para determinar la conductividad se disolvieron 20 g de miel en 40 ml de agua destilada, luego se pasó la disolución a un matraz de 100 ml y se aforó con agua destilada, posteriormente se hizo la lectura utilizando un multiparametro medidor de conductividad (Figura5). La lectura se realizó a $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Córdova, Arriaga, & Hernández, 2013).

Figura 5. Montaje de la prueba de conductividad eléctrica.



Fuente: Autores.

3.1.4. Hidroximetilfurfural

Para la determinación HMF, se preparó la solución Carrez I, 15 g de ferrocianuro de potasio tri-hidrato ($K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$), disueltos en 100 mL de agua y Carrez II, 30 g de acetato de zinc dihidrato ($Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$), disueltos en 100 mL de agua.

El HMF fue determinado utilizando el método espectrofotométrico A.O.A.C. Official Method 980.23 Hydroxymethylfurfural in Honey. (Feás, Pires, Iglesias, & Estevinho, 2010), donde se disolvieron 5 g y 25 ml de agua destilada, luego la muestra fue tratada con 0,5 mL de solución Carrez I y II, mezclando con agitación en cada adición. Posteriormente se aforó hasta 50 mL con agua destilada y se filtró. Del filtrado se tomaron dos porciones de 5 mL, que fueron depositados en dos tubos; a uno de ellos se adicionó 5 mL de agua (solución de ensayo) y al otro, 5 mL de sulfito de sodio 0,2 % (referencia), con posterior agitación. Se realizó lectura en un espectrofotómetro a 284 y 336 nm respectivamente (Figura 6). El contenido de HMF en miligramos por cien gramos, fue calculado con la Ecuación 2 y los miligramos por kilogramo con la Ecuación 3.

$$HMF \left(\frac{mg}{100g} \right) = \frac{(A_1 - A_2) \times F \times 5}{P} \quad \text{Ecuación 2}$$

$$\frac{mg \ HMF}{100 \ g \ miel} \times \frac{1000 \ g}{1 \ Kg} = \frac{mg \ HMF}{Kg \ miel} \quad \text{Ecuación 3}$$

A1 = Absorbancia medida a 284 nm

A2 = Absorbancia medida a 336 nm

P = Peso de la muestra (en gramos)

F = 14,97 (para expresarlo en mg/100g)

5 = porción de ensayo nominal (g)

Figura 6. Montaje de la prueba de hidroximetilfurfural.



Fuente: Autores.

3.1.5. Ceniza

El contenido de cenizas fue determinado empleando el método gravimétrico A.O.A.C. *Official Method 920.181 Ash of Honey*, se pesó con precisión de 0.1 mg, unos 5 g de miel, se anotó también el peso del crisol vacío, luego la muestra fue calentada suavemente hasta que la muestra se ennegreció, posteriormente se introdujo en la mufla a 550 °C y mantenerla hasta que la diferencia entre dos pesadas consecutivas efectuadas a intervalos de treinta minutos sea inferior a 1

miligramo, cenizas sin residuos carbonosos (Figura 7) (del Prado & Muñoz, 1986). Para hallar el porcentaje de ceniza se utilizó la Ecuación 4.

$$\text{Cenizas(\%)} = \frac{\text{masa (crisol + cenizas) } - \text{masa (crisol vacío)}}{\text{masa de muestra}} \times 100 \quad \text{Ecuación 4}$$

Figura 7. Prueba de ceniza.



Fuente: Autores.

3.1.6. Acidez Libre

La acidez libre se cuantificó utilizando el método titulométrico *A.O.A.C. Official Method 962.19 Acidity Free of Honey*. 10 gramos de miel, fueron disueltos en 75 mL de agua libre de CO₂

(figura8). Se midió el pH inicial y se tituló con hidróxido de sodio 0,05 M hasta un valor de pH de 8,5 (Cadena, Henao, & Paternina, 2009).

Para hallar la acidez libre se utilizó la Ecuación 5.

$$\text{Acidez Libre} \left(\frac{\text{meq}}{\text{Kg}} \right) = \frac{(\text{mL NaOH } 0,05\text{M desde bureta} - \text{mL NaOH blanco}) \times 50}{(\text{g muestra})} \quad \text{Ecuación 5}$$

Dónde:

50 es el factor = $(0,05/1000) (1000/1) (1000/1)$

0,05= equivalentes de la base, en este caso molaridad = normalidad

1000 = mL de solución de base o ácido.

1000 = mili equivalente como factor de conversión.

1 = equivalente, correspondiente a la base o el ácido,

1000 = gramos de muestra como factor de conversión.

1 = kilogramo de la muestra como factor de conversión.

Figura 8. Muestras después la titulación con hidróxido de sodio a 0,05M hasta un pH de 8,5.



Fuente: Autores

3.1.7. Color

Para la medición del color se empleó el método "Graduador color Pfund", en este caso el color se determina por comparación con un prisma de vidrio de color ámbar de espesor variable, haciendo desplazar la cubeta que contiene la muestra hasta que se observe concordancia de colores. Se lee el desplazamiento en una escala graduada en mm (Figura 9). Con este valor se realizó lectura en una tabla de referencia y se determina el color de la muestra. (Michell, 2016).

Figura 9. Método Graduador color Pfund.



Fuente: Autores.

3.2. Prueba de Adulteración

3.2.1. Identificación de colorantes

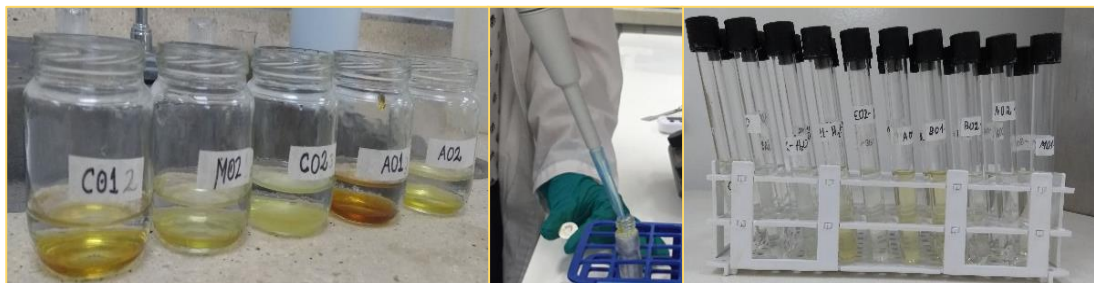
En un vaso de precipitación de 100 ml, se pesó 10 gramos de miel y se disolvió con 20 ml de agua destilada. Luego se dividió en tres porciones y se colocó en tubos de ensayo, estos estaban previamente identificados con los números 1 y 2, y el tercero quedó como testigo. Se le agregó al tubo N° 1 igual volumen de una solución de amoníaco al 10 % y al tubo N° 2 unas gotas de HCl concentrado. (Michell, 2016).

Se pueden presentar las siguientes situaciones:

- No se observa cambio de coloración en ningún tubo, lo que indica que se trata de una miel pura.

- Si aparece una coloración rosada o rojiza en el tubo N° 2 o se modifica el color en el tubo N° 1, existen colorantes extraños en la miel, lo que evidencia una alteración.

Figura 10. Montaje de identificación de colorantes en la miel.



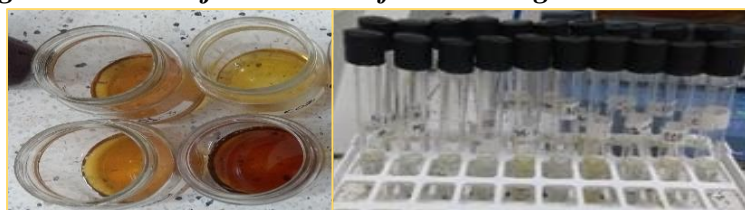
Fuente: Autores

3.2.2. Identificación de Glucosa Comercial

En un vaso de precipitación de 100 ml se pesó 2 gramos de miel y se disolvió con 10 ml de agua destilada, utilizando una varilla de vidrio. En un tubo de ensayo con tapa rosca (figura 11) se colocó 1 ml de esta solución con ayuda de una pipeta, se le agregó 2 gotas de HCl concentrado y luego 5 ml de alcohol etílico absoluto. Se tapó, se agitó enérgicamente y se observó. (Michell, 2016). Se pueden presentar las siguientes situaciones:

- Negativo: cuando la mezcla permanece límpida o se observa una opalescencia muy tenue.
- Positiva: se observa turbidez en el seno del líquido, el cual se presenta opaco.
- Positivo fuerte: se presenta un enturbiamiento blanco lechoso en el líquido, con precipitación.

Figura 11. Montaje de la identificación de glucosa comercial.



Fuente: Autores.

3.3 Panel Sensorial

Se realizó una prueba de aceptación, modalidad hedónica de 9 puntos, para esta prueba se escogieron a 20 panelistas no entrenados, a los cuales se les asignó evaluar las 10 muestras codificadas (Figura 12). Durante la prueba se valoró los aspectos color, sabor, olor y textura para cada una de las muestras, seleccionando una de las categorías en la escala que podían ser desde “me gusta extremadamente” hasta “me disgusta extremadamente (Anexo1).

Figura 12. Panel sensorial realizado a estudiantes de VIII semestre de Ing. Agroindustrial de la Universidad de Sucre.



Fuente: Autores.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. Características fisicoquímicas de la miel.

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos de las pruebas fisicoquímicas, el análisis se detalla para cada parámetro.

Tabla 3. Valores obtenidos de las 10 muestras analizadas en 5 zonas de la ciudad de Sincelejo.

PARAMETROS	ZONA 1		ZONA 2		ZONA 3		ZONA 4		ZONA 5		NTC 1273 de 2007	Res. 1057 de 2010
	MO1	MO2	CO1	CO2	AO1	AO2	BO1	BO2	EO1	EO2	Valor Máximo	Valores permitidos
Ceniza % m/m	0,3080	0,3792	0,4018	0,7853	0,4692	0,2136	0,6480	0,3511	0,4812	0,2515	0,6%	≤ 0.6
Color	Ámbar	Ámbar claro	Ámbar	Ámbar	Ámbar oscuro	Ámbar extra claro	Ámbar oscuro	Ámbar	Ámbar	Ámbar claro		
Acidez libre Meq de ácido/1000g	68,8049	29,8233	33,6049	76,4505	42,3961	34,2139	83,477	58,5774	38,1862	53,7733	40 Meq de ácido/1000g	≤5.0
Humedad %	20,7333	20,7333	21,4	15,2007	21,8	22,7689	23,2333	22,1333	20,0666	21,0666	18%	
Sólidos insolubles %	0,2027	0,3697	0,1095	0,1912	0,2108	0,2454	0,2060	0,2392	0,2201	0,1308	No prensada 0.1 % Prensada 0.5 %	≤0.1 No prensada ≤0.5 prensada
HMF mg/Kg	8,7243	7,7619	13,1051	33,1505	35,2657	15,0587	35,3462	3,1840	25,2139	51,0822	40 Mg/Kg	≤40 ≤60 para mieles origen tropical
Conductividad eléctrica mS/cm	0,7363	0,8413	0,396	0,6603	0,834	0,4126	1,2263	0,6513	0,8103	0,5526		≤0.8

Fuente: elaboración propia de los autores.

4.1.1. Ceniza

En las muestras se observó un valor promedio de cenizas de 0,4289%; donde el valor mínimo alcanzado es de 0,1899% que se encuentra en la zona 3 con respecto a la muestra A02 y el valor superior 0,7988% que corresponde a la muestra C02 ubicada en la zona 2 (Tabla 4 y Figura 13). El total de las muestras evaluadas el 80% está dentro de los límites establecidos por la normatividad colombiana, donde la ceniza debe ser menor o igual al 0,6 %.

Las cenizas en la miel, son un parámetro que permiten caracterizar la procedencia y evaluar el contenido de minerales presentes en ésta, lo que orienta sobre la fuente del néctar y el nivel nutricional, pues muchos de los oligoelementos que contiene son adquiridos por medio del néctar que las abejas obtienen, es así como la ubicación geográfica y las especies botánicas, que de una u otra forma dan aportes importantes para las características de la miel (Silva, y otros, 2016). La ceniza está relacionada con las variaciones en la conductividad eléctrica que se ve directamente influenciada por la cantidad de minerales de ésta; por otro lado. Las mieles florales poseen un contenido de cenizas menor que las mieles de mielato. Entre mayor sea el contenido de ceniza y acidez en la miel, mayor es el valor de Conductividad Eléctrica (Ramírez, 2017). Según el estudio realizado se pudo observar que cuando las muestras C02, B01, Y E01 alcanzaron contenido de ceniza y acidez altas, la conductividad eléctrica fue también mayor. (Tabla 4 y Figura 13).

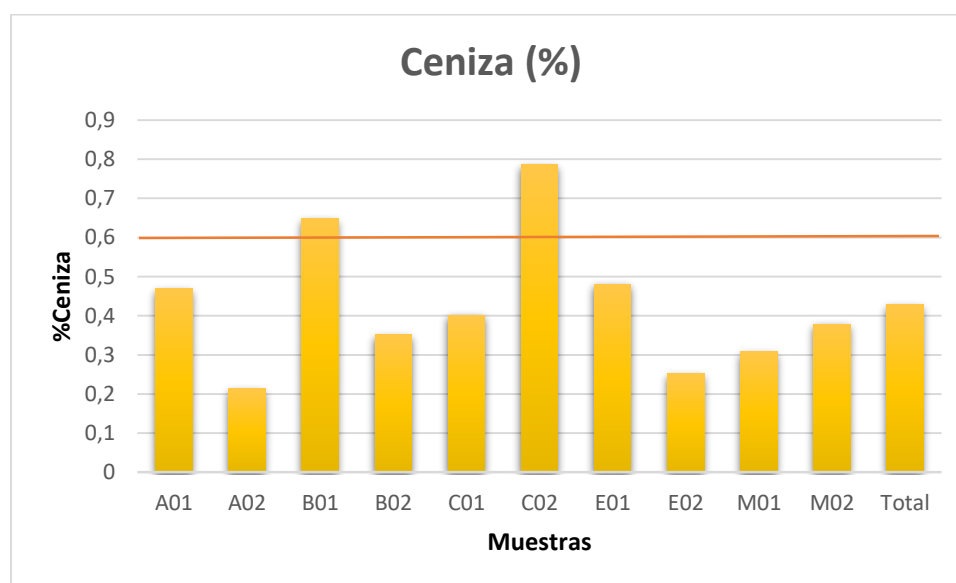
Tabla 4. Resultado del análisis estadístico de ceniza.

REPETICIONES- MUESTRAS	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
A01	0,469205	0,0536685	11,4382%	0,409109	0,512354
A02	0,213627	0,0395746	18,5251%	0,189943	0,259314
B01	0,648042	0,0505347	7,79805%	0,595524	0,696326
B02	0,351184	0,0314358	8,95137%	0,314901	0,370275

C01	0,401807	0,0159155	3,96099%	0,38925	0,419706
C02	0,785349	0,0131931	1,6799%	0,7725	0,798861
E01	0,481215	0,0298072	6,19415%	0,456296	0,514236
E02	0,251536	0,0242282	9,63214%	0,226879	0,275312
M01	0,308044	0,0132081	4,28772%	0,29509	0,321492
M02	0,379242	0,00502465	1,32492%	0,37344	0,382143
Total	0,428925	0,172551	40,2288%	0,189943	0,798861

Fuente: Paquete estadístico Statgraphics

Figura 13. Valores promedios de ceniza.



Fuente: Autores, cálculos de estudio.

4.1.2. Acidez libre

Las mieles analizadas presentaron un promedio 51,9307 meq/kg, con un valor mínimo de 29,2577 meq/kg que corresponde a la muestra MO2 y un valor máximo de 83,9916 meq/kg que hace referencia a la muestra BO1. El 40 % de las muestras cumple con los parámetros regido por la legislación colombiana, donde la Acidez Libre debe ser menor a 40 meq/1000g (Tabla 5 y figura 14).

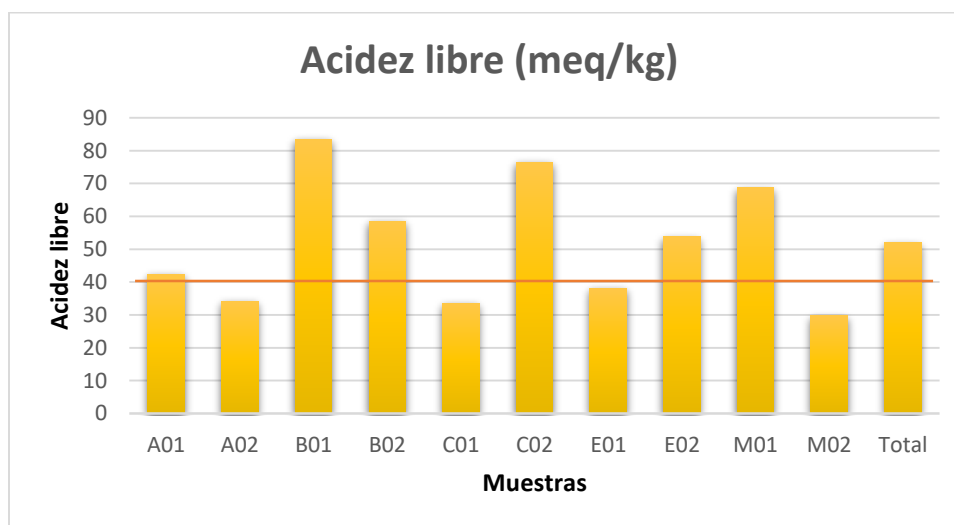
La acidez es un parámetro que ayuda a clasificar a la miel de acuerdo con su origen geográfico y botánico, está fuertemente asociada al contenido de glucosa. Este monosacárido es convertido, a través de la enzima D-glucosa oxidasa, en ácido glucónico, el cual se genera a partir del néctar por acción de las abejas, durante el proceso de transformación del néctar a miel, que contribuye del 70 A 90 % de los ácidos orgánicos de la miel. (Mungó, 2008). Los valores elevados de acidez son encontrados generalmente en mieles denominadas, de mieladas o de bosque, que corresponden a aquellas que son producidas por las abejas a partir de secreciones azucaradas de partes vivas de las plantas principalmente, y no del néctar de las flores. (Abril, Moreno, & Ramírez, 2014). Según el estudio realizado el 30 % que corresponde a las muestras M01, CO2, B01 y B02 presentaron acidez alta, donde en el panel sensorial realizado esta acidez contribuyó a que los panelistas a hora de catar las muestras con respecto al sabor fueran de poca preferencia a su paladar.

Tabla 5. Resultado del análisis estadístico de la acidez libre.

REPETICIONES- MUESTRAS	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
A01	42,3961	0,541077	1,27624%	41,8656	42,9472
A02	34,2139	0,271725	0,794197%	33,9274	34,4679
B01	83,477	0,512409	0,613832%	82,9668	83,9916
B02	58,5774	0,716585	1,22331%	57,75	58,9941
C01	33,6049	0,49045	1,45946%	33,1992	34,1499
C02	76,4505	0,345007	0,451282%	76,0743	76,7521
E01	38,1862	0,443862	1,16236%	37,727	38,6129
E02	53,7733	0,0954323	0,177471%	53,71	53,8831
M01	68,8049	0,109103	0,158569%	68,6806	68,8849
M02	29,8234	0,886067	2,97105%	29,2577	30,8445
Total	51,9307	18,6121	35,8403%	29,2577	83,9916

Fuente: Paquete estadístico Statgraphic.

Figura 14. Valores promedios de acidez libre.



Fuente: Autores, cálculos de estudio.

4.1.3. Humedad

El contenido de humedad según la NTC 1273 de 2007 Y la Resolución 1057 de 2010, debe ser de 18 %, de las mieles evaluadas de las diferentes zonas, se obtuvo un valor promedio 20,9136 %, solo el 10 % de las muestras cumple con la legislación colombiana que corresponde a la muestra CO2 procedentes de la zona 2 (Tabla 6 y figura 15).

La miel es un producto que se encuentra en los alimentos tradicionales de humedad intermedia. En la miel el estado del agua está sujeto a variaciones debido a que con cierta frecuencia durante el almacenamiento se producen fenómenos de cristalización. (G, Pérez, & A., 2001), provocando un aumento de la cantidad de agua en las capas superiores.

Además, debido a su gran higroscopicidad, la capa superficial de la miel tiende a captar agua del medio ambiente, de esta manera, la humedad cambia hasta alcanzar un equilibrio con humedad ambiental. De ahí que las mieles almacenadas en lugares húmedos presentan un contenido acuoso

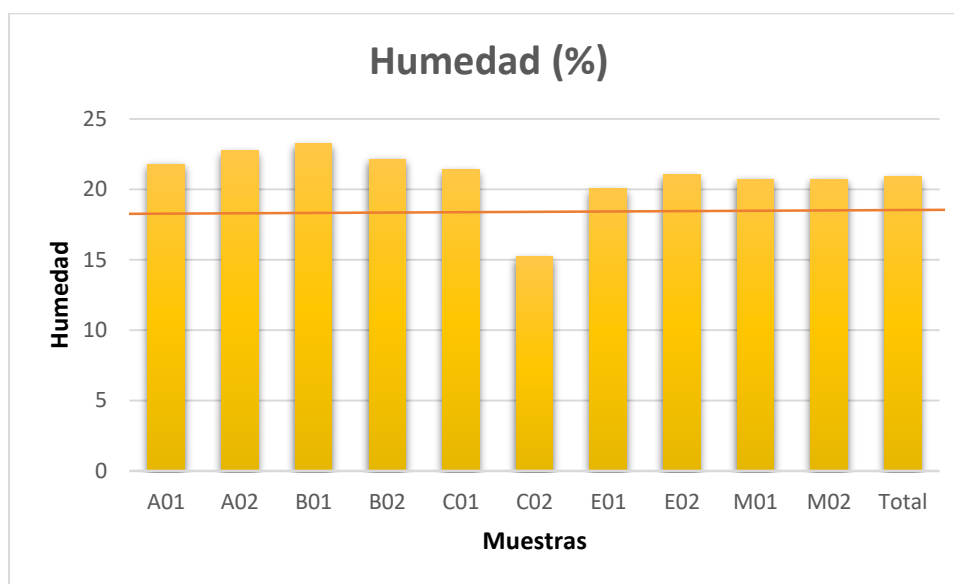
mayor y sean más susceptibles de sufrir crecimiento microbiano. (Mungó, 2008). Cuando el contenido de humedad es superior al 20 %, la miel puede fermentar, cambiar el olor, sabor y aumentar la tendencia a cristalizar. Cuando la humedad es inferior al 15 %, la miel tiene una viscosidad demasiado elevada lo cual dificulta su manejo durante la comercialización y puede ocasionar la cristalización de la misma en una masa excesivamente dura (Abril., 2014). Según las mieles evaluadas solo una muestra alcanzó una humedad del 15 % y las 9 restante alcanzaron una humedad por encima del 20 %.

Tabla 6. Resultado del análisis estadístico de humedad.

REPETICIONES- MUESTRAS	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
A01	21,8	0,69282	3,17807%	21,4	22,6
A02	22,7689	0,591559	2,5981%	22,4248	23,452
B01	23,2333	0,550757	2,37055%	22,6	23,6
B02	22,1333	0,64291	2,90471%	21,4	22,6
C01	21,4	0	0%	21,4	21,4
C02	15,2007	1,03744	6,82496%	14,158	16,2328
E01	20,0667	0,57735	2,87716%	19,4	20,4
E02	21,0667	0,57735	2,74059%	20,4	21,4
M01	20,7333	0,57735	2,78465%	20,4	21,4
M02	20,7333	0,57735	2,78465%	20,4	21,4
Total	20,9136	2,21471	10,5898%	14,158	23,6

Fuente: Paquete estadístico Statgraphic.

Figura 15. Valores promedios de humedad.



Fuente: Autores, cálculos de estudio.

4.1.4. Sólidos insolubles

Los valores encontrados para las muestras evaluadas en sólidos insolubles, están en un promedio de 0,212606 %. La muestra M02 presentó mayor valor de solido insoluble con 0,369755 % y un valor mínimo de 0,1095 % que corresponde la muestra C01. El 100 % de las muestras analizadas cumplen con la normatividad, que indica un valor ≤ 0.5 para mieles prensada (Tabla 7 y Figura 16).

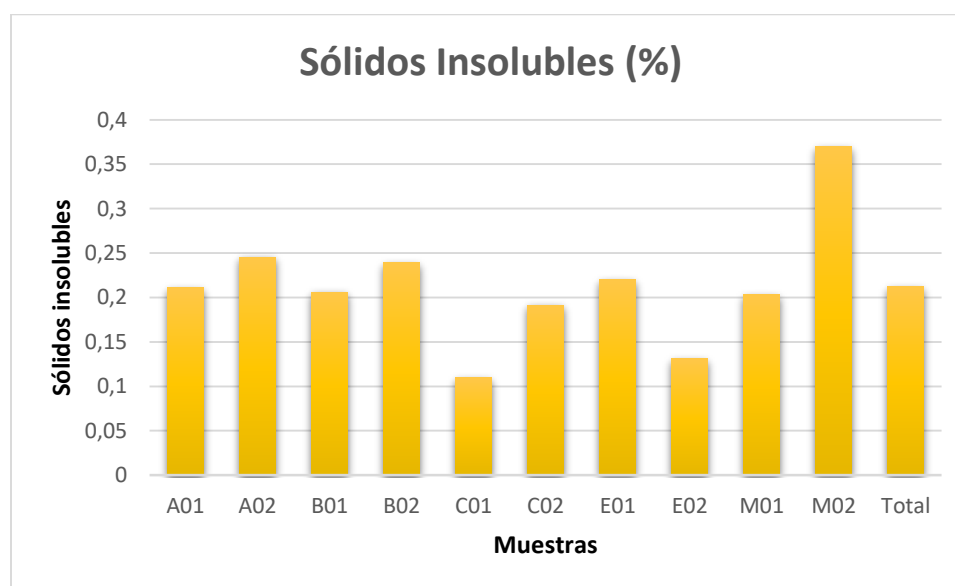
La miel puede contener sólidos insolubles como ceras, insectos, material vegetal y polen, de esta forma el contenido de sólidos insolubles es un parámetro de gran importancia para detectar el grado de impurezas en la miel durante la obtención por su influencia en la calidad de la miel. Afecta además, a propiedades físicas del producto como la textura, estabilidad y resistencia. (Bogdanov, S., 2009).

Tabla 7. Resultado del análisis estadístico de sólidos insolubles.

REPETICIONES- MUESTRAS	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
A01	0,210885	0,0266627	12,6433%	0,193858	0,241612
A02	0,24546	0,00308682	1,25757%	0,242435	0,248605
B01	0,206042	0,0375412	18,2202%	0,174868	0,247715
B02	0,239245	0,00724281	3,02735%	0,234089	0,247526
C01	0,10957	0,0773189	70,566%	0,022491	0,170173
C02	0,191289	0,0032691	1,70899%	0,187733	0,194165
E01	0,220139	0,00844751	3,83736%	0,212101	0,228944
E02	0,130878	0,0124638	9,52328%	0,121812	0,145091
M01	0,202795	0,0173368	8,54893%	0,18299	0,215224
M02	0,369755	0,106704	28,858%	0,305728	0,492933
Total	0,212606	0,0773418	36,3781%	0,022491	0,492933

Fuente: Paquete estadístico de Statgraphics.

Figura 16. Valores promedios de sólidos insolubles.



Fuente: Autores, cálculos de estudio.

4.1.5. Hidroximetilfurfural

En este estudio el promedio para el parámetro de hidroximetilfurfural fue de 22,7893 mg/kg. Se obtuvo un valor mínimo de 3,122 mg/kg y un valor máximo de 51, 2049 mg/kg (Tabla 8 y Figura 17). De esta manera el 90 % de las mieles evaluadas en las diferentes zonas cumple con la con la NTC 1273 de 2007 y la Resolución 1057 de 2010, que para el parámetro de hidroximetilfurfural debe ser de menor o igual 40 mg/kg.

La cantidad de hidroximetilfurfural (HMF) aumenta según aumenta la temperatura y el tiempo a la que la miel esté expuesta, ya sea a calentamiento o a almacenamiento prolongado.

Al almacenar la miel a una temperatura igual o mayor de 20 °C aumentará el HMF por ± 1 mg/1000g por mes. (Abril., 2014). El contenido de HMF ayuda a saber el tiempo de almacenamiento de la miel, el trato que ha recibido y hasta la edad, e igualmente con la cuantificación HMF se identifica si las mieles han sido adulteradas, al ser adicionadas con azúcares invertidos. De este modo adulterar la miel con azúcar invertida aumenta drásticamente los niveles de HMF. (Ramírez, 2017).

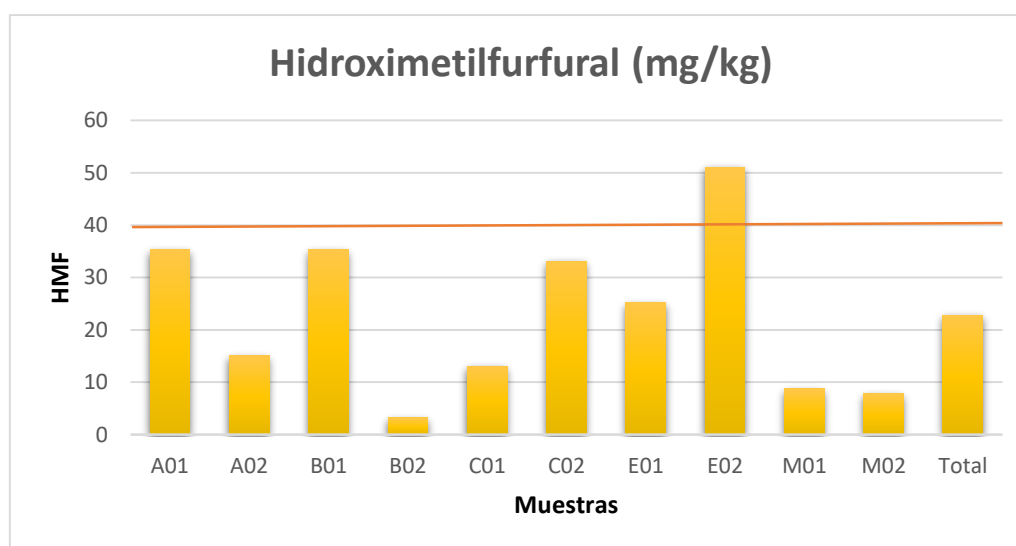
Tabla 8. Resultado del análisis estadístico de hidroximetilfurfural.

REPETICIONES- MUESTRAS	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
A01	35,2657	0,349103	0,98992%	34,866	35,5104
A02	15,0586	0,160456	1,06555%	14,9619	15,2438
B01	35,3463	0,109665	0,310259%	35,2232	35,4335
B02	3,18409	0,0903777	2,83841%	3,12272	3,28788
C01	13,1052	0,277166	2,11494%	12,8393	13,3924
C02	33,1505	0,23805	0,718089%	32,9257	33,3999
E01	25,2139	1,23802	4,91007%	24,3369	26,6301
E02	51,0822	0,108593	0,212585%	50,9985	51,2049

M01	8,72434	0,152962	1,75328%	8,61113	8,89836
M02	7,76197	0,118326	1,52444%	7,6412	7,8777
Total	22,7893	15,0512	66,0451%	3,12272	51,2049

Fuente: Paquete estadístico Statgraphics.

Figura 17. Valores promedios de HMF.



Fuente: Autores, cálculos de estudio.

4.1.6. Conductividad eléctrica

El promedio para el parámetro de conductividad eléctrica de las muestras fue de 0,712 mS/cm, con un valor mínimo de 0,395 y 1.228 mS/cm respectivamente (Tabla 9 y Figura 18). En la norma de calidad para miel de abejas *Apis mellifera* la Norma Técnica colombiana 1273 y la Resolución 1057 debe ser de 0.8 mS/cm, de tal forma que las mieles colectadas en las diferentes zonas en la ciudad de Sincelejo, el 60% de las muestras cumplen con este parámetro.

La conductividad eléctrica, presenta relación directa con el contenido de algunos compuestos como las sales minerales de la miel, ácidos orgánicos, proteínas y posiblemente con compuestos como azúcares; esta condición permite establecer el origen de la fuente del néctar del cual proviene la miel (Sans & Sans, 1994), que dependen de las condiciones climáticas para establecer el tipo de

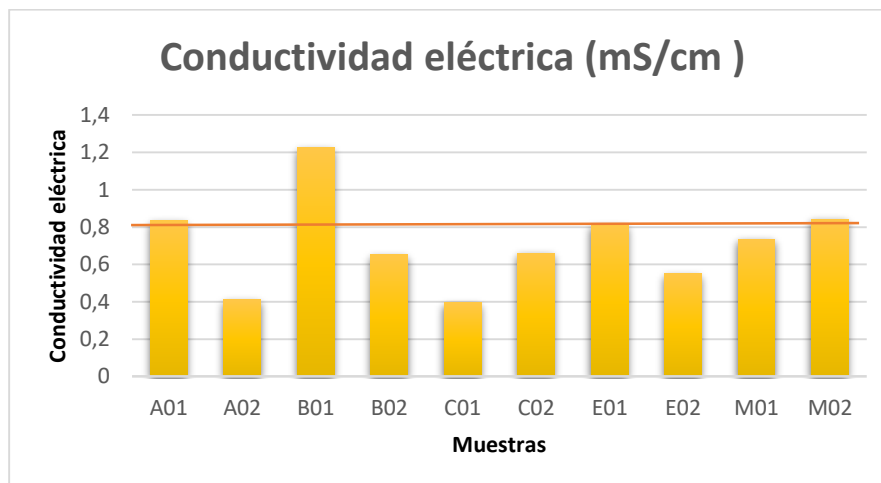
cosecha floral o multifloral producida. Este parámetro es un indicador del contenido de ácido y cenizas en la miel y entre sea mayor su contenido mayor será la conductividad. (Abril, Moreno, & Ramírez, 2014).

Tabla 9. Resultado del análisis estadístico de conductividad eléctrica.

REPETICIONES- MUESTRAS	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
A01	0,834	0,001	0,119904%	0,833	0,835
A02	0,412667	0,00152753	0,37016%	0,411	0,414
B01	1,22633	0,00152753	0,12456%	1,225	1,228
B02	0,651333	0,0011547	0,177283%	0,65	0,652
C01	0,396	0,001	0,252525%	0,395	0,397
C02	0,660333	0,00152753	0,231326%	0,659	0,662
E01	0,810333	0,00152753	0,188506%	0,809	0,812
E02	0,552667	0,00057735	0,104466%	0,552	0,553
M01	0,736333	0,00251661	0,341776%	0,734	0,739
M02	0,841333	0,00152753	0,18156%	0,84	0,843
Total	0,712133	0,233626	32,8066%	0,395	1,228

Fuente: Paquete Estadístico Statgraphics.

Figura 18. Valores promedio de conductividad eléctrica.



Fuente: Autores, cálculos de estudio.

4.1.7. Color

El color en todas las muestras analizadas, presentaron valores en un rango de 64 a 150 mm, ubicándolas en la escala de tonalidad de ámbar extra claro, ámbar claro, ámbar hasta ámbar oscuro respectivamente (Tabla 10). El 50 % de las muestras presentó un color ámbar, 20% ámbar claro, 20 % ámbar oscuro y el 10 % ámbar extra claro.

Tabla 10. Resultados obtenidos en la lectura del colorímetro.

Muestras	M01	M02	C01	C02	A01	A02	B01	B02	E01	E02
Escala Pfund	98	67	82	87	134	38	150	94	90	64
Color	Ámbar	Ámbar claro	Ámbar	Ámbar	Ámbar oscuro	Ámbar extra claro	Ámbar oscuro	Ámbar	Ámbar	Ámbar claro

Fuente: Elaboración propia de los autores

El color generalmente ha sido correlacionado con la madurez, contenido de minerales polen y compuestos fenólicos. El color de la miel depende de varios factores que están relacionados con el origen botánico, composición del néctar, el proceso de obtención, la temperatura y el tiempo de almacenamiento, las mieles más oscuras poseen un mayor contenido de minerales. (Abril, Moreno, & Ramírez, 2014). Según las mieles analizadas, las muestras A01 y B01 poseen un color más oscuro con respecto a la demás, esto indica que tiene mayor contenido de minerales.

4.2. Pruebas de adulteración

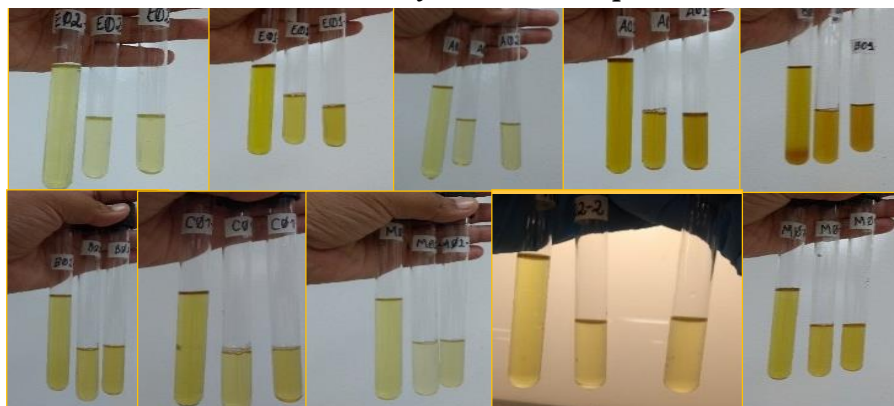
La miel de abeja *Apis mellifera*, de calidad puede verse afectada o adulterada por diferentes factores que, de una u otra forma, pueden alterar cada uno de sus componentes. Estos factores suelen ser como la procedencia geográfica y botánico, mal manejo obtención, de procesamiento,

almacenamiento y comercialización o cuando se le ha agregado de aditivos, como, por ejemplo: almidón, glucosa, gelatina, aromatizantes, conservantes, edulcorantes, colorantes.

4.2.1. Identificación de colorantes

Como se describe en la metodología, el primer tubo es el trabajado con amoníaco, el segundo con HCl y el tercero la muestra diluida solo con agua destilada. Se observó que la muestra B01 tenía cambio de color a tono rojizo en el tubo 2, posiblemente por la adición de colorantes artificiales no propios de la miel. Las otras muestras no presentaron ningún cambio en los tubos de ensayo lo que nos indica la prueba negativa para las demás muestras (Figura 19).

Figura 19. Comparación de los resultados de las muestras con amoníaco, alcohol étílico y una muestra patrón.



Fuente: Autores

4.2.2. Identificación de glucosa comercial.

Siguiendo la metodología propuesta, en los resultados no se observaron cambios en las muestras (Figura 20). Lo que indico una prueba negativa para la presencia de glucosa comercial en las mieles.

Figura 20. Resultados de las muestras de la prueba de glucosa comercial.



Fuente: Autores.

4.3. Panel sensorial

Los panelistas utilizan sus sentidos sensoriales para percibir las características del producto, inicialmente perciben con la vista el color y tienen la capacidad detectar si la miel es puro o impura al realizar degustación y percepción del olor.

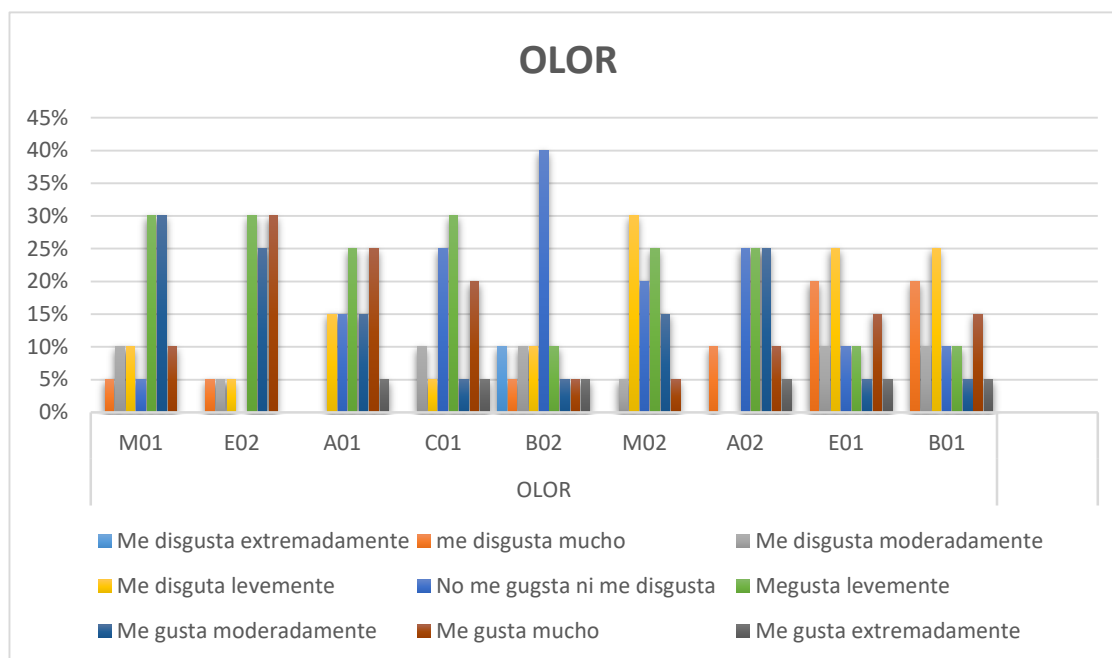
Los resultados de la prueba de olor se muestran en la Tabla 11 y Figura 21. Se encontró que un 40% de los panelistas ni les gusta ni les disgusta, seguidamente un 30% de los panelistas les gusta el olor levemente de las muestras M01, E02 y C01, otro 30% les gusta mucho la muestra E02, a diferencia de la muestra M02, donde les disgusta a un 30%. Más del 50% de los panelistas tienen una aceptabilidad de gusto ya sea levemente, mucho o extremadamente en la mayoría de las muestras, exceptuando E01 y B01, con un rango de aceptabilidad entre 30 y 50 %. La muestra B02 solo alcanzo aceptabilidad del 25%.

Tabla 11. Porcentaje de aceptabilidad en olor por los panelistas.

CATEGORIA	OLOR								
	M01	E02	A01	C01	B02	M02	A02	E01	B01
Me disgusta extremadamente	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%
me disgusta mucho	5%	5%	0%	0%	5%	0%	10%	20%	20%
Me disgusta moderadamente	10%	5%	0%	10%	10%	5%	0%	10%	10%
Me disgusta levemente	10%	5%	15%	5%	10%	30%	0%	25%	25%
No me gusta ni me disgusta	5%	0%	15%	25%	40%	20%	25%	10%	10%
Me gusta levemente	30%	30%	25%	30%	10%	25%	25%	10%	10%
Me gusta moderadamente	30%	25%	15%	5%	5%	15%	25%	5%	5%
Me gusta mucho	10%	30%	25%	20%	5%	5%	10%	15%	15%
Me gusta extremadamente	0%	0%	5%	5%	5%	0%	5%	5%	5%

Fuente: elaboración propia de los autores.

Figura 21. Porcentaje de aceptabilidad en olor Vs categorías en cada muestra.



Fuente: Autores, cálculos del estudio.

En la Tabla 12 y Figura 22 se muestran los resultados de la tabla color, se observó que los catadores se sintieron satisfechos con respecto al color de la muestra B02, calificando con 50% para les gusta levemente—, para el 10% y 5% les gusta moderada y extremadamente, respectivamente. La muestra B01 con menor aceptabilidad en el atributo color en un 75%, donde presentaron un 30% para un disgusto extremo—, 20% les disgusta mucho, un 5% y 10% con un disgusto moderado y leve, respectivamente.

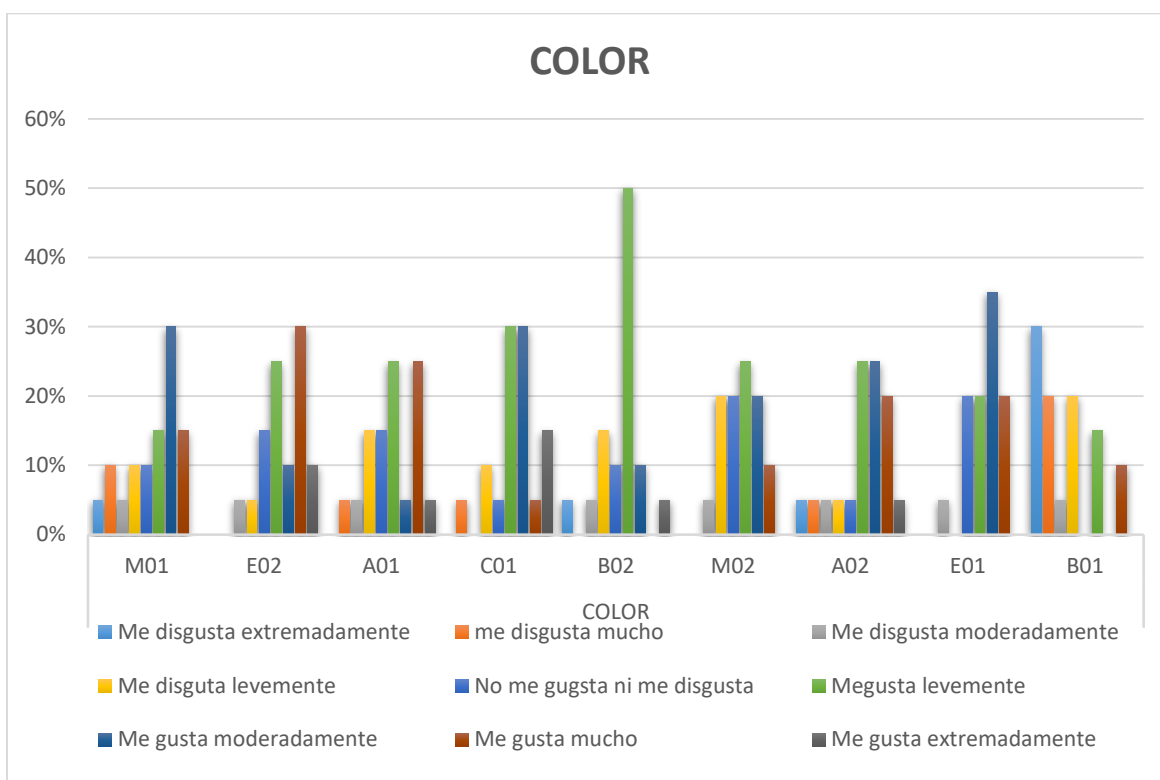
Generalmente en cada una de las muestras el color tuvo una aceptabilidad de más del 55% de los panelistas a excepción de la muestra B01, donde solo alcanzó el 25% de aceptabilidad en los panelistas.

Tabla 12. Porcentaje de aceptabilidad en color por los panelistas.

CATEGORIA	COLOR								
	M01	E02	A01	C01	B02	M02	A02	E01	B01
Me disgusta extremadamente	5%	0%	0%	0%	5%	0%	5%	0%	30%
me disgusta mucho	10%	0%	5%	5%	0%	0%	5%	0%	20%
Me disgusta moderadamente	5%	5%	5%	0%	5%	5%	5%	5%	5%
Me disgusta levemente	10%	5%	15%	10%	15%	20%	5%	0%	20%
No me gusta ni me disgusta	10%	15%	15%	5%	10%	20%	5%	20%	0%
Me gusta levemente	15%	25%	25%	30%	50%	25%	25%	20%	15%
Me gusta moderadamente	30%	10%	5%	30%	10%	20%	25%	35%	0%
Me gusta mucho	15%	30%	25%	5%	0%	10%	20%	20%	10%
Me gusta extremadamente	0%	10%	5%	15%	5%	0%	5%	0%	0%

Fuente: elaboración propia de los autores.

Figura 22. Porcentaje de aceptabilidad en color Vs categorías en cada muestra.



Fuente: Autores, cálculos del estudio.

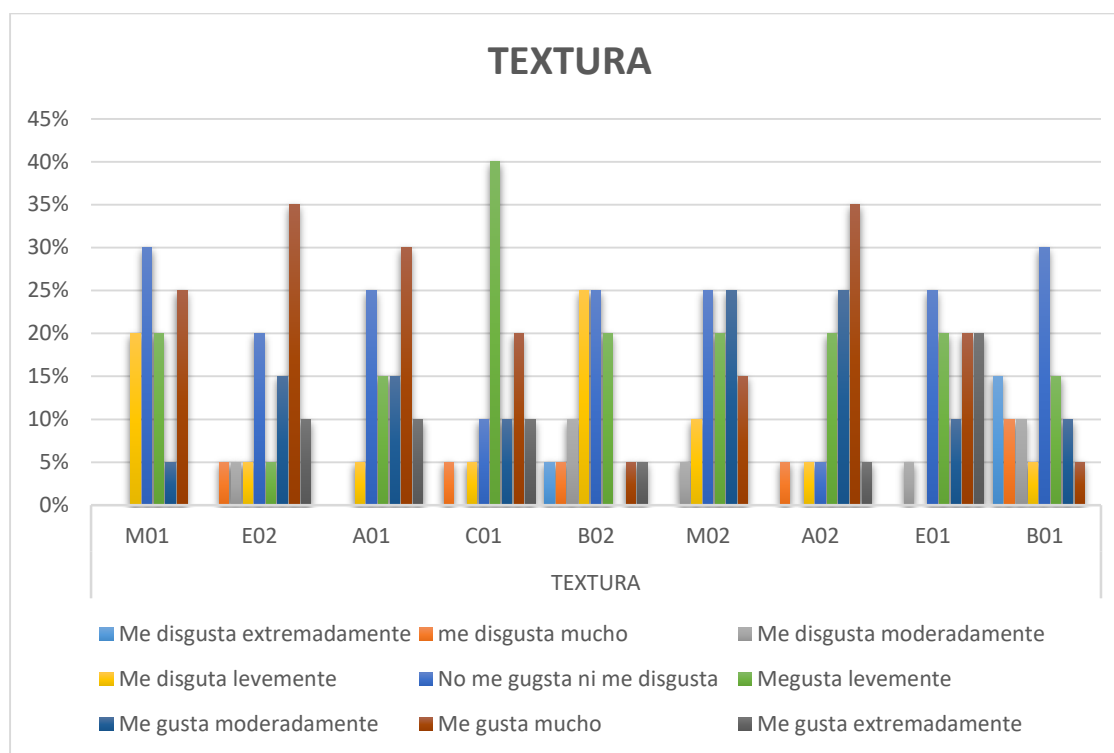
Los resultados del parámetro textura, mostraron que las muestras A01, C01 y A02 tuvieron más del 70% de aceptabilidad, siendo el de mayor aceptabilidad la muestra C01 para un 90% de los panelistas con un gusto leve, moderado y mucho. En la muestra M01 se encontró que al 20% de los panelistas les disgusta levemente, un 30% de los panelistas ni le gusta ni le disgusta, y el otro 50% tiene grados de aceptabilidad del con un gusto leve, moderado y mucho (Tabla 13 y Figura 23).

Tabla 13. Porcentaje de aceptabilidad en textura por los panelistas.

CATEGORIA	TEXTURA								
	M01	E02	A01	C01	B02	M02	A02	E01	B01
Me disgusta extremadamente	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	15%
me disgusta mucho	0%	5%	0%	5%	5%	0%	5%	0%	10%
Me disgusta moderadamente	0%	5%	0%	0%	10%	5%	0%	5%	10%
Me disgusta levemente	20%	5%	5%	5%	25%	10%	5%	0%	5%
No me gusta ni me disgusta	30%	20%	25%	10%	25%	25%	5%	25%	30%
Me gusta levemente	20%	5%	15%	40%	20%	20%	20%	20%	15%
Me gusta moderadamente	5%	15%	15%	10%	0%	25%	25%	10%	10%
Me gusta mucho	25%	35%	30%	20%	5%	15%	35%	20%	5%
Me gusta extremadamente	0%	10%	10%	10%	5%	0%	5%	20%	0%

Fuente: elaboración propia de los autores.

Figura 23. Porcentaje de aceptabilidad en textura Vs categorías en cada muestra.



Fuente: Autores, cálculos del estudio.

El atributo o sabor es uno de los atributos de mayor relevancia para determinar la aceptabilidad. Los resultados mostraron que la muestra C01 obtuvo un 85% de aceptabilidad por los panelistas, distribuidos en las 4 categorías de aceptación (me gusta levemente 30%, me gusta moderadamente 20%, me gusta mucho 15% y me gusta extremadamente 20%). Después de este valor en orden decreciente se presentó aceptación para las muestras; E02 con un 70% (me gusta levemente 30%, me gusta mucho 25%, me gusta extremadamente 15%), la A01 también con un 70% (me gusta levemente 15%, me gusta moderadamente 10%, me gusta mucho 40%, me gusta extremadamente 15%); M01 con un 65% (me gusta levemente 10%, me gusta moderadamente 25%, me gusta mucho 25%, me gusta extremadamente 5%). Por su parte la muestra B01 es la de menor aceptabilidad con un 80% que se encuentran distribuidos en las cuatro categorías (me

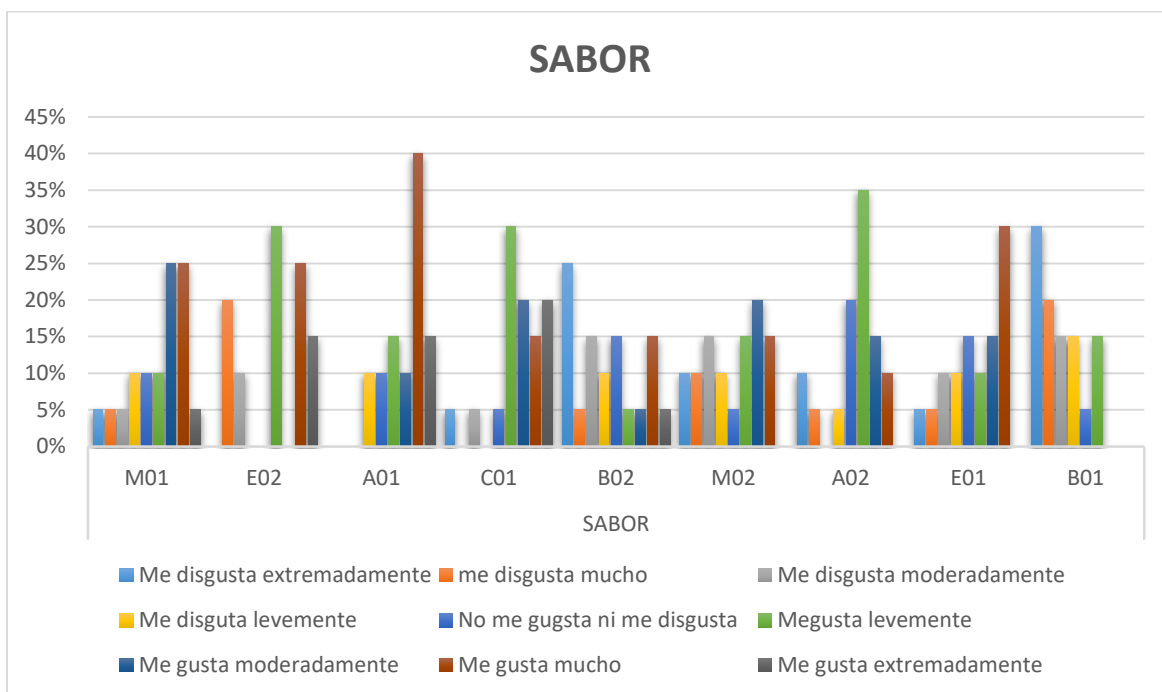
disgusta extremadamente 30%, me disgusta mucho 20%, me disgusta moderadamente 15% y me disgusta levemente 15%) (Tabla 14 y Figura 24).

Tabla 14. Porcentaje de aceptabilidad en sabor por los panelistas.

CATEGORIA	SABOR								
	M01	E02	A01	C01	B02	M02	A02	E01	B01
Me disgusta extremadamente	5%	0%	0%	5%	25%	10%	10%	5%	30%
me disgusta mucho	5%	20%	0%	0%	5%	10%	5%	5%	20%
Me disgusta moderadamente	5%	10%	0%	5%	15%	15%	0%	10%	15%
Me disgusta levemente	10%	0%	10%	0%	10%	10%	5%	10%	15%
No me gusta ni me disgusta	10%	0%	10%	5%	15%	5%	20%	15%	5%
Me gusta levemente	10%	30%	15%	30%	5%	15%	35%	10%	15%
Me gusta moderadamente	25%	0%	10%	20%	5%	20%	15%	15%	0%
Me gusta mucho	25%	25%	40%	15%	15%	15%	10%	30%	0%
Me gusta extremadamente	5%	15%	15%	20%	5%	0%	0%	0%	0%

Fuente: elaboración propia de los autores.

Figura 24. Porcentaje de aceptabilidad en sabor Vs categorías en cada muestra.



Fuente: Autores, cálculos del estudio.

5. CONCLUSIONES

Los resultados de las muestras analizadas mostraron que poseen un color desde ámbar extra claro hasta ámbar oscuro. El porcentaje de cumplimiento de los parámetros evaluados respecto a la Norma Técnica colombiana 1273 y la Resolución 1057 del Ministerio de la Protección Social presentan porcentajes de cumplimiento del 100% para sólidos insolubles, 90% para HMF, 60% conductividad eléctrica, 40% acidez libre. Mientras que la humedad el 10 % de las muestras cumple con la legislación colombiana, por lo que es necesario revisar el almacenamiento que los distribuidores realizan de la misma.

Con respecto al análisis sensorial se evidencio que el olor, color y sabor son determinantes para la aceptación de los panelistas, coincidiendo que la muestra B01 que presento adulteración de color es la de menor aceptabilidad.

Los valores obtenidos en los diferentes parámetros evaluados, demuestran que las mieles comercializadas en la ciudad de Sincelejo, presentan niveles significativos de cumplimiento con la legislación, sin embargo, de las muestras de evaluadas se presentó presencia de adulteración con colorantes, por lo que se hace necesario desarrollar controles para su expendio.

6. RECOMENDACIONES

Se debería brindar capacitaciones y asesorías acerca de la Norma Técnica Colombiana 1273 de 2007 y la Resolución 1057 de 2010 del Ministerio de Protección Social, a los comerciantes y vendedores de miel de abeja ubicados en las diferentes zonas de la ciudad de Sincelejo. Además de brindarles la posibilidad de aplicar o la aplicación de medidas de control, desestimula la ilegalidad, favorece el mantenimiento y conservación en adecuadas condiciones de almacenamiento, sin alteraciones antes, durante, ni después de su obtención, procesamiento, almacenamiento y comercialización.

En la universidad de Sucre, especialmente al programa de Ingeniería Agroindustrial debería generar y apoyar proyectos que, le permita a la comunidad estudiantil del programa brindarles los medios o las herramientas necesarias para realizar sus investigaciones, en este tipo de temáticas, y estos a su vez puedan verse apoyados por sus docentes a la hora de hacer sus estudios, esto será un estímulo y una incentivación para mejorar la calidad de investigación del programa, además de ir en pro de la innovación y del desarrollo socioeconómico del Departamento de Sucre.

A los estudiantes del programa de Ingeniería Agroindustrial se les motiva a seguir investigando en temas que respecta a área de estudio de la carrera, esto es una oportunidad para fortalecer los conocimientos aprendidos e igualmente de ampliar sus conocimientos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abril, M. V., Moreno, C. D., & Ramírez, J. F. (2014). *Miel de Mielato de Roble(Quercus humboldtti) de la Zona Andina Oriental de Colombia*. Bogotá-Colombia.
- Abril., M. V. (2014). *Estudio e Identificación de características de composición y bioactividad propias de miel mielato Apis Mellifera*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- 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. *ELSERVIER*, 695-703.
- Adnan, N. A., Chua, L. S., & Sarmidi, M. R. (2014). Thermal Treatment Effect on Free Amino Acids in Honey Samples. *Jurnal Teknologi*, 29-33.
- Agencia de Noticias de la U Nacional. (4 de 4 de 2016). *El espectador*. Obtenido de <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/abejas-colombianas-se-africanizaron-articulo-626161>.
- Alarcón, O. A. (2014). *Sistemas de producción y economía apícola en los departamentos de cundinamarca y boyacá. caso de tres organizaciones de productores*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Balanza, M. (2003). *parametros fisicos y quimicos de relevancia para la tipificacion de la miel producida en la provincia de mendoza. Tesis Doctoral*. Universidad de Mendoza, Mendoza, Argentina.
- Bogdanov, S. (2009). *Harmonised methods of internacional honey commission*. Suiza.
- Bogdanov, S., Switzerlanz, & otros. (2009). *Harmonised methods of the international*.
- Cadena, A., Henao, N. R., & Paternina, E. C. (2009). *Honey bee acidity, some suggestions for method*. bogotá.

Camaño, c. a. (2003). *determinacion del origen floral y caracterizacion fisico y quimica de las mieles (Alpis Mellifera)*. Obtenido de <http://www.pfnm.cl/paqtecnologicos/ulmo/caracterizacion-miel.pdf>.

Castillo, G. M. (2016). *Caracterización fisicoquímica y sensorial de miel de abeja complementada con polen y/o Jalea real*. . Zamorano-Honduras.

Chua, L. S., Lee, J. Y., & Chan, G. F. (2015). Characterization of the Proteins in Honey. *ANALYTICAL LETTHERS*, 697-709.

Córdova, C. I., Arriaga, E. R., & Hernández, E. M. (2013). Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) De cuatro regiones del estado de tabasco, Mexico, mediante técnicas melisopalinológicas. *Universidad y Ciencia*, 163-178.

Correa, P. A., & Alarcón, S. O. (2015). *Validación de la determinación de hidroximetilfurfural (hmf) en miel de abejas por el método 980.23 de la aoac para el laboratorio de análisis de aguas y alimentos de la universidad tecnológica de pereira*. Pereira.

Del Campo, G., Zuriarrain, A., & Berregi, I. (2015). Quantitative determination of carboxylic acids, amino acids, carbohydrates, ethanol and hydroxymethylfurfural in honey by (1)H NMR. *Food Chemistry*, 1-28.

del Prado, M., & Muñoz. (1986). *REAL DECRETO 1149/1986*. Madrid.

Feás, X., Pires, J., Iglesias, A., & Estevinho, M. L. (2010). Characterization of artisanal honey produced on the Northwest of Portugal by melissopalynological and physico-chemical data. *ELSERVIER*, 3462–3470.

G, S. G., Pérez, F., & A., S. B. (2001). *Determinación de la actividad de agua en mieles colombianos de las zonas de Bocayá y Tolima*. Obtenido de Apisevices : <https://www.apiservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/715-determinacion-de-la-actividad-de-agua-en-mieles-colombianos>.

ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. 1998. *Norma NTC 1273 para mieles*. Bogotá, Colombia.

- Jordan, O. L. (02 de 2018). *Eje21.com*. Obtenido de <http://www.eje21.com.co/2018/02/aumento-en-un-30-la-produccion-de-miel-de-abeja-en-colombia>.
- Jurado, C. G., & Lizcano, B. F. (2008). *Analisis del sector apicola en el departamento de Tolima*. Bogotá D.C.
- Martínez, E. V. (13 de 06 de 2009). Colombia se prepara para exportar miel. *UN Periódico*.
- Michell, A. (29 de Julio de 2016). *Practica de laboratorio*. Obtenido de Alimentarias, Bromatología y Tecnicas: <http://www.unsta.edu.ar/wp-content/uploads/2016/07/Practica-de-Laboratorio-Miel.pdf>.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agro cadenas Colombia. (2006). *Cadena de las abejas y la apicultura en colombia*. Bogotá.
- Montenegro, S. B. (2005). Variación del color en miel de abejas (*Apis mellifera*). *Comunicaciones Científicas y Tecnológica: Universidad Nacional del Nordeste*.
- Moreno, A. C. (2009). Influencia de las condiciones de almacenamiento sobre la calidad fisico-química y biológica de la miel. *Doctorado*. Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- Mungóí, E. M. (2008). Caracterización físico-química y evaluación sanitaria de la miel de mosambique. *doctorado*. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona. 1
- Ramírez, J. F. (2017). 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. *Mestria*. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín.
- Sans, S. S., & Sans, M. M. (1994). Humedad, cenizas y conductividad eléctrica de mieles de La Rioja. *Dialnet*, 143-158.

- Santacruz, E. I., Benavides, J. M., & Gámez, H. J. (2016). Identificación de flora y análisis nutricional de miel de abeja para la producción apícola. *facultad de ciencias agrarias*, 37-34.
- schweitzer, p. (2015). *El color de las mieles*. Obtenido de Apiservices: <https://www.apiservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/1141-color-mieles>.
- Silva, R. A., R.Vieira, E., Carvalho, C. E., Oliveira, M. R., Amorim, C. F., & Neto., E. N. (2016). Age-related differences on low back pain and postural control during one-leg stance: a case-control study. *European Spine Journal*, 1251-1257.
- White, J. (1978). Honey. *Elsevier, Advances in Food Research*, 287-374.
- Zuluaga, C. M. (2010). Analisis Quimiometrico para identificar la huella digital de abejas en colombia. *Maestria*. Universidad Nacional de Colombia, Medellin.

8. ANEXOS

Anexo1: Tabla conversión de °Brix a índice de refracción

Las siguientes tablas muestran la conversión entre índice de refracción y densidad a Brix a 20°C

Refractive index (1)		Density (2)	
Brix%	nD20	Brix%	d20
0		0	1.00000
5	1.34026	5	1.00965
10	1.34782	10	1.03998
15	1.35568	15	1.06104
20	1.36384	20	1.08287
25	1.37233	25	1.10551
30	1.38115	30	1.11898
35	1.39032	35	1.15331
40	1.39986	40	1.17853
45	1.40987	45	1.20467
50	1.42009	50	1.23174
55	1.43080	55	1.25976
60	1.44193	60	1.28873
65	1.45348	65	1.31866
70	1.46546	70	1.34956
75	1.47787	75	1.38141
80	1.49071	80	1.41421
85	1.50398	85	1.44794
90		90	1.48259
95		95	1.51814

(1) According to 16th Session of ICUMSA 1974

(2) According to 109 of NBS Circular 440

Fuente: Tomado de tesis profesional (Garcia, 2003)

Anexo 2: Tabla de conversión de índice de refracción a porcentaje de humedad

INDICE DE REFRACCION	CONTENIDO DE HUMEDAD	INDICE DE REFRACCION	CONTENIDO DE HUMEDAD	INDICE DE REFRACCION	CONTENIDO DE HUMEDAD
(20°C) (293 K)	(%)	(20°C) (293 K)	(%)	(20°C) (293 K)	(%)
1.5044	13.0	1.4935	17.2	1.4830	21.4
1.5038	13.2	1.4930	17.4	1.4825	21.6
1.5033	13.4	1.4925	17.6	1.4820	21.8
1.5028	13.6	1.4920	17.8	1.4815	22.0
1.5023	13.8	1.4915	18.0	1.4810	22.2
1.5018	14.0	1.4910	18.2	1.4805	22.4
1.5012	14.2	1.4905	18.4	1.4800	22.6
1.5007	14.4	1.4900	18.6	1.4795	22.8
1.5002	14.6	1.4895	18.8	1.4790	23.0
1.4997	14.8	1.4890	19.0	1.4785	23.2
1.4992	15.0	1.4885	19.2	1.4780	23.4
1.4987	15.2	1.4880	19.4	1.4775	23.6
1.4982	15.4	1.4875	19.6	1.4770	23.8
1.4976	15.6	1.4870	19.8	1.4765	24.0
1.4971	15.8	1.4865	20.0	1.4760	24.2
1.4966	16.0	1.4860	20.2	1.4755	24.4
1.4961	16.2	1.4855	20.4	1.4750	24.6
1.4956	16.4	1.4850	20.6	1.4745	24.8
1.4951	16.6	1.4845	20.8	1.4740	25.0
1.4946	16.8	1.4840	21.0		
1.4940	17.0	1.4835	21.2		

Fuente: Tomado de tesis profesional (Garcia, 2003)

Anexo 3: cuestionario aplicado en el panel sensorial

PANEL SENSORIAL, PRUEBA DE ACEPTABILIDAD POR ESCALA HEDÓNICA

Nombre: _____

Fecha: _____

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan 10 muestras de Miel *Apis Mellifera*. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, iniciando de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

PUNTAJE	CATEGORIA	PUNTAJE	CATEGORIA
1	Me disgusta extremadamente	6	Me gusta levemente
2	Me disgusta mucho	7	Me gusta moderadamente
3	Me disgusta moderadamente	8	Me gusta mucho
4	Me disgusta levemente	9	Me gusta extremadamente
5	No me gusta ni me disgusta		

CODIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	TEXTURA	SABOR
M01				
E02				
A01				
C01				
B02				
M02				
A02				
E01				
B01				
C02				