



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**CARACTERIZACIÓN DE LA MIEL DE ABEJA EN LA
PROVINCIA DE IMBABURA**

**Tesis presentada como requisito para optar por el Título de Ingeniero
Agroindustrial**

Autor: Avila Recalde Santiago Fabián

Director: Ing. Luis Manosalvas, MSc.

Ibarra – Ecuador

Enero 2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

**CARACTERIZACIÓN DE LA MIEL DE ABEJA EN LA PROVINCIA DE
IMBABURA**

Tesis revisada por los miembros del tribunal, por lo cual se autoriza su
presentación como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

Ing. Luis Manosalvas, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

FIRMA

Lic. Harold Ceballos, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

FIRMA

Lic. Sania Ortega, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

FIRMA

Ing. Sandra Gavilanes, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

FIRMA

2.- AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

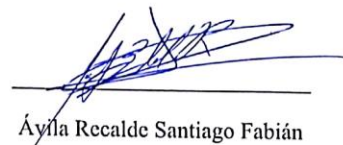
Yo, Ávila Recalde Santiago Fabián de cedula de ciudadanía N° 100408115-2, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3.- CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar los derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 18 de enero de 2018

Autor



Ávila Recalde Santiago Fabián

C.C: 100408115-2


Facultado por resolución de Consejo Universitario



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo Santiago Fabián Ávila Recalde, con cédula de ciudadanía N° 100408115-2, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado **CARACTERIZACIÓN DE LA MIEL DE ABEJA EN LA PROVINCIA DE IMBABURA**, que ha sido desarrollado para optar por el título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL**, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.


Ávila Recalde Santiago Fabián

100408115-2

Ciudad, a los 18 días del mes de enero de 2018

DECLARACIÓN

Manifiesto que la siguiente obra es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por tanto es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica Del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.



Ávila Recalde Santiago Fabián

100408115-2

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Santiago Fabián Ávila Recalde, con cédula de ciudadanía 100408115-2 bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Luis Armando Manosalvas Quiroz', is written over a horizontal line.

Ing. Luis Armando Manosalvas Quiroz

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

A mis padres.

Ya que sin ellos hubiese sido incapaz de llegar a ser lo que soy hoy, porque cada día aprendo algo nuevo gracias a su gran vocación de forjar una familia con moral y valores. Dentro de este documento se ve reflejado todo el esfuerzo y apoyo incondicional recibido por parte de ellos, es por eso que se lo dedico a Fausto y Margarita, que desde siempre han soñado con verme triunfar y hoy ven volverse realidad aquel sueño. Fueron mis primeros maestros y de ellos aprendí que la perseverancia tras un objetivo se logra con sacrificio y firmeza de voluntad inquebrantables.

A mis segundos padres.

José Luis y Leonor. Segundo y Rosalía. La prueba verídica de que ángeles caminan entre nosotros y están vestidos de sabiduría, abnegación, sacrificio y experiencia. Los mismos que tendrán siempre mi eterna admiración por el largo camino que han recorrido y de quienes recibí de ellos su incondicional amor, apoyo y vital confianza, nunca dejaron de creer en mí, esto es por ustedes.

Santiago Ávila R.

AGRADECIMIENTO

A mis padres.

Por ser la base fundamental de mi existencia, el timón que ha guiado cada uno de mis pasos, la fuerza que me motiva cada día a buscar el éxito y la felicidad en las cosas pequeñas.

A la Universidad Técnica del Norte

Por haberme abierto las puertas del conocimiento y permitirme educarme en sus aulas. Durante todos estos años no sólo fue mi casa de estudio, sino también un lugar donde encontré grandes compañeros y amigos que entre bromas y risas, entre silencios y largas horas de estudio buscamos llegar a ser profesionales de éxito.

A mis maestros.

Tanto a los primarios, secundarios y del nivel superior, que con aquella vocación didáctica me enseñaron que aprender es una actividad que nunca se deja de realizar y que nada es difícil o imposible si uno hace las cosas buscándole pasión y gusto.

Santiago Ávila R.

ÍNDICE

Índice de figuras.....	iii
Índice de tablas.....	vi
Resumen.....	viii
Summary.....	ix
Capítulo 1.....	1
Introducción.....	1
1.1. Problema.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
Capítulo 2.....	4
Marco teórico.....	4
2.1. Las abejas.....	4
2.2. Miel de abeja.....	5
2.3. Usos de la miel.....	19
2.4. Sistemas de explotación apícola.....	20
2.5. Control de calidad en mieles.....	22
2.6. Requisitos complementarios.....	23
2.7. Aspectos botánicos y floración melífera.....	24
Capítulo 3.....	26
Materiales y métodos.....	26
3.1. Caracterización del área de estudio.....	26
3.2. Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	27

3.3. Métodos	28
Capítulo 4.....	39
Resultados y discusiones.....	39
4.1. Encuesta.....	39
4.2. Propiedades físicas y químicas	43
4.3. Correlaciones entre los parámetros físicos y Químicos	69
4.4. Caracterización de las mieles estudiadas.....	76
4.5. Clasificación de las mieles de Imbabura	82
4.6. Evaluación cualitativa de la miel de la miel producida en La provincia	83
4.7. Mapa interactivo de ubicación de las distintas zonas productivas de la miel en la provincia.....	85
Capítulo 5.....	89
Conclusiones	89
Recomendaciones.....	91
Bibliografía	92
ANEXOS	100
GLOSARIO	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía de una obrera polinizando flor de colza.....	5
Figura 2. Colmenas tradicionales de corteza de árbol	21
Figura 3. Colmena KTBH suspendida	21
Figura 4. Colmenas modernas Langstroth	22
Figura 5. Cuadro parcialmente operculado	31
Figura 6. Humedad de las mieles en los cantones de Imbabura	44
Figura 7. Grados brix de las mieles en los cantones de Imbabura	45
Figura 8. Densidad relativa de las mieles en los cantones de Imbabura.....	46
Figura 9. Viscosidad expresada en mPa.s de la miel en los cantones de Imbabura	48
Figura 10. Azúcares totales de la miel en los cantones de Imbabura.....	49
Figura 11. Porcentaje de fructosa de las mieles en los cantones de Imbabura	50
Figura 12. Porcentaje de glucosa de las mieles en los cantones de Imbabura	51
Figura 13. Porcentaje de sacarosa de las mieles en los cantones de Imbabura....	52
Figura 14. Sólidos insolubles de las mieles en los cantones de Imbabura.....	53
Figura 15. Sólidos totales de las mieles en los cantones de Imbabura	54
Figura 16. Conductividad eléctrica de las mieles en los cantones de Imbabura..	56
Figura 17. Cenizas de las mieles en los cantones de Imbabura	57
Figura 18. Acidez libre de las mieles en los cantones de Imbabura	59
Figura 19. Acidez láctica de las mieles en los cantones de Imbabura	60
Figura 20. Valores de pH de las mieles en los cantones de Imbabura.....	61
Figura 21. Hidroximetilfurfural de las mieles en los cantones de Imbabura	62

Figura 22. Actividad diastásica de las mieles en los cantones de Imbabura.....	64
Figura 23. Luminosidad de las mieles en los cantones de Imbabura.....	65
Figura 24. Valores de C* de las mieles en los cantones de Imbabura	67
Figura 25. Tono H* de las mieles en los cantones de Imbabura.....	68
Figura 26. Diagrama de dispersión para la correlación humedad vs sólidos totales	70
Figura 27. Diagrama de dispersión para la correlación humedad vs grados brix	70
Figura 28. Diagrama de dispersión para la correlación azúcares totales vs fructosa	71
Figura 29. Diagrama de dispersión para la correlación azúcares totales vs glucosa	71
Figura 30. Diagrama de dispersión para la correlación fructosa vs relación fructosa/sólidos totales	71
Figura 31. Diagrama de dispersión para la correlación conductividad eléctrica vs actividad diastásica	72
Figura 32. Diagrama de dispersión para la correlación acidez total vs acidez libre	73
Figura 33. Diagrama de dispersión para la correlación hidroximetilfurfural vs cenizas	73
Figura 34. Diagrama de dispersión para la correlación actividad diastásica vs croma.....	74
Figura 35. Diagrama de dispersión para la correlación actividad diastásica vs L*	74
Figura 36. Diagrama de dispersión para la correlación actividad diastásica vs color b*.....	74
Figura 37. Diagrama de dispersión para la correlación croma vs luminosidad. ...	75

Figura 38. Diagrama de dispersión para la correlación croma vs Color b*	76
Figura 39. Diagrama de dispersión bidimensional entre las dos primeras componentes principales	79
Figura 40. Diagrama de dispersión tridimensional entre las tres primeras componentes principales	79
Figura 41. Dendrograma de clasificación para los grupos estudiados.....	82
Figura 42. Mapa de la provincia de Imbabura con las zonas apícolas estudiadas	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la abeja melífera	5
Tabla 2. Composición química promedio de la miel de abeja	12
Tabla 3. Requisitos necesarios establecidos para miel de abejas	22
Tabla 4. Caracterización del área de estudio.....	27
Tabla 5. Plantas melíferas de la Zona Alta en la provincia de Imbabura.....	40
Tabla 6. Plantas melíferas de la Zona Media en la provincia de Imbabura.	41
Tabla 7. Plantas melíferas de la Zona Baja en la provincia de Imbabura.	42
Tabla 8. Humedad de la miel en los cantones de Imbabura.....	43
Tabla 9. Grados brix de las mieles en los cantones de Imbabura.....	45
Tabla 10. Densidad relativa de las mieles en los cantones de Imbabura	46
Tabla 11. Viscosidad de las mieles en los cantones de Imbabura.....	47
Tabla 12. Porcentaje de azúcares de las mieles en los cantones de Imbabura	48
Tabla 13. Porcentaje de fructosa de las mieles en los cantones de Imbabura.	49
Tabla 14. Porcentaje de glucosa de las mieles en los cantones de Imbabura.....	51
Tabla 15. Porcentaje de sacarosa de las mieles en los cantones de Imbabura	52
Tabla 16. Contenido de sólidos insolubles de las mieles en los cantones de Imbabura	53
Tabla 17. Porcentaje de sólidos totales de las mieles en los cantones de Imbabura	54
Tabla 18. Relación fructosa/glucosa de las mieles en los cantones de Imbabura	55
Tabla 19. Conductividad eléctrica en mS/cm de las mieles en los cantones de Imbabura	56
Tabla 20. Cenizas de las mieles en los cantones de Imbabura.....	57

Tabla 21. Acidez libre de las mieles en los cantones de Imbabura.....	58
Tabla 22. Acidez láctica de las mieles en los cantones de Imbabura.....	60
Tabla 23. Valores de pH de las mieles en los cantones de Imbabura	61
Tabla 24. Contenido de hidroximetilfurfural de las mieles en los cantones de Imbabura	62
Tabla 25. Actividad diastásica en °Gothe de las mieles en los cantones de Imbabura	63
Tabla 26. Luminosidad de las mieles en los cantones de Imbabura.	64
Tabla 27. Valores determinados de b* de las mieles en los cantones de Imbabura	66
Tabla 28. Valores determinados de C* de las mieles en los cantones de Imbabura	67
Tabla 29. Valores de H* de las mieles en los cantones de Imbabura	68
Tabla 30. Componentes principales separadas y la variabilidad explicada para cada componente.	78
Tabla 31. Matriz del componente rotado para las variables estudiadas	80
Tabla 32. Iconografía utilizada dentro del mapa interactivo de Imbabura.....	88

RESUMEN

La miel de la abeja (***Apis mellifera*** – **Linneo 1758**) es una sustancia de sabor dulce, viscosa, es un endulzante natural que tiene varios usos terapéuticos y medicinales. Las propiedades de las mieles dependen del origen botánico, geográfico, climático y de las condiciones de procesamiento y almacenamiento. Su calidad depende de sus características como: color, densidad, viscosidad, acidez, conductividad, cenizas, pH, hidroximetilfurfural, actividad diastásica, sólidos solubles e insolubles. Se recolectaron 18 muestras de miel en los 6 cantones de la provincia de Imbabura, los sectores estudiados fueron: Apuela, Imantag, Quiroga, Tangalí, La Rinconada, San Luis, El Tejar, Lita, Caranqui, Chaltura, Natabuela, Atuntaqui, Cahuasquí, Chachimbiro, Buenos Aires, El Empalme, Yuquín Alto y Mariano Acosta. En las cuales se evaluaron las propiedades fisicoquímicas y análisis palinológicos usando métodos oficiales e instrumentales. Las mieles registraron un origen polifloral y diferencias significativas ($p < 0,05$) para todos los parámetros determinados. El análisis multivariado por Componentes Principales y Clústers de los resultados, estableció seis componentes con una varianza total de 89,78%, donde las variables de color, acidez, actividad diastásica y conductividad presentaron la mayor variabilidad (41,51%). Las características analizadas y definen los atributos organolépticos de la miel. Humedad, sólidos solubles e insolubles, pH y conductividad, conforman las componentes dos y tres con una variabilidad del 25,67%, que a su vez definen aspectos de higiene y limpieza del producto. El dendrograma clasificó en dos grupos los resultados determinados, que definen usos y aplicaciones de las mieles estudiadas. Las mieles fueron etiquetadas como mieles poliflorales, fueron ubicadas dentro de un mapa interactivo en línea, en donde se detallan sus propiedades, origen botánico y usos potenciales en la industria de alimentos.

SUMMARY

Honey bee (***Apis mellifera* - Linnaeus 1758**) is a viscous substance with a sweet flavor, is a natural sweetener that has several therapeutic and medicinal uses. The properties of honeys depend on the botanical, geographical, climatic origin and the conditions of processing and storage. Its quality depends on its characteristics such as: color, density, viscosity, acidity, conductivity, ash, pH, hydroxymethylfurfural, diastase activity, soluble and insoluble solids. Eighteen honey samples were collected in the 6 cantons of the province of Imbabura, the studied sectors were: Apuela, Imantag, Quiroga, Tangalí, La Rinconada, San Luis, El Tejar, Lita, Caranqui, Chaltura, Natabuela, Atuntaqui, Cahuasquí, Chachimbiro, Buenos Aires, El Empalme, Yuquín Alto and Mariano Acosta. In which the physicochemical properties and palynological analysis were evaluated using official and instrumental methods. The honeys registered a polyfloral origin and significant differences ($p < 0.05$) for all the determined parameters. The multivariate analysis by Main Components and Clusters of the results, established six components with a total variance of 89.78%, where the variables of color, acidity, diastatic activity and conductivity showed the greatest variability (41.51%). The characteristics analyzed and define the organoleptic attributes of honey. Humidity, soluble and insoluble solids, pH and conductivity, make up components two and three with a variability of 25.67%, which in turn define aspects of hygiene and cleanliness of the product. The dendrogram classified into two groups the determined results, which define uses and applications of the honeys studied. The honeys were labeled as polifloral honeys, they were placed inside an interactive online map, where their properties, botanical origin and potential uses in the food industry are detailed.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA

La Apicultura, definida como un saber, tanto en su contenido teórico como práctico, despierta una curiosidad sin fronteras que se ha visto restringida por el desconocimiento de las propiedades que posee la miel de abeja y la ausencia de datos científicos que lo respalden, tomando en cuenta que existe un sinnúmero de instrumentos investigativos para favorecer al desarrollo científico que es cada vez más dinámico.

En la práctica diaria de la Apicultura en Imbabura, se ha experimentado la necesidad de crear y ejecutar nuevas acciones a fin de mejorar las técnicas de manejo de las colmenas al igual que el tratamiento postcosecha. El apicultor en muchas ocasiones se rige por la información foránea que recibe y que, la va adaptando a su realidad ecológica en los diferentes microclimas en la producción apícola. Aspecto que en la mayoría de los casos no surte efecto positivo por ser diferentes las condiciones en las que se han desarrollado y aplicado.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La miel constituye uno de los alimentos más antiguos que el hombre ha conocido. Su composición compleja y los innumerables beneficios que aporta al ser consumida la han mantenido presente entre los consumidores que siempre buscan productos naturales que favorezcan a la salud. Sin embargo con el rápido avance de las tecnologías, la producción apícola ha ido desapareciendo dentro de la provincia, y hoy en día se busca repotenciarla con distintos proyectos que la introduzcan de nuevo en el mercado.

La composición de la miel depende de diversos factores tales como la contribución de la planta, suelo, clima y condiciones ambientales (Alfaro, *et al*; 2010). También se ha asociado a la miel otras funciones además de la alimenticia, sobre todo algunas relacionadas para el tratamiento de afecciones de la salud (FAO, 2005). Aunque la apicultura es una actividad muy antigua, en la actualidad representa una actividad económica importante en muchos países que permite generar una importante cantidad de empleos, siendo en Ecuador una potencial fuente de divisas que siempre crece a ritmos acelerados. Y que además aporta de manera considerable al beneficio medioambiental debido a que las abejas polinizan y ayudan a la reproducción de las plantas en el entorno.

La principal preocupación de los productores para seguir manteniendo la aceptación de la miel en el mercado nacional e internacional es garantizar su autenticidad, dado que es posible la práctica de su adulteración o deterioro por su inadecuado manejo y almacenamiento. En ese sentido, resultan importantes las investigaciones tendientes a caracterizar la calidad de la miel producida en los distintos sectores de Imbabura, ya que la gran diversidad botánica presente, genera una abundante variedad de mieles en toda la provincia.

1.3. OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar la miel de abeja en la provincia de Imbabura.

Objetivos Específicos

- Caracterizar mediante análisis físico químicos la miel de abeja producida en la provincia de Imbabura.
- Utilizar el análisis de componentes principales (PCA) y de conglomerados (Clúster) para ordenar y clasificar las propiedades de las distintas mieles en base a sus similitudes dentro de grupos homogéneos.
- Determinar en base a las características fisicoquímicas de la miel de cada zona de producción, el potencial de uso que posee.
- Determinar la calidad de la miel en relación al componente florístico en cada zona productiva.
- Identificar a los productores y zonas de producción apícola y su potencial uso agroindustrial, a través de mapas interactivos y cartografía interactiva.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. LAS ABEJAS

2.1.1. Generalidades

Las abejas de la especie *Apis mellifera* son insectos sociales, pertenecientes al orden Himenópteros, llamados así por tener cuatro alas membranosas. Estas especies están compuestas por tres castas o categorías de abejas: una reina, miles de obreras y un número variable de zánganos, que dependen de la disponibilidad de alimento y la época del año (Vaquero, *et al*; 2010).

Las abejas comunes viven en sociedad (colonia), siendo tan débil una abeja sola que una simple noche de frío la paraliza. Las habitaciones que el hombre proporciona a las abejas se llaman colmenas y la ubicación de varias colmenas de abejas en un lugar se denomina apiario (Caron, 2010).

La abeja melífera, es un insecto social, productora de miel y es reconocida como el insecto más valioso del mundo desde el punto de vista económico (Sánchez, 2003).

Esto debido a que ellas producen más miel de la que necesitan, por ende, el hombre aprovecha aquel excedente para su consumo, y a su vez ellas son las encargadas de realizar la polinización de las plantas.



Figura 1. Fotografía de una obrera polinizando flor de colza

Fuente: biopedia.com

Tabla 1. Clasificación de la abeja melífera

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Himenóptero
Suborden	Apocrido
Superfamilia	Apoideo
Familia	Apidos
Subfamilia	Apinae
Tribu	Apinos
Género	Apis
Especie	Mellifera

Fuente: (Polaino, 2006)

2.2. MIEL DE ABEJA

Miel es la materia dulce, elaborada por las abejas, con jugos nectaríferos, tomándolos de plantas vivas, modificándolos en su cuerpo, almacenándolos en los panales y dejándolos madurar en ellos. De igual modo, afirma que son conocidas diversas variedades de miel que dependen de la flor utilizada como fuente de néctar y del tipo de abeja que la produjo. Sin embargo se clasifican dos tipos de miel: mono floral cuando la extracción proviene de una sola especie, y poli floral cuando el néctar es de diferentes tipos de plantas (Chavarría, 2010).

De acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana 1572 (1988) la miel es una sustancia dulce producida por las abejas obreras a partir del néctar de las flores o exudaciones

de otras partes vivas de las plantas o presentes en ellas que dichos insectos recogen, transforman, combinan con sustancias específicas y almacenan después en panales.

La composición de la miel es tan variada que no existen dos mieles iguales, pues se dan grandes diferencias con relación al sabor, tono de color, densidad, viscosidad, cristalización, etc. Las mieles más oscuras tienen mayor acidez, más alto contenido en sustancias minerales y más riqueza en polisacáridos; mientras que las mieles claras son más suaves. El envejecimiento natural de la miel produce tonos más oscuros (García, 2004).

2.2.1. Tipos de miel de abeja

La Norma Técnica Ecuatoriana 1572 (1988) establece una clasificación según su origen:

- Miel de flores: Es la que procede principalmente de los néctares de las flores. Se subdivide en:

Miel monofloral: Procederá principalmente de los néctares de un tipo de flor. Este tipo de miel es aquella en la que al menos el 45% del total de sus granos de polen corresponden a una misma especie vegetal. (Soto, 2008)

Miel multifloral: Procederá principalmente de los néctares de diversos tipos de flores. La miel multifloral es aquella en cuya composición se encuentren en forma significativa granos de polen de tres o más especies vegetales, sin que ninguna de ellas alcance un porcentaje mayor o igual al 45% (Soto, 2008).

- Miel de mielada: Es la miel que procede principalmente de exudaciones de las partes vivas de plantas o presentes en ellas. Su color varía de pardo muy claro o verdoso a casi negro.

Asimismo la norma 1572 (1988) clasifica a la miel según su utilización:

- Clase I: Es miel de abejas para consumo humano directo.
- Clase II: Es miel de abejas para usos industriales.

2.2.2. Proceso de fabricación

La fabricación de la miel es un proceso largo y complejo en donde intervienen varias etapas donde las abejas y las flores son las principales protagonistas.

2.2.2.1. Polinización

La polinización es el proceso de transporte de polen desde las anteras hasta un estigma localizado dentro de la misma flor; puede darse en la misma planta o en una planta diferente de la misma especie y que conduce a la fertilización del óvulo para el posterior desarrollo del fruto (Díez, 2015).

Para la reproducción vegetal se necesita el traslado del polen desde las anteras, o partes masculinas de una flor, hasta los estigmas, o sea, sus partes femeninas, ya sea de la misma planta o de otras plantas que se encuentren a cierta distancia las unas de las otras. Después de miles de años de evolución y de adaptación a los ambientes locales, cada especie vegetal tiene exigencias específicas para el transporte de su polen; las abejas visitan las flores para buscar su néctar o polen; y mientras lo hacen, transportan los gránulos que contribuirán a la polinización (FAO, 2005).

2.2.2.2. Fabricación de la miel en el panal

Este proceso de transformación parte desde la recolección del néctar, donde la abeja lo toma en su buche y lo transporta hacia la colmena, donde es transferido a otra abeja que igualmente lo deglute. Las enzimas capaces de descomponer carbohidratos son las encargadas de convertir al néctar en glucosa. La temperatura de la colmena favorece la pérdida de humedad, aunque este proceso puede durar varios días mientras se almacena en el panal (CONAPIS, 2004).

2.2.2.3. Cosecha y recolección de la miel

La norma INEN 1572 (1988) indica que las operaciones y métodos permitidos para la recolección de miel de abeja son:

- Centrifugación de los panales desoperculados, sin larvas.
- La licuefacción de la miel cristalizada se realizará con el uso de calor moderado a baño maría (la temperatura de la miel no debe superar los 40°C), hasta que quede libre de cristales visibles.
- La filtración a través de tamices para eliminar sólidos en suspensión.

2.2.3. Propiedades físicas de la miel

Si se observa a la miel desde un punto de vista físico, luego de ser extraída del panal, ésta es una solución acuosa de varios componentes, que van desde iones inorgánicos, carbohidratos y otros materiales orgánicos disueltos, hasta macromoléculas coloidales de proteína y polisacáridos, esporas de levaduras y mohos, y las partículas más grandes que son las de polen (Chavarría, 2010).

Siendo los azúcares los constituyentes más importantes, las características físicas más relevantes de la miel están impartidas en gran medida por los tipos y concentraciones de estos hidratos de carbono. Cada una de estas propiedades está expresada en rangos en vez de constantes debido a la gran variación observada en las diferentes mieles, especialmente en su contenido de sólidos disueltos (Pesante, 2008).

Entre las propiedades físicas de mayor importancia se tiene:

- Color
- Densidad
- Viscosidad
- Conductividad Eléctrica

2.2.3.1. Color

Una característica de tipo organoléptico asociado a la calidad de un producto natural tiene que ver con su aspecto y la presencia de algunos componentes específicos, por ello el color es uno de los atributos de calidad que puede determinar el rechazo o aceptación del mismo. La naturaleza del color como parámetro discriminante del origen botánico y geográfico de las mieles, permiten complementar otras propiedades y factores de calidad como el contenido de minerales, polifenoles, actividad diastásica, aminoácidos libres e hidroximetilfurfural (Salamanca, *et al*; 2002).

El color oscuro no significa que sea de inferior calidad. Por el contrario, se sabe que cuanto más oscura es la miel, más rica es en fosfato de calcio y en hierro y por lo tanto, más adecuada para satisfacer las necesidades de cuerpos en crecimiento, de los individuos anémicos y de los intelectuales sometidos a esfuerzos mentales. Las mieles de color claro son más rica en vitamina A y las oscuras en vitaminas B y C. El color de la miel se debe, pura y exclusivamente, a materias colorantes del néctar de la fuente floral de donde ha sido libado por la abeja. Estas materias colorantes son pigmentos de las plantas, de la misma naturaleza que de las flores y de otras partes coloreadas del vegetal (Montenegro, *et al*; 2005).

Los factores más importantes que están bajo el control del ser humano y que pueden afectar el color de la miel son:

- La calidad del panal donde se deposita la miel.
- El tiempo que se deje la miel en el panal, sin ser cosechada.

Una vez en la planta de elaboración, la miel puede sufrir cambios adicionales significativos a su color dependiendo de los siguientes factores:

- Temperatura: a la que se calienta la miel para hacerla más fluida y para disolver los cristales de azúcar que podrían llevar a una cristalización temprana.
- Tiempo de almacenaje: Mientras más tiempo pase la miel almacenada más oscura se pone.

- Cantidad de luz que incida sobre la miel: Esto sobre todo cuando la miel es envasada en recipientes de plástico o cristal y a los mismos les llega luz directa o indirectamente.
- Temperatura a la que está almacenada y a la que está en el mostrador hasta su venta.

Por otro lado, Montenegro, *et al*; (2005) afirma que el color aparente de la miel puede, verse afectado por:

- Color y calidad del envase
- El volumen del envase donde está la miel
- La cantidad y calidad de la luz detrás del envase

2.2.3.2. *Cristalización*

Este proceso físico consiste en la formación de cristales de azúcar en la miel. La consistencia de estos cristales dependerá del tipo de miel. La miel es líquida cuando se extrae del panal, pero con el tiempo se solidifica (Arcos, 2016). Los factores que influyen en la solidificación son:

- Azúcares de la miel (relación entre los contenidos de glucosa, fructosa y agua).
- Temperatura de almacenamiento.
- Tiempo transcurrido desde la extracción.
- Partículas de tierra que, en el proceso de extracción, se han podido incorporar a la miel.

El fenómeno de la cristalización no debe ser considerado como defecto, ya que de forma natural afecta, con el tiempo, a todas las mieles, excepto a las de salvia, acacia y abeto, que no cristalizan (Pérez & Jimeno, 1985). Esto no significa que la miel pierda su calidad, al contrario, ésta se conserva y sólo difiere de su apariencia física sin que sus componentes se vean alterados, siempre y cuando la miel sea conservada

a temperatura ambiente y tampoco sea calentada en exceso. La miel no cristaliza ni por debajo de 5°C ni por encima de 25°C. La temperatura óptima de cristalización es 14°C. Por ende hay que evitar temperaturas de almacenamiento comprendidas entre 12 y 16°C (Abu-Jdayil, *et al*; 2002).

2.2.3.3. *Densidad*

La densidad relativa o gravedad específica es la razón de la masa de un volumen dado a la masa del mismo volumen de agua. Si la densidad relativa de agua es de 1.0000g/ml at 4°C, la densidad relativa de una sustancia a cualquier temperatura (referente a agua a 4°C) es igual a la densidad a esa temperatura. La densidad relativa de un líquido se determina pesando un volumen conocido de la misma; también se puede determinar utilizando un hidrómetro flotante calibrado, que es lo más común. (Singh, 2009)

La densidad de la miel está comprendida entre 1,410 y 1,435. Varía en función de su contenido de agua. Una miel recolectada demasiado pronto, extraída de un local húmedo, o abandonada mucho tiempo en un madurador, contiene demasiada agua (Jean-Prost, 2007).

2.2.3.4. *Viscosidad*

La miel en estado líquido suele ser muy viscosa, esta propiedad depende de su composición química, contenido de agua y temperatura. Una baja viscosidad en la miel puede ser un indicador de adulteración por adición de agua (Sopade, *et al*; 2004). La viscosidad de la miel disminuye cuando la temperatura se eleva hasta 30 °C y varía poco por encima de los 35 °C (Jean-Prost, 2007).

2.2.3.5. *Conductividad Eléctrica*

Este parámetro, que depende del contenido de minerales disueltos en el agua de miel, permite una medición mucho más rápida y menos costosa que la de las

cenizas, con resultados que muestran buena repetitividad de los datos (Suescún & Vit, 2008).

2.2.4. Composición química

La composición química de la miel permite evaluar su calidad con base en su contenido de agua, azúcares, acidez, cenizas, enzimas, hidroximetilfurfural y sustancias insolubles.

La composición química de la miel varía de una variedad a otra. Por término medio la miel contiene:

Tabla 2. Composición química promedio de la miel de abeja

Elementos Mayores:	Agua 17%		Materia Húmeda
	Glucosa 31%	Conjunto de azúcares 95-99% de la materia seca	
	Fructosa 38%		
	Maltosa 7,5%		
	Sacarosa 1,5%		
	Otros azúcares: una decena		
Elementos menores:	Ácidos orgánicos		Materia Seca
	Aminoácidos y proteínas		
	Enzimas: Glucosa-invertasa, Glucosa-oxidasa, Amilasas α y β		
	Vitaminas B y C en muy débil cantidad		
	Inhibinas y otros factores antibióticos		
	Pigmentos carotenoides (rojos) y flavonoides (amarillos)		

Fuente: (Jean-Prost, 2007)

2.2.4.1. Humedad

El contenido de agua de las mieles es una de las características más importantes porque determina su grado de conservación. La humedad de la miel puede aumentar

durante su extracción y almacenamiento debido a su misma característica de ser higroscópica (Suescún & Vit, 2008).

La humedad de la miel es el criterio de calidad que determina la capacidad de la miel para permanecer estable y resistir el deterioro por fermentación de la levadura: cuanta más alta es la humedad, mayor es la probabilidad de que la miel fermente durante el almacenamiento (International Honey Commission, 2002).

Este factor debe tomarse en cuenta en el almacenamiento; cuando el producto es almacenado a temperaturas bajas y en un ambiente húmedo, absorbe humedad y se diluye, lo cual provoca su fermentación. En caso contrario, cuando se almacena en un ambiente con poca humedad, la miel pierde agua, de modo que su constitución puede volverse más espesa (Juan Borrás, 2016).

2.2.4.2. Azúcares

Son los componentes mayoritarios de la miel. Representan aproximadamente el 80% de los componentes totales y el 95 % al 99% de los sólidos totales. En consecuencia son responsables de las propiedades fisicoquímicas de la misma tales como viscosidad, higroscopicidad, poder rotario, propiedades térmicas, etc. (Ulloa, *et al*; 2010).

2.2.4.3. Acidez

Por regla general, la acidez suele ser más elevada en mieles fermentadas debido a la presencia de los azúcares convertidos en alcohol, la Norma Técnica Ecuatoriana 1634 (1984) establece que la acidez libre no debe superar los 40 miliequivalentes por kilogramo. Los valores promedio de pH normales para una miel se encuentran comprendidos entre 3.0 y 4.5 debido a la presencia de ácidos orgánicos.

2.2.4.4. Cenizas

Expresa el contenido de sales minerales y suele ser proporcional al tono de la miel, mieles más oscuras poseen un mayor contenido de minerales y viceversa. Se pueden encontrar aproximadamente 12 elementos inorgánicos, aunque las proporciones varían según el origen floral y geográfico (Juan Borrás, 2016).

Del mismo modo, existe cierta correlación entre el contenido de sustancias minerales y el color: en general cuanto más oscura es una miel, mayor es su contenido en sales minerales; y por otra parte que la miel posee la mayoría de los elementos minerales esenciales para el organismo humano (Acquarone, 2004)

Entre los elementos más destacables están: potasio, calcio, azufre, cloro, hierro, magnesio, yodo, sodio, fósforo, manganeso, silicio, boro, cromo, aluminio, níquel, plomo, estaño, zinc, cadmio. El elemento principal es el potasio, que representa 1/3 de las cenizas totales (Acquarone, 2004).

2.2.4.5. Enzimas

Las mieles son ricas en enzimas. Una de las enzimas de mayor interés en la miel es la diastasa que tiene la facultad de separar el almidón en glucosa, es muy termolábil y las técnicas analíticas para determinarla son muy sencillas, por lo que su ausencia indica calentamiento y/o envejecimiento de la miel (Reyes, 2012).

Entre las principales enzimas que se puede encontrar en la miel tenemos:

- Diastasa: La Norma Técnica Ecuatoriana 1638 (1989) establece un valor mínimo de 8 y 7, para ambas clases de miel respectivamente, este valor es adimensional y representa la expresa la actividad de la enzima diastasa en tantos cm³ de solución de almidón al 1%, hidrolizada por la enzima contenida en 1 g de miel, en una hora, a 40 °C.
- Invertasa: Viene a ser la enzima responsable de la mayoría de los cambios químicos en la transformación del néctar es la invertasa (sucrasa o sacarasa). La misma viene mayormente de la abeja. El contenido de invertasa se utiliza

como índice de calidad, mientras mayor la cantidad, mayor la calidad (Koolman & Röehm, 2012).

- Glucosa-oxidasa: Esta enzima se halla en la miel, donde actúa como un conservante natural. La enzima mencionada en la superficie de la miel reduce el oxígeno atmosférico (O_2) a peróxido de hidrógeno (H_2O_2), el cual actúa como una barrera antimicrobiana. De manera similar la glucosa-oxidasa actúa como bactericida en muchas células inmunes fúngicas (Koolman & Röehm, 2012).

2.2.4.6. Hidroximetilfurfural

Es un compuesto que se forma por descomposición de la fructosa ante la existencia de ácidos, su presencia en la miel puede aumentar por exposición de ésta a altas temperaturas, por lo que se utiliza como indicador de calentamiento y envejecimiento de la miel (Suescún & Vit, 2008).

2.2.4.7. Vitaminas

El néctar y la miel de por sí tienen muy poca cantidad y variedad de vitaminas. El contenido vitamínico de una miel está directamente relacionado a la cantidad de polen presente en la miel. Mientras más riguroso sea el proceso de filtración menor la cantidad y variedad de vitaminas de esa miel. Las mieles no procesadas y no filtradas (o sea no coladas o clarificadas) van a tener un valor vitamínico mayor (Pesante, 2008).

Entre las vitaminas comúnmente encontradas en la miel están: Riboflavina, ácido pantoténico, niacina, tiamina, piridoxina, y ácido ascórbico (Cravzov, *et al*; 2006).

2.2.4.8. Sustancias insolubles

Son materias extrañas como la cera, los propóleos, los granos de arena, algunas partes del cuerpo de las abejas, entre otros, que se consideran impurezas, por lo que son indicadores de la calidad higiénica de la miel (CONAPIS, 2004).

2.2.5. Características organolépticas

Al igual que las anteriores propiedades mencionadas, estas características tienen una amplia variabilidad ya que todo dependerá del sector y la flora presente en la zona para que la miel tenga un sabor y aroma característicos.

2.2.5.1. Sabor y aroma

El sabor es una característica muy importante de la miel; sin embargo, es la más difícil de describir ya que viene a ser de carácter subjetivo. Al presente es imposible describir el sabor de la miel, y muchos investigadores intentan desarrollar la instrumentación necesaria que lo pueda llevar a cabo.

Los conocedores de la miel llegan a desarrollar habilidades para catalogar mieles dependiendo de su sabor, no se ha establecido una normativa o un estándar al respecto, ya que sería un error en determinar una miel como agradable en sabor cuando no lo es. Este tipo de opinión variará de persona a persona.

Los siguientes factores deben ser considerados cuando se hace una prueba de sabor (Caron, 2010).

- La miel debe estar libre de sabores extraños como tierra, aceite, plaguicidas, agroquímicos, etc.
- Debe estar libre de sabores ácidos o a vino, asociados a procesos de fermentación.
- De sabor agradable, sin sabores fuertes procedentes de plantas que producen mieles desagradables en sabor o de miel sobrecalentada o mal manipulada.

- Si se indica el sabor de la miel en la etiqueta, el sabor tiene que ser bastante auténtico a la fuente floral de la que se origina.

Por lo general, depende de la planta de la que proceden las mieles. Independientemente de su color, la miel puede ser más o menos dulce, a veces picante y, en algunos casos extremadamente amarga, hasta el extremo de no poder consumirse. El sabor y el aroma dependen fundamentalmente de los componentes aromáticos característicos presentes en el néctar de la flor utilizada por la abeja (Bogdanov, *et al*; 2004).

Sin embargo la percepción final está notablemente afectada por otros componentes presentes en la miel tales como ácidos, restos de polifenoles, aminoácidos y en algunos casos específicos por componentes no volátiles o amargos (Suescún & Vit, 2008).

2.2.6. Propiedades biológicas y funcionales

A la miel se le atribuyen una variedad de propiedades biológicas, funcionales y antioxidantes, unas están fundadas en experimentación científica y otras (la mayoría de ellas) en recomendaciones basadas en remedios folclóricos, ancestrales o caseros (Chavarría, 2010).

2.2.6.1. Efectos antibacteriales

La miel posee una gran cantidad de principios activos, estos componentes varían dependiendo del néctar la planta de la cual ha sido obtenido.

Antiguamente se había observado que algunas bacterias mueren rápidamente en miel que no había sido esterilizada por calor. Varios investigadores fueron los primeros en examinar las propiedades antibacteriales de la miel, y se había atribuido esta propiedad a una sustancia llamada en aquellos entonces, "inhibina". Sin embargo más tarde se encontró que los efectos de la "inhibina" eran causados por

la acumulación de peróxido de hidrógeno (H₂O₂), producido por la acción catalizadora de la enzima glucosa-oxidasa (Pesante, 2008).

2.2.6.2. Efectos farmacológicos

La miel ha sido utilizada en la medicina desde tiempos muy remotos. En la última mitad de siglo se ha visto muchos reportes de experimentos a nivel de laboratorio que demuestran los efectos de la miel en tejidos y órganos animales. Sin embargo, estos no necesariamente aplican a la fisiología humana, aunque es muy probable (Ulloa, *et al*; 2010).

2.2.7. Sustancias nocivas presentes

Por lo general, la mayoría de las sustancias tóxicas que se encuentran en la miel son de origen vegetal, es decir sustancias secundarias aportadas por la planta al néctar. En algunas áreas y bajo condiciones poco usuales, las abejas pueden recoger material contaminado, pero esto ocurre con muy poca frecuencia (Suescún & Vit, 2008).

En el caso particular de la miel de abejas, el apicultor debe tomar conciencia de que los productos que se utilizan en el agro, de alguna forma u otra pueden llegar a formar parte de lo que una persona consume, sobre todo si el propio apicultor utiliza químicos cerca la colmena en un afán de controlar plagas y enfermedades.

2.2.8. Valor nutritivo

Entre los factores nutritivos más atractivos e interesantes de la miel está el hecho de que sea un alimento de alto valor calorífico fácilmente asimilable ya que los azúcares presentes en su mayoría son monosacáridos. Es un producto que en su forma natural e inalterada es prácticamente predigerido. Es por eso que existen muchas personas conscientes de que mientras más sana la dieta, mayores son las probabilidades de llevar una vida sin problemas de salud, y así han comenzado o

incrementado su consumo de miel de abeja como parte de una dieta balanceada y saludable (Soto, 2008).

Los conocedores del tema afirman que la miel que más aporta a la salud del ser humano es la miel cruda/no-filtrada. Ya que algunos de sus compuestos: enzimas, vitaminas, proteínas, etc. son sumamente susceptibles al calor. Muchas mieles comerciales son pasteurizadas y filtradas a presión o ultra-filtradas lo cual destruye muchos de los componentes beneficiosos (Reyes, 2012).

Aunque los motivos para calentar la miel ayudan a disminuir:

- La razón de cristalización.
- La posibilidad de fermentación y la reducción de carga microbiana.
- La viscosidad.
- El filtrar a presión hace la miel más transparente y por lo tanto más agradable a la vista; no obstante, se le remueven las partículas de polen y coloides que hacen una aportación de proteínas.

La miel de abejas debido a su contenido de azúcares simples de asimilación rápida es altamente calórica por lo que resulta útil como fuente de energía. Además de esto, contiene minerales tales como el calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, zinc, fósforo y potasio. También contiene de 1 a 2 gramos de vitaminas por cada 100 gramos de miel, principalmente vitaminas A, E, C, B6 y B12 (García & Zago, 2006).

2.3. USOS DE LA MIEL

Existe una gran variedad de productos alimenticios en los cuales la miel imparte características superiores al uso del azúcar refinado. La mayoría de la población mundial consume la miel de abejas en su forma natural, es decir, en panal, líquida o cremada. Se estima que el 90% de la miel mundial es consumida en esta forma. Entonces entra en discusión el cómo se utiliza la miel en ese restante 10%. Por mencionar principalmente tenemos a la miel en muchas áreas como la repostería,

cereales, productos horneados, conservas, mermeladas, jaleas, empaado de carnes, manufactura de tabaco, cosméticos, preparación de bebidas y productos de untar, confites y medicinas (Chávez, 2007).

2.4. SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN APÍCOLA

La apicultura a nivel provincial posee 2 métodos claramente diferenciados de explotación, buscando el máximo aprovechamiento tanto para las abejas como para el entorno se puede encontrar con:

- Sistemas fijos.
- Sistemas móviles o itinerantes.

Un sistema fijo es la colmena antigua en explotaciones en pequeñas extensiones, de 10 a 12 colonias y algunas alcanzan las 100; es un sistema de bajo rendimiento comparativamente con el móvil pero que sus propietarios mantienen este sistema por su facilidad de manipulación y que no requiere de muchas atenciones. (Vaquero & Vargas, 2010)

Desde el origen de la apicultura las colmenas han ido evolucionando constantemente, adaptándose a los cambios tecnológicos aplicados al trabajo apícola. Cabe considerar colmenas rústicas o panales fijos, formados por una sola pieza; colmenas de panales fijos, formados por varias piezas; colmenas de panales móviles, también llamadas itinerantes, fáciles de manejar y de limpiar. Existen diferentes modelos de colmenas fabricadas con diversos materiales como madera, plástico incluso metal, siendo las más comunes de madera (Díez, 2015).

Existen 3 tipos de colmenas:

- **Colmenas tradicionales:** que son de la corteza de árboles (Figura 2) o de paneles de barro que tienen ventajas por ser fabricados a partir de material local y de bajo costo. Son fijas y las abejas elaboran los panales en sus paredes. No permiten la inspección de los panales.



Figura 2. Colmenas tradicionales de corteza de árbol

Fuente: mielarlanza.com

- **Colmenas de transición (Kenian Top Bar Hive – KTBH):** (Figura 3) estas ofrecen muchas más ventajas en relación con la tradicional ya que permiten la inspección y tiene mayor capacidad del espacio para los enjambres. La producción es mayor y el uso de algunas técnicas de manejo atendiendo los costos de una colmena móvil (moderna) son consideradas como la alternativa viable para muchos de los apicultores. Pueden estar suspendidas al aire o apoyadas sobre troncos a una altura adecuada para su inspección y cosecha.



Figura 3. Colmena KTBH suspendida

Fuente: apisred.blogspot.com

- **Colmenas modernas móviles Langstroth (Vertical):** están basadas en un cuadro de madera donde se fija una lámina de cera moldeada a partir de la cual las abejas construyen los panales. Cuando se pretende extraer la miel, se llevan los cuadros a la centrífuga para luego ser devueltos a la colmena.



Figura 4. Colmenas modernas Langstroth

Fuente: kutikshoney.com

2.5. CONTROL DE CALIDAD EN MIELES

La Norma INEN 1572 (1988) establece los requisitos para mieles.

Tabla 3. Requisitos necesarios establecidos para miel de abejas

REQUISITOS	UNIDADES	CLASE I		CLASE II		MÉTODOS DE ENSAYO
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
Densidad relativa a 27°C		1,39	-	1,37	-	INEN 1632
Azúcares reductores totales	% en masa	65	-	60	-	INEN 1633
Sacarosa	% en masa	-	5	-	7	INEN 1633
Relación fructosa glucosa	-	1,0	-	1,0	-	INEN 1633
Humedad	% en masa	-	20	-	23	INEN 1632
Acidez	meq/1000g	-	40	-	40	INEN 1634
Sólidos insolubles	% en masa	-	0,2	-	0,5	INEN 1635
Cenizas	% en masa	-	0,5	-	0,5	INEN 1636
HMF*	mg/kg	-	40	-	40	INEN 1637
Número de diastasa**	-	8	-	7	-	INEN 1638
*En miel de abejas de cítricos se aceptará como máximo 15µg/kg						
**En miel de abeja de cítricos se aceptará como mínimo 3 unidades						

Fuente: (Norma Técnica Ecuatoriana 1572. 1988)

2.6. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

Dentro de este ámbito se dan las especificaciones adicionales para la miel de abejas, como son los envases y su rotulado.

2.6.1. Envase

La miel de abejas debe envasarse en recipientes cuyo material sea resistente a la acción del producto y no altere las características del mismo. Estos mismos envases deberán permanecer limpios al momento de ser envasados, poseerán de un sellado hermético que impida fugas así como también la entrada de aire al recipiente y por ende esto garantice la inviolabilidad del producto (INEN, 1988).

2.6.2. Rotulado

Dentro de los envases debe constar la siguiente información, establecida en la Norma Técnica Ecuatoriana 1334 (2014):

- Nombre y clase del producto.
- Marca continental.
- Identificación del lote.
- Razón social de la empresa.
- Contenido neto en unidades del SI (en volumen).
- Número de registro sanitario.
- Fecha del tiempo máximo de consumo.
- Precio de venta al público (P.V.P).
- País de origen.
- Norma técnica INEN de referencia.

2.7. ASPECTOS BOTÁNICOS Y FLORACIÓN MELÍFERA

Las plantas que las abejas utilizan para fabricar la miel se denominan Plantas Melíferas. Ellas están adaptadas a las abejas y viceversa, ya que existe una simbiosis mutua entre las plantas y las abejas. Las abejas obtienen el preciado néctar de las plantas y a su vez las plantas consiguen una mayor polinización, y por lo tanto, una mayor posibilidad de propagarse (de Jaime Lorén & de Jaime Ruiz, 2012).

Desde el punto de vista de la fisionomía de la vegetación y de su composición florística, comprende diferentes categorías de vegetación (formaciones forestales caducifolias y perennifolias) y una gran diversidad de especies vegetales nativas de la sierra ecuatoriana (Alfaro, *et al*; 2010).

En general las abejas utilizan solamente una parte reducida de la flora presente, ya que no todas ofrecen un buen recurso, o son morfológicamente inadecuadas para ser explotadas por ellas, por ejemplo es esencial la relación entre la profundidad de la corola y la longitud de la lengua, que permite extraer el néctar. Muchas flores tienen sistemas que impiden a los polinizadores la extracción de néctar, como corolas profundas y estambres estériles que tapan los nectarios. (Benavides, *et al*; 2011).

Al hablar de la flora apícola, este criterio viene a ser de vital importancia, ya que es el conjunto de especies vegetales de las cuales las abejas recolectan el néctar y polen para su provecho. Prácticamente, es la flora apícola la encargada de servir de alimento a las abejas y por lo tanto su conocimiento es fundamental para la planificación y manejo de los apiarios. Esta flora apícola está directamente influida por las condiciones climáticas, que definen su aporte a la colmena y determinan el comportamiento de la floración (Velandia, *et al*; 2012).

La flora apícola, de acuerdo con su aporte a la producción de las abejas, puede clasificarse en:

- Plantas de cosecha: son aquellas que por sus características aportan los recursos necesarios para obtener cosechas de miel, Ya sea por abundancia en la zona, floración abundante, altas frecuencias de visita por parte de las abejas
- Plantas de sostenimiento: son aquellas que ofertan recursos poco abundantes, pero suficientes para el mantenimiento de la colmena durante el resto del año.

2.7.1. Criterios de vegetación apícola

Si se rige por el tipo de vegetación a la que las abejas recurren para recolectar de sus flores el néctar y el polen, o las resinas para la elaboración de propóleos, es necesario de la constatación repetida de estos hechos y así establecer la preferencia que tienen las abejas por una o varias especies vegetales y complementar mediante procedimientos comparativos con el olor, el sabor y el color tanto de las mieles como del polen (Benavides, *et al*; 2011).

Considerando que el eucalipto, la alfalfa, el trébol, la mora, el aguacate, los cítricos, las crucíferas son plantas melíferas y poliníferas, se tiene las pautas para determinar con facilidad las zonas forestadas y cultivadas con las plantas mencionadas. Cabe mencionar que la presencia de ciertas plantas que crecen en forma silvestre, entre las que podemos mencionar: el diente de león, el ñáchag, el llantén, la chilca, la mora silvestre, el nabo y el rábano silvestres, entre otras (Quintana, 2013).

La preferencia de las abejas a ciertas plantas se da por su anatomía. Dicho de otro modo, aquellas plantas que sean más vistosas por sus colores, tamaños o la forma de sus pétalos determinan si las abejas optan por visitarlas o buscar otras especies (Alfaro, *et al*; 2010).

CAPÍTULO 3

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El experimento fue realizado en el Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte (Ibarra, Imbabura, Ecuador).

3.1.1. Localización y ubicación del experimento

El desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte; ubicado en la Ciudadela Universitaria, de la Parroquia de El Sagrario del Cantón Ibarra. La toma de las distintas muestras se realizó al azar en los distintos apiarios pertenecientes a los productores de la provincia mencionada, previamente identificados para obtener las muestras más representativas. Se obtuvieron muestras de miel de abeja específicamente en Cotacachi, en los sectores de Apuela, Imantag y Quiroga. En Otavalo, en los sectores de Tangalí, La Rinconada, y el Barrio San Luis. En Ibarra, en los sectores de El Tejar, Lita y Caranqui. En Antonio Ante, en

los sectores de Chaltura, Natabuela y Atuntaqui. En Urcuquí, en los sectores de Cahuasquí, Chachimbiro, y Buenos Aires. Y en Pimampiro, en los sectores de El Empalme, Yuquín Alto y Mariano Acosta.

Tabla 4. Caracterización del área de estudio.

Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Parroquia:	El Sagrario
Temperatura:	17,5 °C
Altitud:	2250 m.s.n.m.
HR promedio:	73%
Latitud:	0°20' Norte
Longitud:	78°08' Oeste
Precipitación Anual Promedio:	541,6 mm

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de la ciudad de Ibarra, Granja Experimental de la Universidad Técnica del Norte (2017).

3.2. MATERIALES, EQUIPOS, INSUMOS Y HERRAMIENTAS.

Equipos	Herramientas
<ul style="list-style-type: none"> • Conductímetro. • Cromatógrafo líquido. • Equipo de baño maría. • Espectrofotómetro de reflectancia. • Estufa. • Mufla. • Refrigeradora. • Viscosímetro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica con sensibilidad al 0,1 mg. • Balanza digital con agitador magnético sensible al 0,01 g. • Desecador. • Equipo de GPS. • Potenciómetro. • Refractómetro. • Cronómetro.

Material de Laboratorio	Insumos y Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> • Balones de fondo de diferente capacidad. • Bandejas de plástico. • Bureta. • Cajas Petri. • Cápsulas de platino. • Cápsulas de porcelana. • Crisol. • Embudos de cristal. • Jarras plásticas • Matraces aforados de diferente capacidad. • Matraz Erlenmeyer. • Picnómetro de boca ancha de 50 cm³. • Pipetas. • Probetas. • Termómetro. • Tubos de ensayo. • Vasos de precipitación de distinta capacidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acetato de sodio. • Acetato de zinc. • Ácido clorhídrico. • Agua destilada. • Azul de metileno a 0,2%. • Alumbre. • Almidón soluble para análisis. • Cloruro de sodio para análisis. • Cloruro de calcio anhidro. • Cloruro de potasio. • Bisulfato de sodio. • Ferrocianuro de potasio. • Hidróxido de sodio. • Sulfato de cobre pentahidratado. • Tartrato de sodio y potasio. • Tiosulfato de sodio. • Yodo para análisis. • Yoduro de potasio.

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Muestreo

Se realizó la toma de muestras de la miel líquida al azar de las colmenas previamente identificadas y estratificadas para tener una mayor diversidad de

resultados. Se estableció muestrear de 18 unidades experimentales de 500 gramos, cada una.

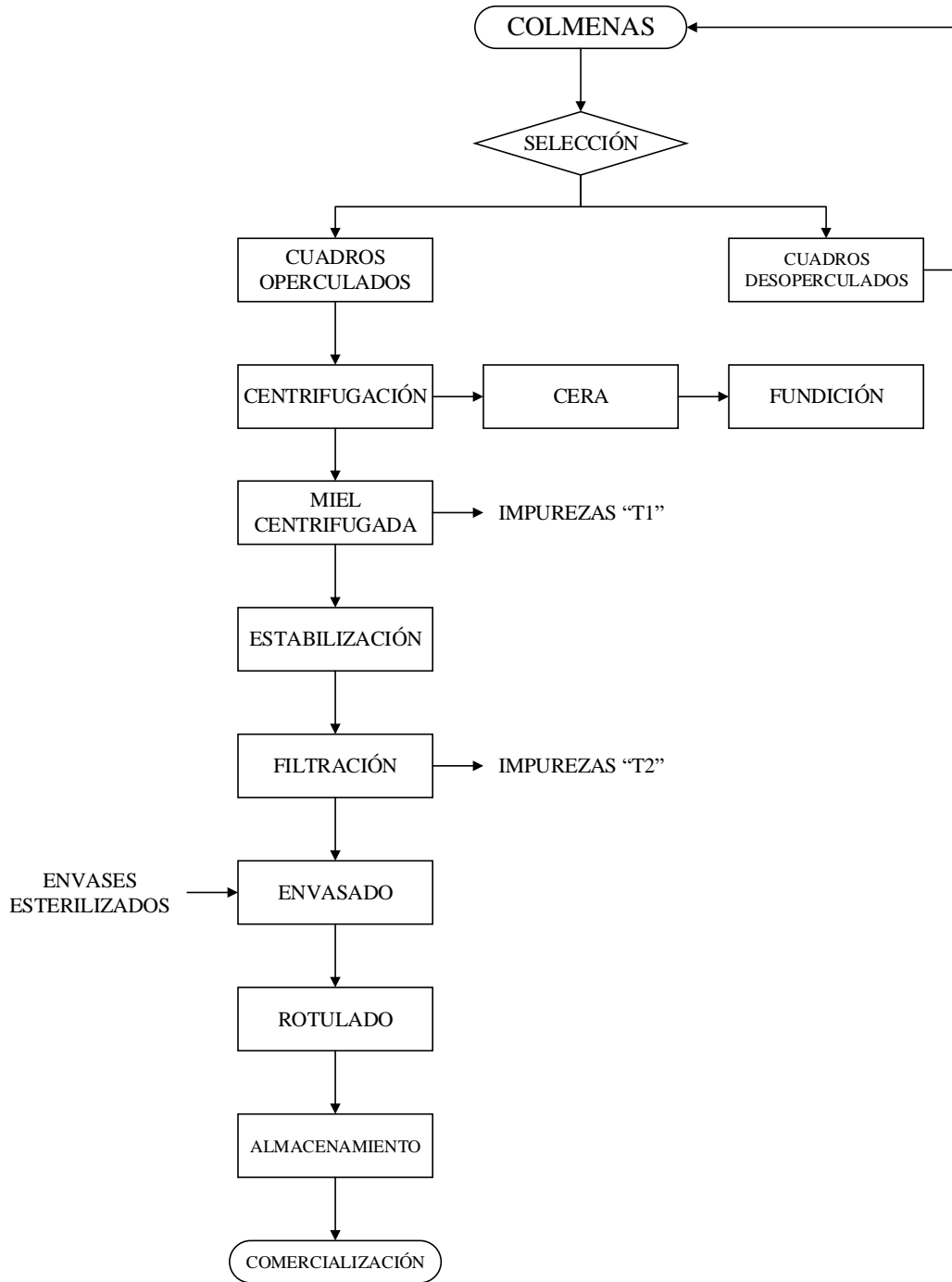
Se realizó tomando como referencia la Norma Técnica Ecuatoriana 1631 (1989). Las muestras obtenidas se almacenaron en envases de cristal color ámbar, en condiciones óptimas lo que impidió su posterior deterioro y a su vez mantuvieron las características propias del producto hasta sus posteriores análisis.

Las muestras se registraron con la información necesaria para identificarlas y clasificarlas usando una hoja de registro de datos sobre el apicultor, el apiario donde se recolectó la miel y la suficiente información que sea necesaria para la identificación botánica del entorno (Anexo 1). Se tomó como modelo una encuesta realizada por (Zandamela, 2008).

Al seleccionar las muestras se procuró que se cumplan los siguientes requisitos:

- Que fueran recogidas directamente de las explotaciones apícolas.
- Que se traten de mieles frescas, no habiendo transcurrido nunca más de 1 semana desde la fecha de recolección.

3.3.2. Diagrama de flujo del proceso de extracción de miel de abejas.



3.3.2.1. Descripción del proceso de extracción de miel de abeja

I. Selección

Durante esta etapa se realiza la verificación del estado de madurez. La miel tras ser elaborada a partir del néctar de las distintas flores visitadas por las abejas, esta tiene que pasar por un proceso de maduración dentro de las mismas celdas, el calor ambiental y la ventilación evaporan el agua y así la miel se concentra. Aquellos cuadros que no están operculados en su totalidad, se guardan de nuevo en la colmena (Caron, 2010).

El apicultor escoge el día en el cual realizará la cosecha, deberá ser un día soleado, tomando en cuenta que si la recoge en una época inadecuada, correrá el riesgo de dejar a las abejas sin alimento, lo que provocaría en el abandono o muerte de las mismas. Si la cosecha es muy temprana, se puede obtener una miel tierna, esta a su vez puede fermentarse y acidificarse, generando pérdidas para el apicultor (Vaquero, *et al*; 2010).



Figura 5. Cuadro parcialmente operculado

II. Desoperculado

Mediante la ayuda de un cuchillo especial, se quita la capa de cera que cubre las celdas llenas de miel, previamente removiendo las abejas con la ayuda de un ahumador. La miel empezará por efecto de la gravedad a escurrir fuera del panal. Se repite esta operación tantas veces como sea necesario, dependiendo del número de panales que pueda abarcar la máquina extractora (CONAPIS, 2004).

III. Centrifugación

Durante esta etapa, los panales desoperculados son ubicados en una máquina que gira a grandes velocidades, lo que hace que la miel salga hacia las paredes del tambor para luego la miel caiga dentro del tanque y esta sea recogida en otros recipientes, facilitando así la extracción manual que demoraría mucho más tiempo (Vaquero, *et al*; 2010).

Los panales después de ser centrifugados pueden volver a colocarse dentro de la colmena o también su cera puede ser fundida para elaborar nuevos panales o usada en otro tipo de fines (Jean-Prost, 2007).

IV. Estabilización

Este procedimiento es opcional, ya que algunos apicultores tras extraer la miel del panal simplemente la filtran y luego envasan para su comercialización. Durante este procedimiento la miel es calentada a una temperatura de entre 28 a 30 °C, tomando en cuenta que compuestos termolábiles se verán afectados a valores superiores a 50 °C (Chavarría, 2010).

El calentamiento de la miel se lo realiza para disminuir su viscosidad, por ende hacerla más fluida y así facilitar los procesos posteriores, además de que elimina cristales que pudieron haberse formado dentro del panal (Reyes, 2012).

V. Filtración

La miel posteriormente pasa por un tamiz que removerá partículas macroscópicas externas a la miel. El contenido de impurezas “T1” suele ser variado, yendo desde trozos de panal, hasta incluso abejas muertas o parte de ellas. En otras ocasiones se realiza un segundo filtrado donde se separan partículas más pequeñas “T2” como pueden ser polen, tierra o polvo. Todo esto se lo realiza con el fin de darle un mejor aspecto visual a la miel de abeja (Jean-Prost, 2007).

VI. Envasado, Almacenamiento y Comercialización

Finalmente la miel se coloca en envases de cristal o tarrinas plásticas que sean estériles y herméticos, variando su presentación y peso según opte el apicultor. Se

coloca una etiqueta que identifique el producto así como su origen floral y fecha de recolección. Una miel correctamente cosechada no se caduca ni presentará acidificación o malos olores, aunque puede presentar cristalización que es algo muy natural, la cual se remueve volviendo a calentar la miel (Agencia Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica, 2010).

En otras ocasiones la miel se la comercializa a granel, esta situación se da cuando el apicultor es intermediario, el destino y fin de la miel variará y puede darse el caso que sea para comercializarla directamente como producto o sea utilizada industrialmente como materia prima en otros productos (Caron, 2010).

3.3.3. Determinación de las propiedades físicas y químicas

Variables Cuantitativas Evaluadas.

Acidez

Según la Norma Técnica Ecuatoriana 1634

Y se obtiene mediante las siguientes ecuaciones, donde el valor a expresarse se da en miliequivalentes/1000 g de miel de abeja:

$$\text{Acidez Libre} = \frac{(cm^3 \text{ de NaOH } 0,05N - cm^3 \text{ de título en blanco}) \times 50}{g \text{ de muestra}}$$

$$\text{Acidez Lactónica} = \frac{(10 - cm^3 \text{ de HCl } 0,05N) \times 50}{g \text{ de muestra}}$$

$$\text{Acidez Total} = \text{Acidez Libre} + \text{Acidez Lactónica}$$

Azúcares

Mediante Cromatografía Líquida de Alta Eficacia (HPLC) con las guías:

AOAC 977.20

AOAC 980.13

AOAC 982.14

Relación Fructosa/Glucosa

Mediante la Norma Técnica Ecuatoriana 1633 con la expresión:

$$R = \frac{F}{G}$$

Donde:

R = Relación Fructosa-Glucosa

F = Concentración de Fructosa, expresada en porcentaje en masa.

G = Concentración de Glucosa, expresada en porcentaje en masa.

Cenizas

Con base en la Norma Técnica Ecuatoriana 1636

Usando la siguiente expresión:

$$C = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100$$

Siendo:

C = contenido de cenizas en la muestra de miel de abejas, porcentaje en masa.

m = masa de la cápsula vacía en gramos.

m_1 = masa de la cápsula conteniendo la muestra en gramos.

m_2 = masa de la cápsula conteniendo las cenizas en gramos.

Color

Mediante el uso de un espectrofotómetro de reflectancia.

Conductividad eléctrica

Basado en la guía de la International Honey Commission (IHC) en su Capítulo 1.2

Densidad relativa (a 27°C)

Usando como guía la Norma Técnica Ecuatoriana 1632

Hidroximetilfurfural

Como lo explica la Norma Técnica Ecuatoriana 1637.

Y se calcula con las siguientes expresiones:

$$mg \text{ HMF} / 100g \text{ de miel} = \frac{(A_{284} - A_{336}) \times 14.97 \times 5}{g \text{ de muestra}}$$

Siendo:

A_{284} = absorbancia de la muestra a 284 nm.

A_{336} = absorbancia de la muestra a 336 nm.

Factor 14,97 = (126/16,830) (1000/10) (100/5)

126 = mol peso molecular del HMF.

16,830 = molar a de HMF a 284 nm

a = absorbabilidad molar para el HMF.

Humedad y Grados Brix

Como indica el método de la Norma Técnica Ecuatoriana 1632 y mediante el uso de balanza infrarroja.

Número de diastasa

Con base en la Norma Técnica Ecuatoriana 1638

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$ND = \frac{300}{t}$$

Siendo:

ND = Número de diastasa; este número expresa la actividad de la diastasa en cm³ de solución de almidón al 1%, hidrolizada por la enzima contenida en 1 g de miel, en una hora, a 40° C.

t = tiempo de reacción correspondiente a la absorbancia de 0,235, en minutos.

pH:

Mediante la ayuda de un potenciómetro. Se disuelven 10 g de muestra en 75 ml de agua y se mide el valor indicado.

Sólidos insolubles

Basándose en la Norma Técnica Ecuatoriana 1635

Usando la ecuación:

$$S = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

Siendo:

S = Contenido de sólidos insolubles en agua, en porcentaje en masa.

m = Masa de la muestra, en gramos.

m₁ = Masa del crisol vaco, en gramos.

m₂ = Masa del crisol con el residuo, en gramos.

Viscosidad

Con la ayuda de un viscosímetro. Procurando tener la temperatura y la aguja adecuadas para una correcta determinación.

3.3.4. Esquema del análisis estadístico

3.3.4.1. Muestreo

El tamaño de la muestra es el número de sujetos que componen la muestra extraída de una población, y son necesarios para que los datos obtenidos sean representativos de la población (Pérez, 2005).

Se determinó tomando como referencia la fórmula:

$$n = \frac{Z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{Z^2(p \cdot q)}{N}} = 18 \text{ muestras}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra a calcular.

Z = Nivel de confianza deseado (95%).

p = proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio.
Es decir éxito.

q = proporción de individuos que no poseen esa característica. Es decir fracaso.

e = Margen de error dispuesto a cometer (10%)

N = Tamaño de la población (21)

3.3.4.2. Análisis de Componentes Principales.

Es una técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión (número de variables). Es decir, ante un banco de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible. Los nuevos componentes principales o factores serán una combinación lineal de las variables originales, y además serán independientes entre sí (Térradez, 2005).

El Análisis de Componentes Principales consiste en encontrar transformaciones ortogonales de las variables originales para conseguir un nuevo conjunto de variables incorrelacionadas, denominadas Componentes Principales, que se obtienen en orden decreciente de importancia. Luego el propósito fundamental de la técnica consiste en la reducción de la dimensión de los datos con el fin de simplificar el problema en estudio. (Villardón, 2002).

Un aspecto fundamental en este procedimiento es la interpretación de los factores, ya que ésta no viene dada desde un inicio, sino que tiene que ser deducida tras observar la relación de los factores con las variables iniciales, por ende se debe estudiar tanto el signo como la magnitud de las correlaciones (Sánchez J., 2011).

3.3.4.3. Análisis de conglomerados (Clúster)

Este método igualmente simplifica la estructura de los datos. En este caso la clasificación consiste en dividir al sistema multidimensional en compartimentos, en cada uno de los cuales se ubican los puntos que presentan mayor similitud entre sí, es decir, las muestras o especies que tienen características en común (Sánchez, 2011).

A diferencia del Análisis de Componentes Principales, que viene a ser un método de ordenación, el análisis de conglomerados es un método de clasificación, la aplicación de ambos en el presente estudio permitió una mejor interpretación de los resultados finales, obteniendo así una caracterización más efectiva de los distintos tipos de miel producidas en la provincia.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. ENCUESTA

4.1.1. Colmenas

Los apicultores de la provincia de Imbabura emplean colmenas modernas, tipo Langstroth, entre fijas y móviles, elaboradas en madera, distribuidas estratégicamente y ubicadas en puntos alejados con abundante vegetación para lograr un mayor rendimiento de miel por colonia de abejas.

4.1.2. Zonas apícolas

Se estableció tres zonas de producción apícola, en función de criterios climáticos y diversidad botánica en la provincia de Imbabura. Según se describen en las Tablas 5, 6 y 7.

Tabla 5. Plantas melíferas de la Zona Alta en la provincia de Imbabura.

ZONA ALTA		
Clima: Frío Andino (mayor a 3000 msnm.)		
Sectores: Cahuasquí, El Tejar, Mariano Acosta, Quiroga, Tangalí, Yuquín Alto.		
Nombre Común	Nombre Científico	
	Género	Especie
Achira	<i>Canna</i>	<i>C. Edulis</i>
Agave	<i>Agave</i>	<i>A. Fourcroydes</i>
Arrayán	<i>Myrtus</i>	<i>M. Communis</i>
Borraja	<i>Borago</i>	<i>B. Officinalis</i>
Cachaserraja	<i>Sonchus</i>	<i>S. Oleraceus</i>
Cardo	<i>Silybum</i>	<i>S. Marianum</i>
Chilca blanca	<i>Baccharis</i>	<i>B. Polyantha</i>
Chirimoya	<i>Annona</i>	<i>A. Cherimola</i>
Cholán	<i>Tecoma</i>	<i>T. Stans</i>
Chuquiragua	<i>Chuquiraga</i>	<i>C. Insignis</i>
Clavel	<i>Dianthus</i>	<i>D. Caryophyllus</i>
Espino	<i>Bardanesia</i>	<i>B. Spinosa</i>
Falsa acacia	<i>Acacia</i>	<i>A. Cochliacantha</i>
Higuerilla	<i>Ricinus</i>	<i>R. Communis</i>
Laurel	<i>Cordia</i>	<i>C. Alliodora</i>
Mortiño	<i>Vaccinium</i>	<i>V. Meridionale</i>
Mosquera	<i>Croton</i>	<i>C. Menthodorus</i>
Motilón	<i>Hyeronima</i>	<i>H. Macrocarpa</i>
Ñachag	<i>Bibens</i>	<i>B. Humilis</i>
Perejil	<i>Petroselinum</i>	<i>P. Sativum</i>
Sábila	<i>Aloe</i>	<i>A. Succotrina</i>
Sangre de drago	<i>Croton</i>	<i>C. Wagneri</i>
Sunfo	<i>Micromeria</i>	<i>M Nubigena</i>
Taraxaco	<i>Taraxacum</i>	<i>T. Officinale</i>
Trébol	<i>Trifolium</i>	<i>T. Repens</i>
Tuna	<i>Opuntia</i>	<i>O. Ficus-Indica</i>
Yuyito	<i>Senecio</i>	<i>S. Vulgaris</i>

Tabla 6. Plantas melíferas de la Zona Media en la provincia de Imbabura.

ZONA MEDIA		
Clima: Templado (2000 msnm. – 3000 msnm.)		
Sectores: Atuntaqui, Caranqui, Chachimbiro, Chaltura, El Empalme, Imantag, La Rinconada, San Luis, San Roque.		
Nombre Común	Nombre Científico	
	Género	Especie
Achicoria Amarilla	<i>Achyrophorus</i>	<i>A. Quitensis</i> Sch.
Achira	<i>Canna</i>	<i>C. Edulis</i>
Aguacate	<i>Persea</i>	<i>P. Americana</i>
Ají	<i>Capsicum</i>	<i>C. Annuum</i>
Alcachofa	<i>Cynara</i>	<i>C. Scolimus</i>
Alfalfa	<i>Medicago</i>	<i>M. Sativa</i>
Algarrobo	<i>Ceratonia</i>	<i>C. Siliqua</i>
Apio	<i>Apium</i>	<i>A. Graveolens</i>
Arrayán	<i>Myrtus</i>	<i>M. Communis</i>
Babaco	<i>Carica</i>	<i>C. Pentagona</i>
Cachaserraja	<i>Sonchus</i>	<i>S. Oleraceus</i>
Caléndula	<i>Calendula</i>	<i>C. Officinalis</i>
Cardo	<i>Silybum</i>	<i>S. Marianum</i>
Cartucho	<i>Zantedeschia</i>	<i>Z. Aethiopica</i>
Cedrón	<i>Aloysia</i>	<i>A. Citriodora</i>
Chilca blanca	<i>Baccharis</i>	<i>B. Polyantha</i>
Cilantro	<i>Coriandrum</i>	<i>C. Sativum</i>
Clavel	<i>Dianthus</i>	<i>D. Caryophyllus</i>
Cordón de sol	<i>Leonotis</i>	<i>L. Nepetifolia</i>
Cucarda	<i>Hibiscus</i>	<i>H. Roseus</i>
Dalia	<i>Dalia</i>	<i>D. Variabilis</i>
Eneldo	<i>Anethum</i>	<i>A. Graveolens</i>
Eucalipto aromático	<i>Eucalyptus</i>	<i>E. Citriodora</i>
Eucalipto común	<i>Eucalyptus</i>	<i>E. Globulus</i>
Flor del muerto	<i>Conyza</i>	<i>C. Floribunda</i>
Girasol	<i>Helianthus</i>	<i>H. Annuus</i>
Guayaba	<i>Psidium</i>	<i>P. Guajava</i>
Higuerilla	<i>Ricinus</i>	<i>R. Communis</i>
Jacaranda	<i>Jacaranda</i>	<i>J. Mimosifolia</i>
Laurel	<i>Cordia</i>	<i>C. Alliodora</i>
Limón	<i>Citrus</i>	<i>C. Limon</i>
Maíz	<i>Zea</i>	<i>Z. Mays</i>
Malva	<i>Malva</i>	<i>M. Arborea</i>
Mandarina	<i>Citrus</i>	<i>C. Reticulata</i>
Manzanilla	<i>Chamaemelum</i>	<i>C. Nobile</i>
Margarita	<i>Bellis</i>	<i>B. Perennis</i>

Matico	<i>Eupatorium</i>	<i>E. Glutinosum</i>
Miramelindo	<i>Impatiens</i>	<i>I. Balsamina</i>
Molle	<i>Schinus</i>	<i>S. Molle</i>
Mora	<i>Rubus</i>	<i>R. Glaucus</i>
Moradilla	<i>Althernanthera</i>	<i>A. Sericea</i>
Mosquera	<i>Croton</i>	<i>C. Menthodorus</i>
Ñachag	<i>Bidens</i>	<i>B. Humilis</i>
Pepino Dulce	<i>Solanum</i>	<i>S. Muricatum</i>
Perejil	<i>Petroselinum</i>	<i>P. Sativum</i>
Romero	<i>Rosmarinus</i>	<i>R. Officinalis</i>
Saúco	<i>Sambucus</i>	<i>S. Nigra</i>
Taraxaco	<i>Taraxacum</i>	<i>T. Officinale</i>
Tocte	<i>Juglans</i>	<i>J. Neotropica</i>
Tomate de Árbol	<i>Solanum</i>	<i>S. Betaceum</i>
Trébol	<i>Trifolium</i>	<i>T. Repens</i>
Uña de gato	<i>Mimosa</i>	<i>M. Quitensis</i>
Violeta	<i>Viola</i>	<i>V. Odorata</i>
Yuyito	<i>Senecio</i>	<i>S. Vulgaris</i>

Tabla 7. Plantas melíferas de la Zona Baja en la provincia de Imbabura.

ZONA BAJA		
Clima: Templado Subtropical (menos a 2000 msnm.)		
Sectores: Apuela, Buenos Aires, Lita.		
Nombre Común	Nombre Científico	
	Género	Especie
Achira	<i>Canna</i>	<i>C. Edulis</i>
Apio	<i>Apium</i>	<i>A. Graveolens</i>
Café	<i>Coffea</i>	<i>C. Arabica</i>
Cardo	<i>Silybum</i>	<i>S. Marianum</i>
Carrasquillo	<i>Berberis</i>	<i>B. Rigidifolia</i>
Clavel	<i>Dianthus</i>	<i>D. Caryophyllus</i>
Durazno	<i>Prunus</i>	<i>P. Persica</i>
Gladiolo	<i>Gladiolus</i>	<i>G. Communis</i>
Guaba	<i>Inga</i>	<i>I. Feuillei</i>
Guanábana	<i>Anona</i>	<i>A. Muricata</i>
Guayacán	<i>Tabebuia</i>	<i>T. Chrysantha</i>
Laurel	<i>Cordia</i>	<i>C. Alliodora</i>
Papaya	<i>Carica</i>	<i>C. Papaya</i>
Pitahaya	<i>Selenicereus</i>	<i>S. Megalanthus</i>
Sandía	<i>Citrullus</i>	<i>C. Lanatus</i>
Trompetillo	<i>Cecropia</i>	<i>C. Obtusifolia</i>

4.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

4.2.1. Humedad

El porcentaje de humedad es un parámetro relacionado al grado de maduración de la miel al momento de cosecha y de gran importancia para garantizar un buen almacenamiento. Es uno de los factores de calidad más importantes, que debe ser estudiado para evitar la fermentación en las mieles (Arcos, 2016).

La humedad, no está relacionada únicamente con el lugar geográfico, ya que es una función compleja de diversas variables, las que se relacionan a: prácticas de extracción, manejo del producto, naturaleza higroscópica de la miel, condiciones climáticas, estación del año, humedad inicial del néctar, grado de maduración alcanzado en los opérculos y origen geográfico (Acquarone, 2004). Según lo descrito anteriormente, los porcentajes de humedad para las mieles de Imbabura, han sido ligeramente inferiores y no sobrepasan el 20%, establecido como límite máximo según la Norma INEN 1572 (1988) y el Codex Alimentarius (1981).

Es importante resaltar que cuando la cantidad de agua aumenta en la miel provoca la fermentación por levaduras osmófilas (Tosi, *et al*; 2004). Se puede señalar, que las mieles estudiadas tienen pocas posibilidades de fermentar y que los manejos de cosecha y almacenaje han sido los apropiados para asegurar un nivel de humedad adecuado.

Tabla 8. Humedad de la miel en los cantones de Imbabura

Cantón	Media (%)	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	17.44	1.22	6.97
Cotacachi	16.43	1.73	10.54
Otavalo	16.27	1.50	9.23
Antonio Ante	17.30	0.91	5.24
Urcuquí	16.47	1.51	9.15
Pimampiro	17.88	3.47	19.27
TOTAL	16.97	1.99	11.76

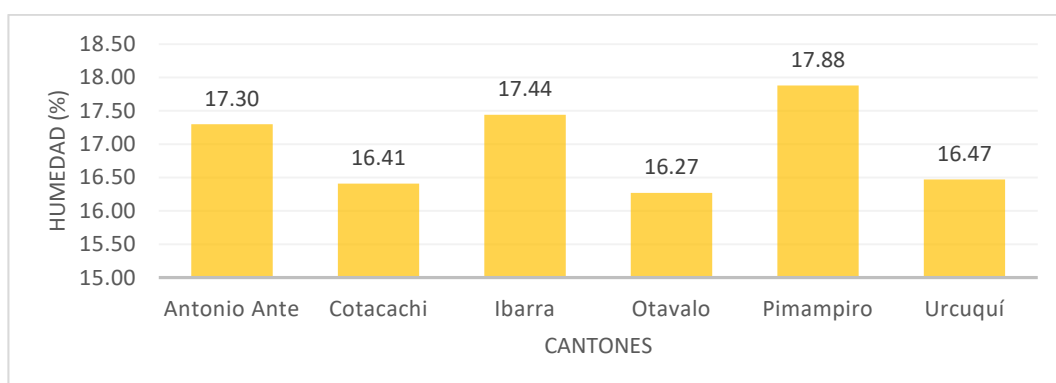


Figura 6. Humedad de las mieles en los cantones de Imbabura

4.2.2. Grados Brix

El contenido de grados brix en las mieles representa el porcentaje de sólidos solubles, está formado en su mayoría por azúcares y en menor proporción por minerales (Singh, 2009).

El análisis de grados brix en mieles mediante un refractómetro nos permite determinar el contenido de sólidos solubles en la miel de abeja y por tanto, verificar si cumple o no con los estándares de calidad establecidos e identificar posibles adulteraciones.

Al igual que el parámetro de humedad, la importancia de conocer el contenido de grados brix ayuda a interpretar de mejor manera el porcentaje de azúcares que posee una miel de abeja, si el valor se encontrara fuera de sus límites normales, se estaría frente a un caso donde la miel no ha madurado lo suficiente dentro del panal, o esta ha sido alterada mediante la adición de agua (Luna, 2012).

Tabla 9. Grados brix de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	80.50	0.50	0.62
Cotacachi	81.13	0.45	0.55
Otavalo	79.70	2.51	3.15
Antonio Ante	80.73	0.17	0.21
Urcuquí	80.63	0.45	0.56
Pimampiro	80.30	2.24	2.80
TOTAL	80.50	1.48	1.84

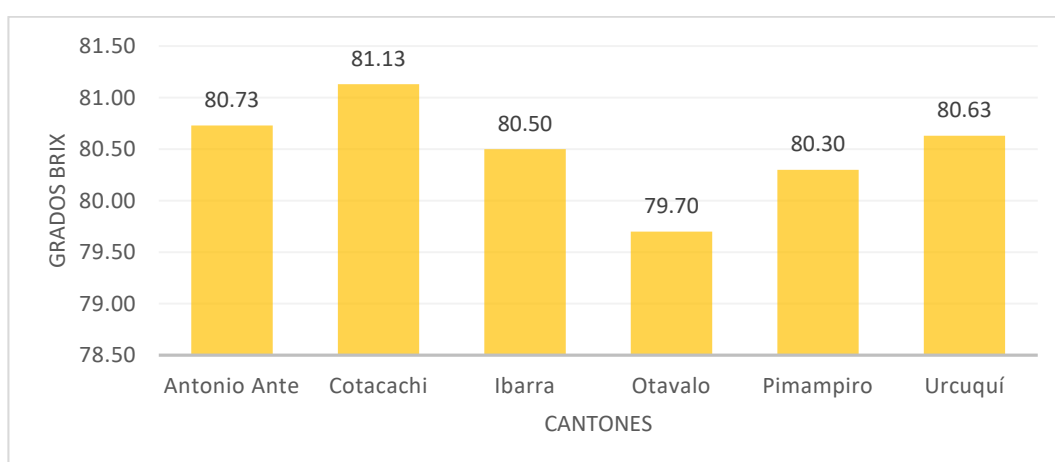


Figura 7. Grados brix de las mieles en los cantones de Imbabura

4.2.3. Densidad Relativa

La densidad relativa describe el volumen que ocupa una determinada masa de miel con relación al agua a 20°C (Singh, 2009).

La densidad de la miel está en relación directa a su contenido de humedad y éste también está relacionado con los grados brix y viceversa (Acquarone, 2004).

Según la Figura 8, las mieles de los seis cantones presentan densidades relativas comprendidas entre 1,41 y 1,42 g/ml. Valores mayores de densidad están directamente relacionados al origen floral, presentándose valores más altos para mieles de bosque y más bajos para mieles florales. Suescún & Vit (2008)

Tabla 10. Densidad relativa de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	1.41	0.003	0.23
Cotacachi	1.42	0.001	0.06
Otavalo	1.42	0.001	0.08
Antonio Ante	1.42	0.001	0.09
Urcuquí	1.42	0.001	0.05
Pimampiro	1.42	0.008	0.56
TOTAL	1.42	0.004	0.28

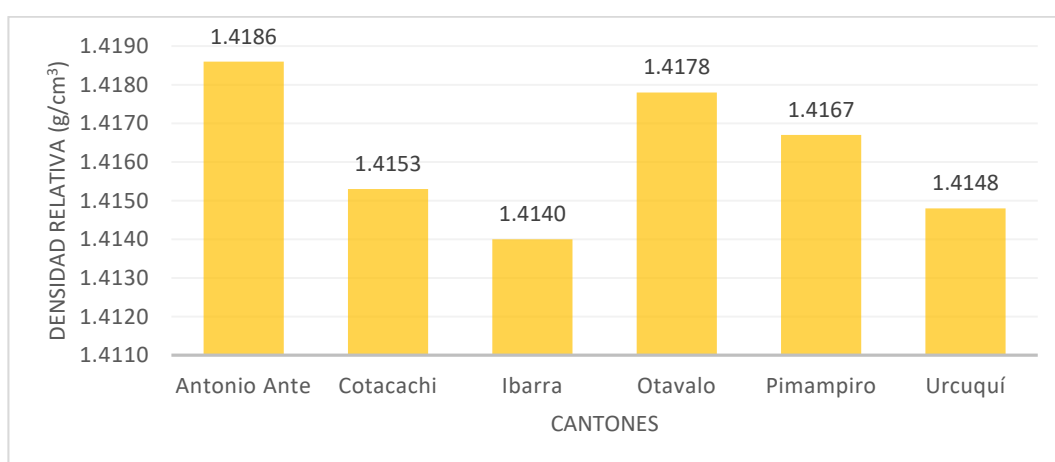


Figura 8. Densidad relativa de las mieles en los cantones de Imbabura

La normativa ecuatoriana INEN (1988) establece un mínimo de 1,39. El valor de densidad está directamente relacionado al contenido de humedad y se puede estimar fácilmente si se conoce el peso y el volumen del envase, aunque este valor es una simple aproximación y siempre se debe tomar en cuenta la temperatura a la cual se determina. Cabe mencionar que algunas mieles pueden ser calentadas antes de llegar al comercio minorista, que se efectúa a 71 °C, luego se envasa y se cierra herméticamente en caliente. Si la miel no es tratada de esta forma, se fermentará y se acidificará con mayor rapidez que una miel cruda (Código Alimentario Argentino, 2010).

4.2.4. Viscosidad

La viscosidad dinámica determina la resistencia al movimiento de un fluido y es muy común observar valores muy altos de viscosidad debido a la misma naturaleza de la miel. La viscosidad en la miel no está contemplada directamente como un factor de calidad en ninguna norma. Sin embargo, es muy conocida la importancia que dicha propiedad física tiene sobre el consumidor, siendo ésta un parámetro de calidad importante. Las propiedades reológicas de la miel así como otras propiedades físicas, dependen de distintos aspectos dentro de los cuales están directamente relacionados la composición y la temperatura. (Gómez-Díaz, *et al*; 2004)

Al realizar el análisis estadístico, se determinó que las medias de Otavalo, Urcuquí y Antonio Ante son altamente significativas frente al resto de medias ($p < .0001$). Esto se da a causa del alto rango de valores de viscosidades, ya que se estudiaron mieles de muy baja viscosidad provenientes de las zonas medias de Otavalo y Antonio Ante, y también mieles con viscosidades altas provenientes de Buenos Aires

Tabla 11. Viscosidad de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	12888.33	4707.13	36.52
Cotacachi	12018.33	2704.72	22.50
Otavalo	41772.33	17675.19	42.31
Antonio Ante	100833	41578.03	41.23
Urcuquí	51735.67	13423.84	25.95
Pimampiro	24124.67	20729.83	85.93
TOTAL	40562.06	37171.25	91.64

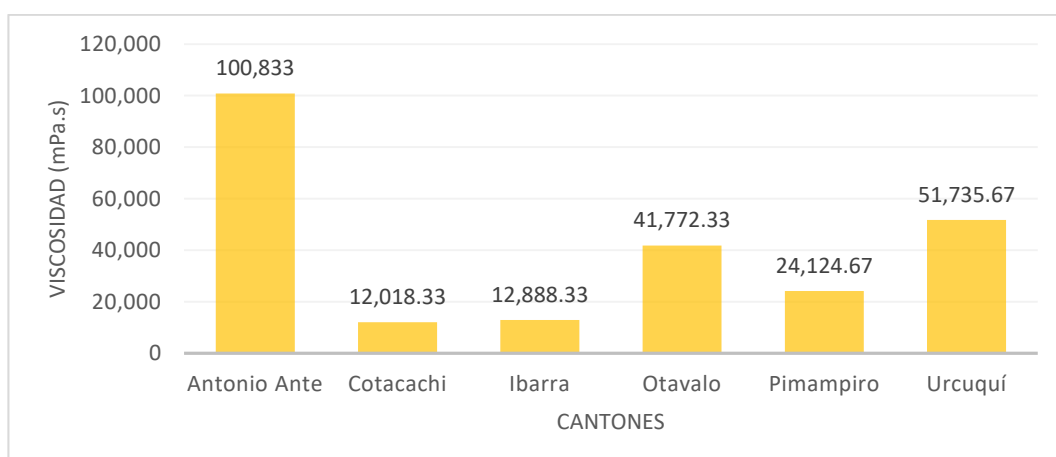


Figura 9. Viscosidad expresada en mPa.s de la miel en los cantones de Imbabura

4.2.5. Azúcares Totales

La determinación de los azúcares totales, corresponde aproximadamente a la suma de los tres principales azúcares de la miel (fructosa, glucosa y sacarosa) y algunos disacáridos en menor proporción. Por otra parte, el porcentaje de azúcares totales, puede ser un parámetro que indique madurez de la miel, en relación a su contenido de humedad. Valores relativamente bajos, puede ser indicador que los panales han sido cosechados sin un porcentaje adecuado de celdillas operculadas, lo cual se ve reflejado también en los valores mayores de humedad (Bogdanov, *et al*; 2004).

Tabla 12. Porcentaje de azúcares de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	66.77	1.27	1.90
Cotacachi	68.20	4.12	6.03
Otavalo	66.70	2.34	3.50
Antonio Ante	68.50	2.97	4.34
Urcuquí	64.80	0.14	0.22
Pimampiro	63.77	0.33	0.52
TOTAL	66.46	2.90	4.36

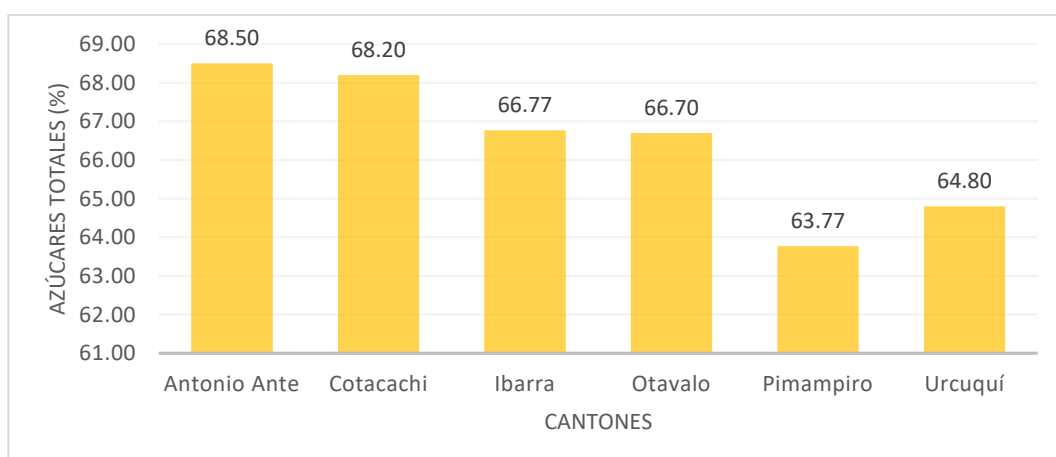


Figura 10. Azúcares totales de la miel en los cantones de Imbabura

4.2.6. Fructosa

Dentro del contenido de azúcares totales, el contenido de fructosa es el más representativo dentro de una miel de abeja, ya que este provendrá del mismo néctar que la abeja tomó para la elaboración de la miel. Las mieles de Antonio Ante, Cotacachi y Otavalo presentaron los valores más altos frente a los demás cantones. No obstante, ninguna de las muestras presentó valores superiores a 44,3% señalados como límite máximo para mieles de flores por Belitz & Grosch (1997).

Tabla 13. Porcentaje de fructosa de las mieles en los cantones de Imbabura.

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	35.23	1.09	3.09
Cotacachi	36.20	1.06	2.93
Otavalo	35.70	1.36	3.81
Antonio Ante	36.57	1.18	3.24
Urcuquí	34.33	0.53	1.55
Pimampiro	34.13	0.60	1.76
TOTAL	35.36	1.36	3.84

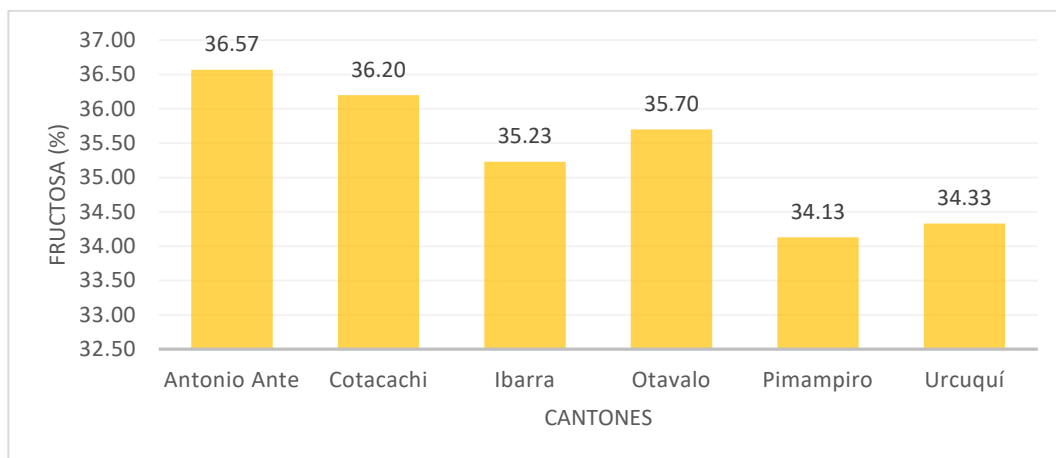


Figura 11. Porcentaje de fructosa de las mieles en los cantones de Imbabura

Al observar la Figura 11, se puede notar principalmente la gran diferencia entre los valores del cantón Antonio Ante frente al cantón Pimampiro. Motivo por el cual, se deduce que la flora distingue entre un cantón y otro, y a su vez, las zonas climáticas, ya que ambos cantones se encuentran a distintas altitudes.

4.2.7. Glucosa

El contenido de glucosa de las mieles presentado en la Tabla 14, revela un comportamiento semejante en los seis cantones, donde la miel de Antonio Ante presentó un porcentaje de glucosa superior de 30,13% con relación a los demás cantones. Mientras, la miel producida en Pimampiro presentó un menor porcentaje de glucosa de 26,57%.

En la Figura 12, las mieles de Antonio Ante, Cotacachi e Ibarra presentaron los porcentajes más altos frente a los demás cantones, mientras que la miel de Pimampiro presentó el menor porcentaje de glucosa. El contenido de glucosa en una miel de abeja varía dependiendo del néctar tomado de la floración visitada por las abejas. Los contenidos de glucosa de las mieles fueron inferiores a los señalados por (Balanza, 2003); (Acquarone, 2004) y por (Mâdas, *et al*; 2011).

Tabla 14. Porcentaje de glucosa de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	29.10	0.73	2.49
Cotacachi	29.77	2.41	8.11
Otavalo	28.67	1.35	4.70
Antonio Ante	30.13	2.16	7.18
Urcuquí	28.63	0.82	2.87
Pimampiro	26.57	1.24	4.66
TOTAL	28.81	1.95	6.78

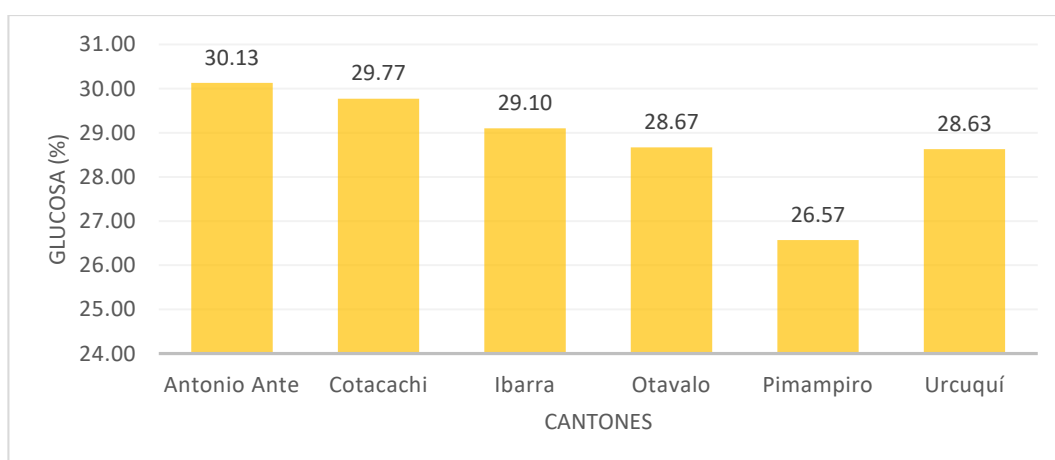


Figura 12. Porcentaje de glucosa de las mieles en los cantones de Imbabura

4.2.8. Sacarosa

El contenido de sacarosa de las mieles presentados en la Tabla 15, muestran similitud en los seis cantones de la provincia de Imbabura, donde la miel de Pimampiro presentó una sacarosa superior de 3,07% con relación a los demás cantones. Mientras, la miel producida en Antonio Ante presentó un menor contenido de sacarosa del 1,80%.

Conforme la Figura 13 indica al cantón Pimampiro con el valor más elevado, dado que las mieles estudiadas de este cantón presentaban un mayor estado de maduración, ya que transcurrieron varios días desde su muestreo hasta su estudio. Todas muestras analizadas presentaron concentraciones de sacarosa inferiores al

5% exigido por la Norma Técnica Ecuatoriana 1572 (INEN, 1988) y el Codex Alimentarius para mieles de flores. Cabe recalcar que los contenidos de sacarosa superiores al 8% son característicos de mieles adulteradas por alimentación artificial de las abejas con azúcar, además de ser indicativos de una maduración inadecuada o presencia de mielatos (Juan Borrás, 2016).

Tabla 15. Porcentaje de sacarosa de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	2.43	0.41	16.89
Cotacachi	2.23	0.68	30.66
Otavalo	2.33	0.25	10.69
Antonio Ante	1.80	0.22	12.00
Urcuquí	1.83	0.29	15.64
Pimampiro	3.07	0.95	30.86
TOTAL	2.28	0.68	29.93

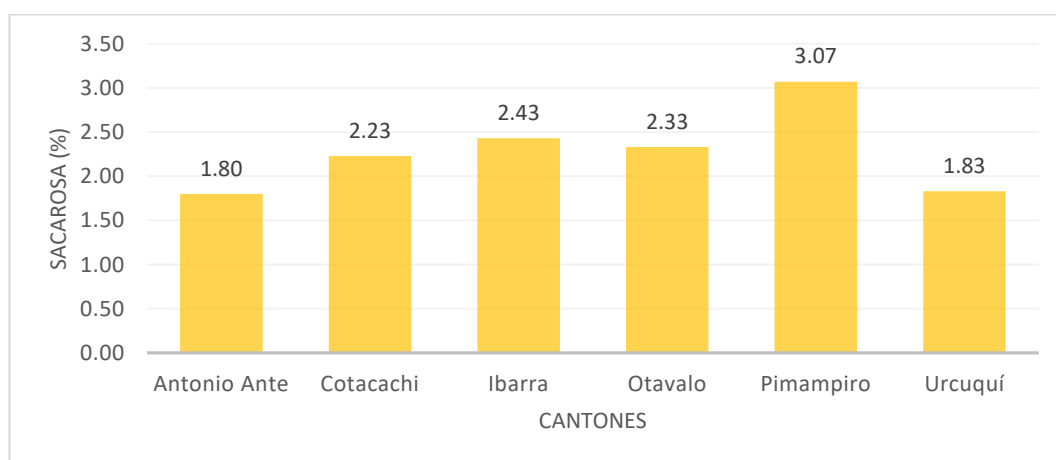


Figura 13. Porcentaje de sacarosa de las mieles en los cantones de Imbabura

En definitiva, el contenido de los tres principales azúcares presentes en la miel se encuentran dentro de los rangos normales establecidos en las normativas nacionales e internacionales, sin embargo, las variabilidades pueden estar asociadas al néctar de las plantas de las diferentes regiones y épocas que puede variar de 5% hasta 80% (ICMSF, 2001).

4.2.9. Sólidos Insolubles

Los sólidos insolubles representan la cantidad de ceras, polen e impurezas presentes en la miel. Este valor es un indicativo de qué tan sofisticado y limpio es un proceso de extracción de miel de abeja. Mientras el contenido de sólidos insolubles sea lo más bajo posible, se garantiza que la miel ha sido extraída sin la presencia de agentes contaminantes exteriores (Bogdanov , 2004).

Tres de muestras de los seis cantones presentaron valores de sólidos insolubles superiores a 0,2% considerado por la Norma INEN 1572 como límite máximo para la miel de Clase I. Sin embargo, ninguna de las mieles superó el 0,5% establecido como el límite máximo para miel de Clase II o para la miel prensada como lo define el Codex Alimentarius (1981). Se debe destacar que el contenido de sólidos insolubles es indicativo de un bueno proceso de extracción (Caron, 2010).

Tabla 16. Contenido de sólidos insolubles de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	0.20	0.10	50.14
Cotacachi	0.09	0.05	56.29
Otavalo	0.06	0.04	60.53
Antonio Ante	0.06	0.04	73.61
Urcuquí	0.10	0.07	72.35
Pimampiro	0.15	0.12	78.77
TOTAL	0.11	0.10	84.48

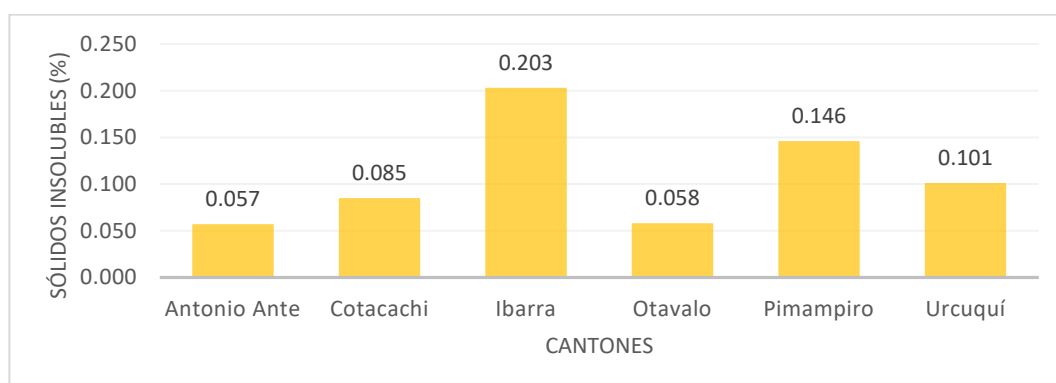


Figura 14. Sólidos insolubles de las mieles en los cantones de Imbabura

4.2.10. Sólidos Totales

El contenido de sólidos totales de las mieles, engloba el contenido de azúcares totales, minerales, ceras, polen e impurezas presentes en la miel. Este valor viene a ser la contraparte del contenido de humedad, y de igual manera, si sus valores tienden a ser inferiores a los normales, estaríamos frente a un caso de miel que no se encuentra en un estado óptimo de maduración (Díaz, 2003).

Tabla 17. Porcentaje de sólidos totales de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	82.56	1.22	1.47
Cotacachi	83.57	1.73	2.07
Otavalo	83.73	1.50	1.79
Antonio Ante	82.70	0.91	1.10
Urququí	83.53	1.51	1.81
Pimampiro	82.12	3.45	4.20
TOTAL	83.03	2.00	2.40

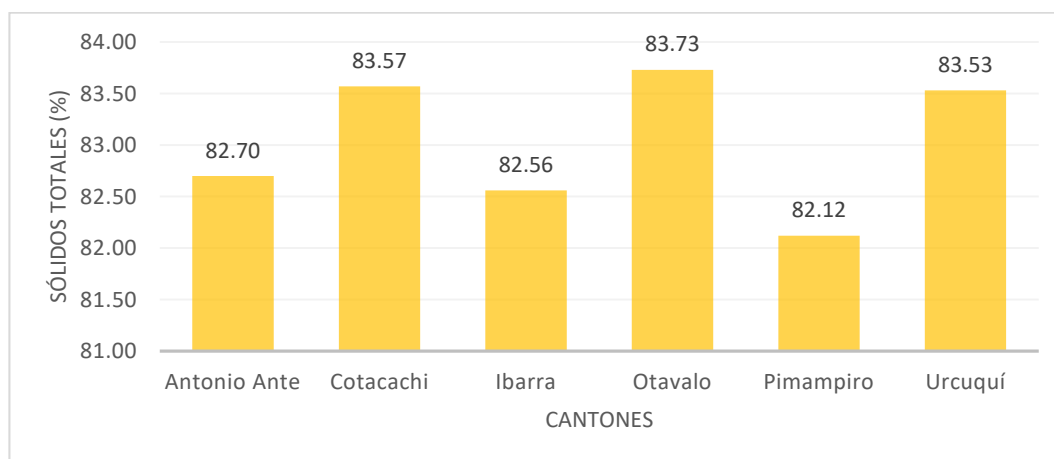


Figura 15. Sólidos totales de las mieles en los cantones de Imbabura

4.2.11. Índice fructosa/glucosa

El Índice fructosa/glucosa determina el cociente entre los azúcares fructosa y glucosa. En el presente estudio se encontró una relación de entre 1.13 a 1.37, lo que

indica que se podría estar en un caso de dos grupos de mieles, unas con tendencias a cristalizar y otras no, aunque únicamente dos de las muestras estudiadas tuvieron tendencia a cristalizarse. Soria et al. (2004) encontraron una relación de F/G de 1,13 a 1,36 muy similar a los valores que se obtuvieron en este estudio. Este parámetro ha sido utilizado para predecir la tendencia de la cristalización de la miel, la cual se manifiesta cuando la relación F/G es superior a 1,30. Se estima que mieles con una relación fructosa/glucosa superior a 2 no cristalizarán (Salamanca & Serra Belenguer, 2002).

La fructosa como la relación fructosa/glucosa podrían servir para la caracterización del origen botánico de la miel e indican que una valor bajo de relación F/G, además de provenir de una posible adulteración, podría manifestar la acción de levaduras osmófilas, en la miel con un contenido de agua superior al 20% (Balanza, 2003).

Tabla 18. Relación fructosa/glucosa de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	1.21	0.04	3.57
Cotacachi	1.22	0.06	5.08
Otavalo	1.25	0.03	2.69
Antonio Ante	1.22	0.07	5.46
Urcuquí	1.20	0.05	4.39
Pimampiro	1.29	0.08	6.08
TOTAL	1.23	0.06	5.27

4.2.12. Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica define la capacidad de la miel de conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad está relacionada directamente con los contenidos de minerales en las mieles y es un parámetro útil para caracterizar mieles monoflorales (Bogdanov, *et al*; 2004).

Tres de las 18 muestras presentaron valores de conductividad eléctrica superiores a 0,8 mS/cm que están permitidos por el Codex Alimentarius (1981), como valor límite máximo para mieles de flores, y se consideran que valores superiores a este

indican que se trata de mieles de mielada. Se encontró que los valores más altos provienen de las zonas apícolas pobladas de vegetación boscosa y árboles de tallo leñoso. La conductividad eléctrica de la miel es un factor que presenta variabilidad según el origen botánico, dándose valores más altos para mieles de bosques que en las florales (Féas, *et al*; 2010). A la vez, cabe señalar que valores bajos de conductividad y cenizas son típicos de las mieles claras (Pérez, *et al*; 1994).

Tabla 19. Conductividad eléctrica en mS/cm de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	0.75	0.29	38.84
Cotacachi	0.60	0.10	16.55
Otavalo	0.54	0.14	26.56
Antonio Ante	0.50	0.14	27.86
Urcuquí	0.48	0.11	23.67
Pimampiro	0.72	0.51	70.17
TOTAL	0.60	0.28	46.63

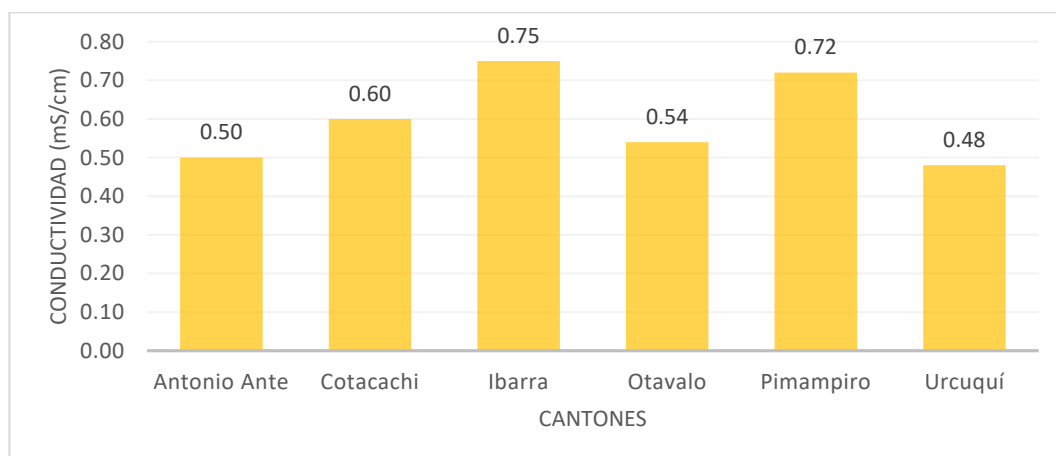


Figura 16. Conductividad eléctrica de las mieles en los cantones de Imbabura

4.2.13. Cenizas

El contenido de cenizas representa la cantidad de minerales disueltos o suspendidos en la miel. Este parámetro, al igual que la conductividad eléctrica, dan una orientación de los orígenes de la miel, ya sea floral o de mielada, por ser indicador

de los contenidos de elementos minerales (Mâdas, *et al*; 2011). De igual manera, hay que señalar que los contenidos de cenizas, puede ser una compleja función, entre el origen floral y el origen geográfico. Señalando que el tipo de suelo y las condiciones climáticas podrían tener una influencia en los contenidos de minerales en la miel, de igual origen floral y distinto origen geográfico (Acquarone, 2004).

De esta manera, se menciona que cinco de las 18 muestras presentaron valores de cenizas superiores a 0,5%; valor que se considera límite máximo para las mieles de flores en general acorde a la Norma Técnica Ecuatoriana 1572 (1988).

Tabla 20. Cenizas de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	0.58	0.42	71.20
Cotacachi	0.59	0.33	55.68
Otavallo	0.26	0.09	34.19
Antonio Ante	0.98	0.38	38.19
Urcuquí	0.08	0.06	66.27
Pimampiro	0.51	0.50	97.47
TOTAL	0.50	0.44	87.68

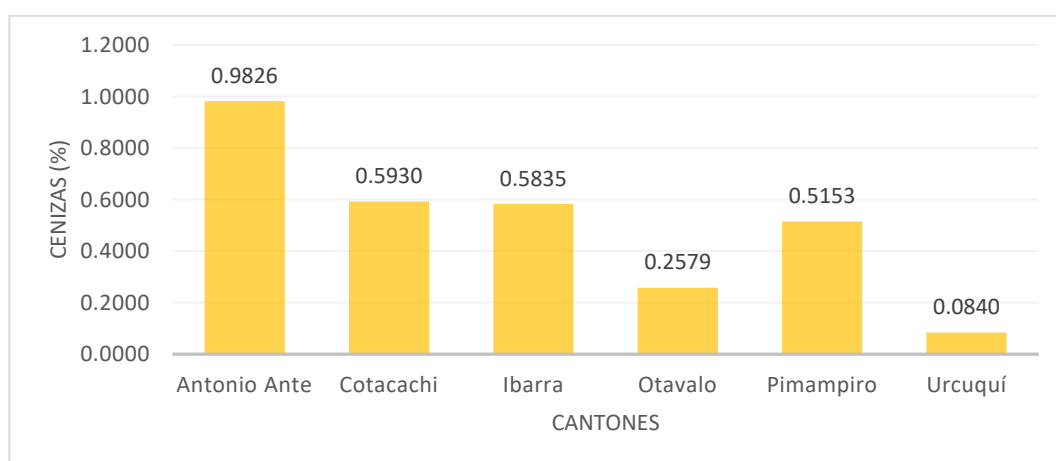


Figura 17. Cenizas de las mieles en los cantones de Imbabura

4.2.14. Acidez libre

El contenido de acidez libre o titulable define la cantidad de ácidos que se han producido por efecto enzimático en los azúcares. El nivel de acidez contribuye a la estabilidad de la miel frente a los ataques microbianos (Huidrobo & Simal, 1984). Con lo citado anteriormente, se comprobó que las mieles de Antonio Ante, Cotacachi, Pimampiro y Urcuquí presentaron valores superiores a 40 meq/kg, descrito en la Norma INEN 1572 (1988) como límite máximo para miel de abeja, sin embargo ninguna de estas mieles presentó alteraciones en todo el período de análisis, y tampoco se detectaron signos de fermentación. Al mismo tiempo, las mieles no fueron sometidas a tratamientos tecnológicos que pudieran afectarlas. Por ende, esta acidez alta se consideraría una característica propia de las mieles de cada sector muestreado. Se ha presentado casos donde hay mieles recién extraídas que presentan una acidez libre de forma natural mayor que el límite legal estipulado, sin que por ello planteen problemas de fermentación, conservación ni alteración (ICMSF, 2001).

Tabla 21. Acidez libre de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	37.67	14.14	37.55
Cotacachi	35.33	7.72	21.84
Otavalo	44.17	6.74	15.25
Antonio Ante	45.33	0.85	1.87
Urcuquí	45.67	8.81	19.28
Pimampiro	48.67	17.00	34.92
TOTAL	42.81	11.58	27.06

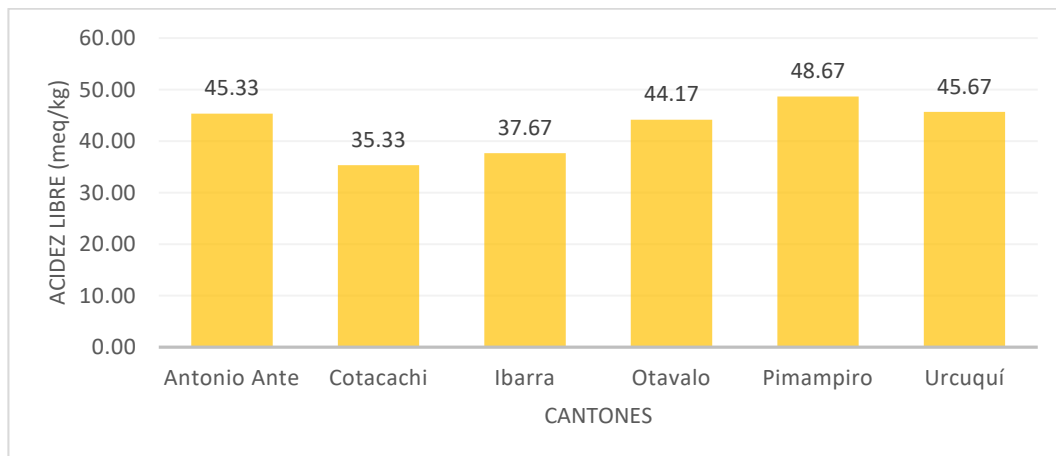


Figura 18. Acidez libre de las mieles en los cantones de Imbabura

4.2.15. Acidez láctónica

El contenido de acidez láctónica se considera como una reserva potencial de acidez, ya que la reserva en lactonas origina ácidos cuando la miel se alcaliniza. Las lactonas están constituidas básicamente por las glucolactonas, que están en equilibrio con el ácido glucónico, formado por acción de la enzima glucosa-oxidasa (Koolman & Röehm, 2012).

Según la Figura 19, la miel producida en Pimampiro presentó el mayor contenido de lactonas en comparación con los demás cantones. Aunque este valor no representa ningún riesgo a la calidad de la miel, siempre se determina esta propiedad para identificar si la acidez de la miel se da por fermentación de los azúcares o si se da por el origen botánico del néctar. La diferencia principal entre estos dos tipos de acidez se debe al hecho de que algunos ácidos de la miel son hidroxilados, es decir, son ácidos y alcoholes a la vez. En este tipo de moléculas, y en los casos en que es posible la formación de un anillo de cinco o seis miembros, se produce una esterificación intramolecular en medio ácido, generándose espontáneamente un éster cíclico que se conoce como lactona (Sanz & Sanz, 1994).

Tabla 22. Acidez lactónica de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	5.5	2.86	51.96
Cotacachi	3.5	2.45	69.99
Otavalo	4.17	1.89	45.25
Antonio Ante	3.17	1.55	48.81
Urcuquí	3.5	0.71	20.20
Pimampiro	9.17	6.94	75.86
TOTAL	4.83	3.98	82.25

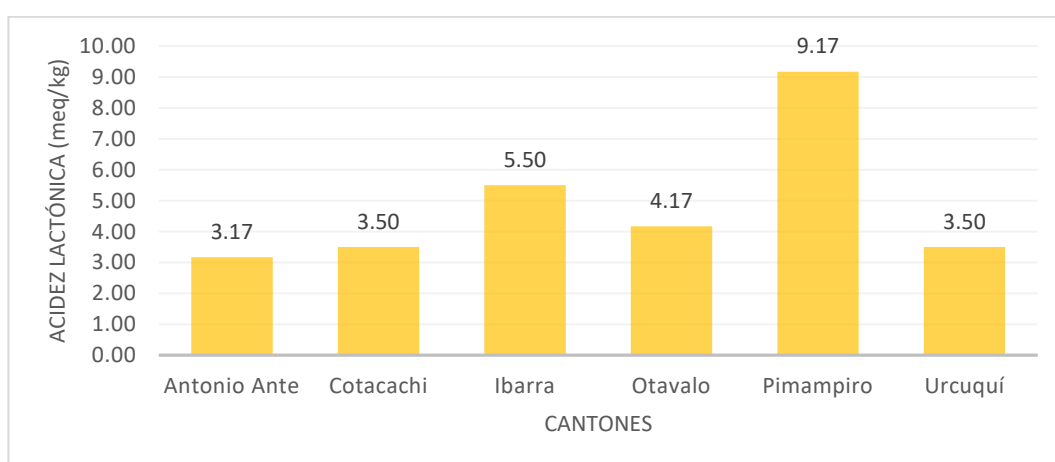


Figura 19. Acidez lactónica de las mieles en los cantones de Imbabura

4.2.16. pH

El pH muestra la concentración de iones de hidrógeno presentes en la miel. En el estudio, las mieles de Antonio Ante, Cotacachi, Ibarra y Otavalo, presentaron valores superiores a 4, aunque ninguna superó el pH 4,5, indicado por Frías & Hardisson (1991) como un posible origen de mielada si el pH de las disoluciones acuosas de miel supera este valor. Hay que tomar en cuenta que la mayoría de las mieles, son ácidas ($\text{pH} < 7$), y el pH para mieles florales varía entre 3,3 y 4,6, mientras que para mieles de mielada, debido a su contenido mineral elevado, poseen valores de pH más altos, que varían entre 4,5 y 6,5. Solo las mieles más ricas en sales minerales, como es el caso de las llamadas mieles de mielada, son capaces de

amortiguar su acidez, pudiendo alcanzar valores de hasta pH 5,5 (Sanz & Sanz, 1994).

Tabla 23. Valores de pH de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	4.24	0.26	6.10
Cotacachi	4.31	0.24	5.67
Otavalo	4.23	0.10	2.33
Antonio Ante	4.04	0.09	2.30
Urcuquí	3.95	0.19	4.92
Pimampiro	3.95	0.60	15.19
TOTAL	4.12	0.33	8.12

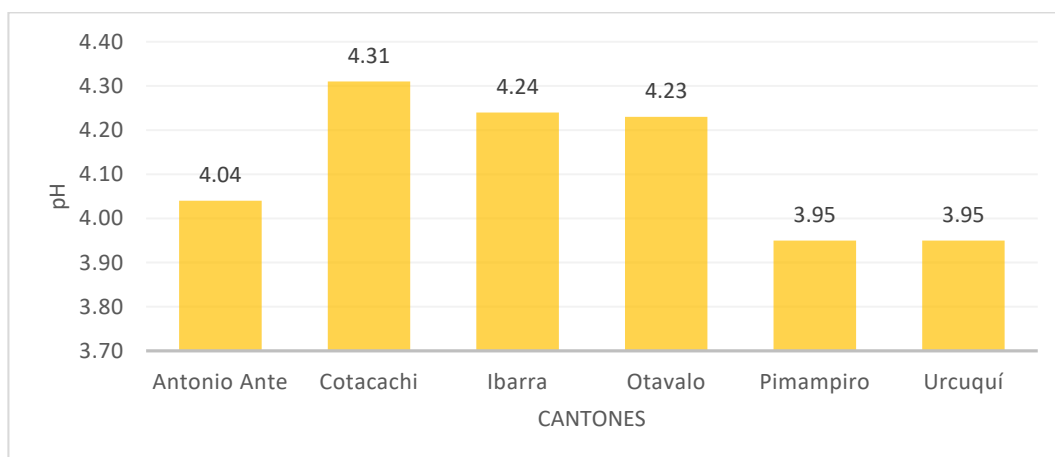


Figura 20. Valores de pH de las mieles en los cantones de Imbabura

4.2.17. Hidroximetilfurfural

El contenido de hidroximetilfurfural muestra la cantidad presente de este aldehído-furano que se forma durante la descomposición térmica de los azúcares de las mieles (Koolman & Röehm, 2012). Al igual que la actividad de diastasa, el parámetro más utilizado para monitorizar frescura y adulteración térmica es el hidroximetilfurfural, ya que es el criterio más importante y confiable para detectar el sobrecalentamiento, debido a que este compuesto no está presente en la miel fresca (Montenegro, *et al*; 2005).

El contenido de hidroximetilfurfural en la miel se puede asociar a su estado de conservación, a posibles adulteraciones o malos manejos durante su almacenamiento o envasado, de este modo, se destaca que el contenido de hidroximetilfurfural muestra un incremento importante al someter mieles a temperaturas de 50 y 60 °C, afectando la calidad (Bogdanov, *et al*; 2004).

La miel de Antonio Ante presentó el mayor contenido de hidroximetilfurfural frente a los demás cantones. Aunque, ninguna de las mieles de los seis cantones de la provincia de Imbabura presentó valores superiores al límite máximo de 40mg/kg de hidroximetilfurfural para mieles en general, establecido por la Norma INEN 1572 (1988) y el Codex Alimentarius (1981).

Tabla 24. Contenido de hidroximetilfurfural de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	2.60	1.47	56.49
Cotacachi	2.45	1.56	63.90
Otavalo	1.78	1.41	79.41
Antonio Ante	5.55	5.21	93.79
Urcuquí	2.99	2.03	67.81
Pimampiro	2.45	0.72	29.21
TOTAL	2.97	2.80	94.95

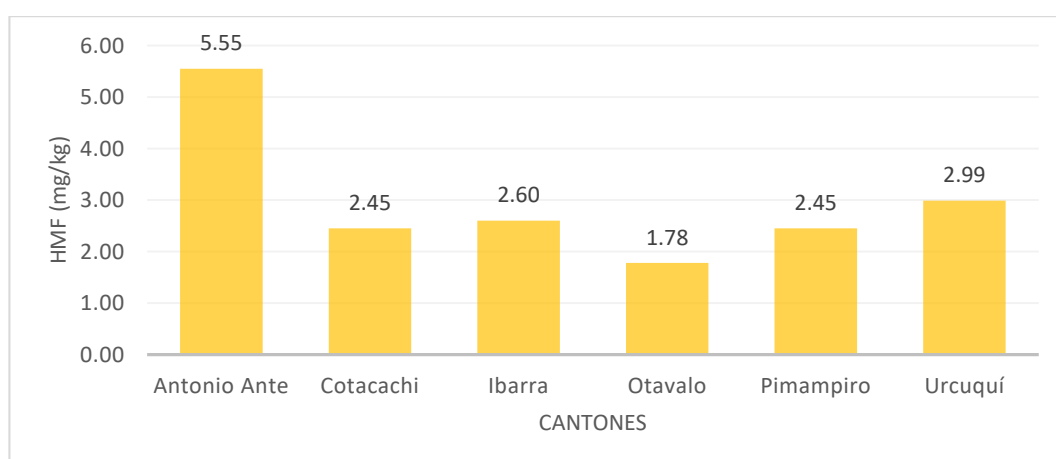


Figura 21. Hidroximetilfurfural de las mieles en los cantones de Imbabura

4.2.18. Actividad Diastásica

Las diastasas son enzimas aportadas por las abejas con el fin de hidrolizar azúcares complejos en simples. La actividad diastásica representa el volumen una solución de almidón al 1% hidrolizada en una hora por la enzima contenida en 1 g de miel.

La actividad diastásica, es un indicador de calidad, influenciado por el almacenaje y la temperatura, por lo tanto, refleja la frescura y el sobrecalentamiento. Sin embargo, existe una amplia variación natural de este parámetro y se debe tener en consideración al momento de interpretarlo, ya que existen mieles que tienen una actividad diastásica baja en forma natural (Bogdanov, *et al*; 2004). Cabe señalar que es posible diferenciar grupos de mieles con bajo contenido enzimático, de las de alto contenido, pudiendo distinguir grupos monoflorales por esta característica (Tosi, *et al*; 2004).

El cantón Ibarra presentó el mayor valor de actividad diastásica frente los demás cantones. Sin embargo, ninguna de las mieles presentó valores de actividad diastásica inferiores al límite de 8, por ende cumplen lo estipulado en la norma INEN 1572 (1988) y en el Codex Alimentarius (1981).

Cabe destacar que los parámetros de hidroximetilfurfural y actividad diastásica son indicadores del grado de frescura, así como de una mala práctica durante la obtención por calentamiento excesivo, ya que evolucionan con el tiempo, aumentando el Hidroximetilfurfural, y disminuyendo la actividad diastásica (CONAPIS, 2004).

Tabla 25. Actividad diastásica en °Gothe de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	24.27	8.73	35.99
Cotacachi	18.00	3.15	17.52
Otavalo	19.57	4.63	23.67
Antonio Ante	17.10	4.41	25.82
Urcuquí	18.70	1.35	7.21
Pimampiro	21.53	13.93	64.68
TOTAL	19.86	7.72	38.88

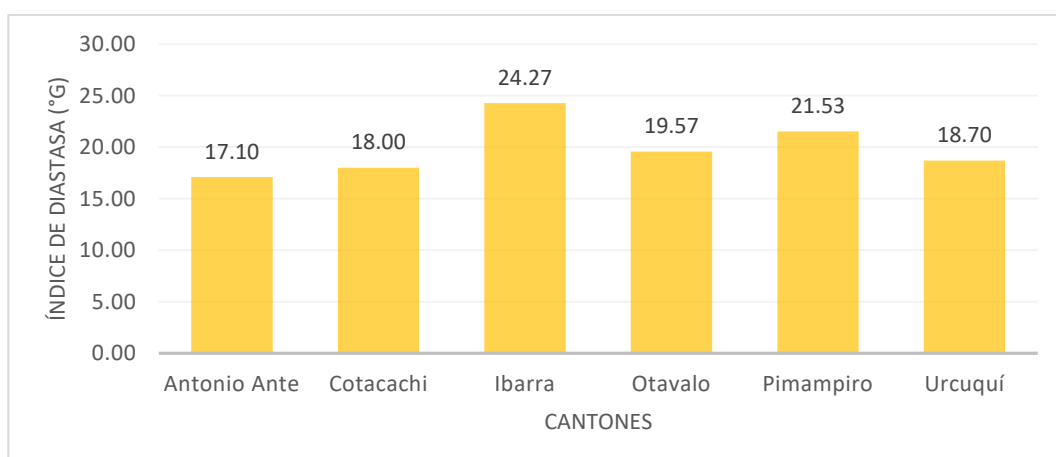


Figura 22. Actividad diastásica de las mieles en los cantones de Imbabura

4.2.19. Luminosidad L*

La luminosidad según el espacio uniforme de color CIELab denota qué tan blanca o negra es la miel. En este caso, el valor de luminosidad viene a ser el más importante dentro del aspecto de color en una miel de abeja, ya que esta propiedad está relacionada al valor comercial y a la determinación de su uso (Montenegro, *et al*; 2005). Tomando en cuenta que el parámetro L* varía de 0 a 100 (0 es negro y 100 blanco). Un valor positivo indica que el color de la muestra es más claro que el modelo y un valor negativo indica que el color de la muestra es más oscuro (CIELab, 1976).

Tabla 26. Luminosidad de las mieles en los cantones de Imbabura.

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	44.26	26.37	59.57
Cotacachi	64.83	6.49	10.01
Otavalo	73.93	11.34	15.34
Antonio Ante	72.98	2.71	3.72
Urcuquí	69.78	10.25	14.69
Pimampiro	51.87	25.36	48.89
TOTAL	62.94	19.85	31.54

(Iluminante Estándar C, 10°)

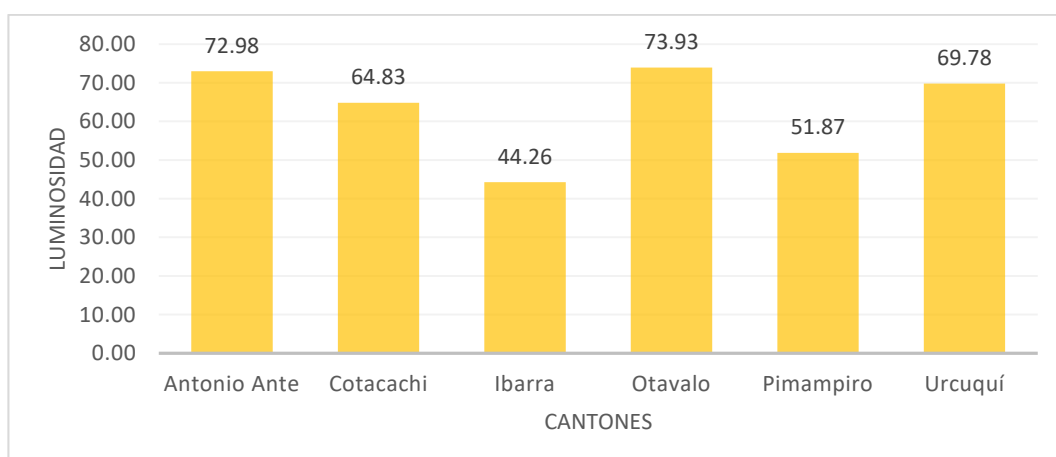


Figura 23. Luminosidad de las mieles en los cantones de Imbabura

4.2.20. Color rojo-verde a^*

Dentro del espacio uniforme de color CIELab, este parámetro puede presentar valores negativos cuando el color tiende a ser verde y no rojo dentro de la escala de a^* . Dicho de otro modo, si el valor de a^* es >0 el color es rojo y si es <0 el color es verde. En el caso particular del estudio, el cantón Antonio Ante presentó un valor negativo de a^* , lo que significa un color verde. Los tres cantones con mayor coeficiente de variación presentaron valores negativos lo que indica que el color de estas muestras es verde, siendo el resto de color rojo, de acuerdo con los valores del espacio uniforme de color (CIELab, 1976).

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	27.73	9.23	33.27
Cotacachi	25.11	9.51	37.85
Otavalo	6.36	5.93	93.22
Antonio Ante	9.79	13.75	140.46
Urcuquí	7.14	5.99	84.00
Pimampiro	18.43	13.18	71.52
TOTAL	15.76	13.20	83.77

(Iluminante Estándar C, 10°)

4.2.21. Color amarillo-azul b*

Todas las muestras estudiadas presentaron color amarillo de acuerdo con los valores del espacio de color L* a* b* (CIE 1976). Es decir, si el valor de b* es >0 el color es amarillo y si el valor fuera <0 el color es azul.

Para el caso de los parámetros L*, a* y b* los valores obtenidos en este estudio, presentados en las (Tablas 23, 24 y 25), son similares a los encontrados por (Balanza, 2003) en Argentina y (Soria, *et al*; 2004) en mieles de España. Si se comparara todos los valores que componen el factor color frente a los valores de conductividad, se podrá evidenciar la relación que poseen entre sí, dándose el caso que mieles más oscuras tendrán mayor contenido de minerales y por ende, su conductividad eléctrica.

Tabla 27. Valores determinados de b* de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	44.74	27.18	60.76
Cotacachi	66.62	6.99	10.50
Otavalo	75.72	9.16	12.10
Antonio Ante	71.20	2.04	2.87
Urcuquí	67.36	9.64	14.31
Pimampiro	54.79	25.01	45.65
TOTAL	63.40	19.39	30.58

(Iluminante Estándar C, 10°)

4.2.22. Cromo C*

El croma indica qué tan brillante o apagado es el color de las mieles. Sin embargo, se puede dar el caso de encontrar valores inferiores de croma en mieles muy claras. En el caso de mieles de distinta intensidad de color, hay que señalar que el croma por sí solo, no es un indicador adecuado para el color de una miel en específico, debiéndose analizar siempre conjuntamente con el ángulo de tono (Balanza, 2003).

Tabla 28. Valores determinados de C* de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	53.98	26.08	48.32
Cotacachi	72.09	3.38	4.69
Otavalo	76.26	8.75	11.47
Antonio Ante	73.15	2.86	3.91
Urcuquí	68.08	9.11	13.38
Pimampiro	58.75	26.26	44.69
TOTAL	67.05	17.97	26.80

(Iluminante Estándar C, 10°)

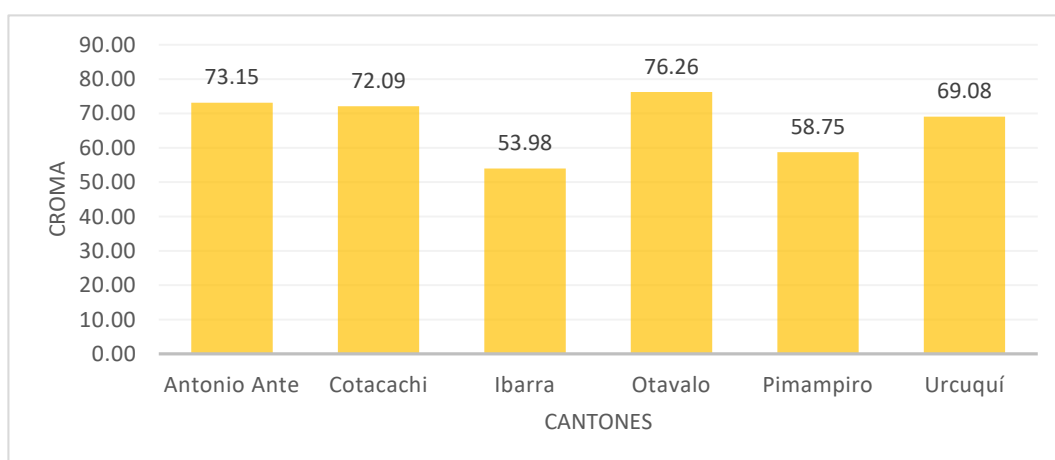


Figura 24. Valores de C* de las mieles en los cantones de Imbabura

4.2.23. Tono H*

El tono H* describe el matiz o de qué modo se percibe el color en la miel. (CIELab, 1976). En este estudio, las mieles de Cotacachi, Ibarra y Pimampiro presentaron los valores más altos de H*, donde cabe destacar que Urcuquí, Antonio Ante y Otavalo presentaron valores negativos de H*. El ángulo del tono es uno de los parámetros de mayor importancia para caracterizar el color. Esto se debe a la variación de colores que presentan las muestras de todos los cantones, en las que aparecen mieles desde muy claras a muy oscuras (ámbar oscuro).

Los valores de H* del estudio, son similares a los encontrados por Balanza (2003) en mieles de Argentina que tampoco encontró diferencias significativas en el ángulo de tono, pero detectó una gran dispersión en los valores, debido a la gran variación

de color presentada por las muestras estudiadas, encontrando zonas con mieles claras (ángulo de tono elevado) y otras más oscuras (con ángulo de tono bajo).

Se dio el caso que las mieles de Urcuquí, Antonio Ante y Otavalo presentaron a dispersiones muy altas en sus datos, representadas por coeficientes de variación de 342,25%, 341,2% y 325,17% respectivamente, con relación a las mieles de los demás cantones. En efecto, tal como en el parámetro de Color a^* , la presencia de valores negativos de H^* , provocaron valores muy altos en sus coeficientes de variación.

Tabla 29. Valores de H^* de las mieles en los cantones de Imbabura

Cantón	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Ibarra	0.85	0.34	39.93
Cotacachi	1.20	0.16	13.30
Otavalo	0.43	1.40	325.17
Antonio Ante	0.39	1.33	341.25
Urcuquí	0.41	1.39	342.35
Pimampiro	1.21	0.18	15.05
TOTAL	0.75	1.05	140.12

(Iluminante Estándar C, 10°)

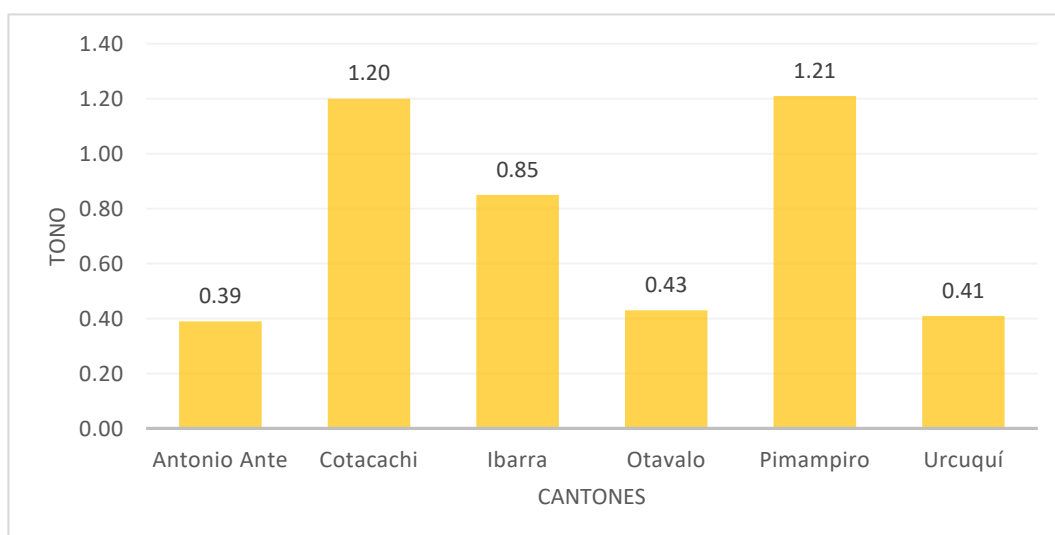


Figura 25. Tono H^* de las mieles en los cantones de Imbabura

4.3. CORRELACIONES ENTRE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

El coeficiente de correlación de Pearson es una medida de la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas. También se puede definir, como un índice que mide el grado de relación de dos variables siempre y cuando ambas sean cuantitativas (Uriel & Aldás, 2005).

El índice de correlación varía en el intervalo $[-1,1]$, denotando el signo el sentido de la relación:

- Si $r = 1$, existe una correlación positiva perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables denominada relación directa: cuando una de ellas aumenta, la otra también lo hace en proporción constante.
- Si $0 < r < 1$, existe una correlación positiva.
- Si $r = 0$, no existe relación lineal. Pero esto no necesariamente implica que las variables son independientes: pueden existir todavía relaciones no lineales entre las dos variables.
- Si $-1 < r < 0$, existe una correlación negativa.
- Si $r = -1$, existe una correlación negativa perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables llamada relación inversa: cuando una de ellas aumenta, la otra disminuye en proporción constante.

4.3.1. Correlación entre las propiedades fisicoquímicas.

Las propiedades fisicoquímicas analizadas presentaron correlaciones altamente significativas entre sí y el p-valor mostrado en las tablas prueba la significación estadística de las correlaciones estimadas. Los p-valores ($p < 0,05$) indican correlaciones estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95%.

Se debe tomar en cuenta que sólo se presentaron los valores estadísticamente significativos en las tablas y las gráficas.

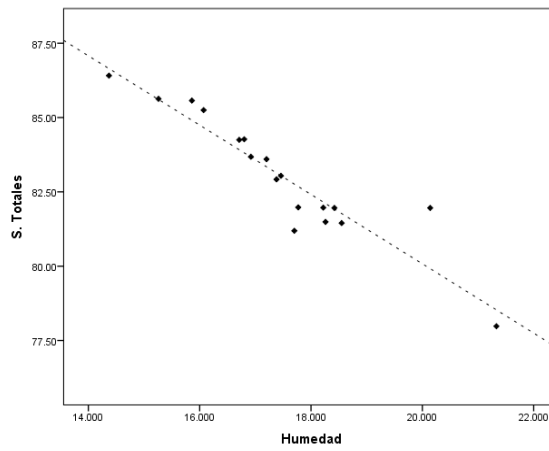


Figura 26. Diagrama de dispersión para la correlación humedad vs sólidos totales

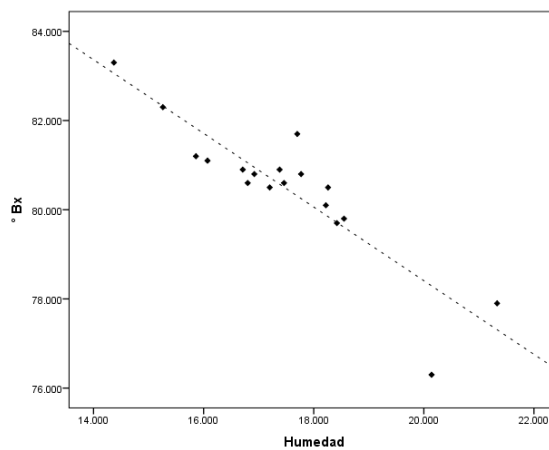


Figura 27. Diagrama de dispersión para la correlación humedad vs grados brix

El valor de humedad presentó una relación altamente significativa frente a grados brix y el contenido de sólidos totales, dando un valor negativo dado que es inversamente proporcional, ya que el contenido de humedad disminuirá si el porcentaje de sólidos totales aumenta y por ende el de grados brix.

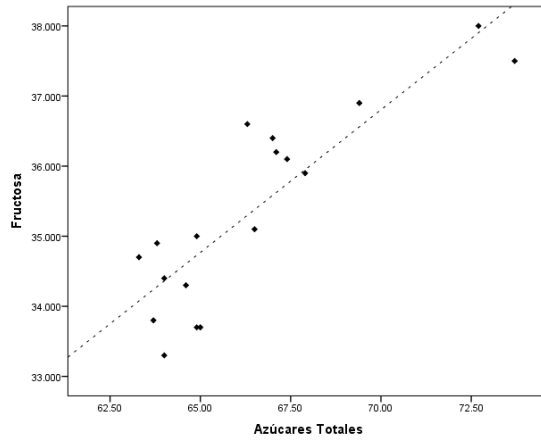


Figura 28. Diagrama de dispersión para la correlación azúcares totales vs fructosa

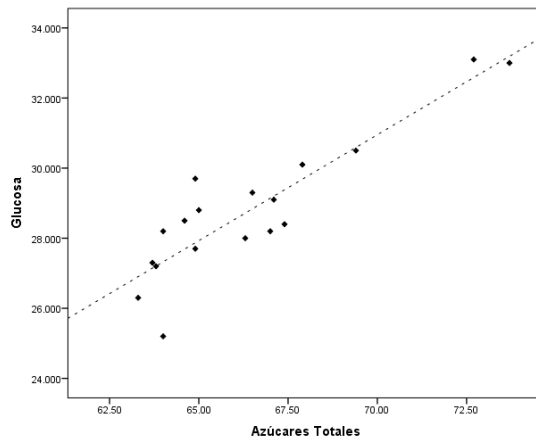


Figura 29. Diagrama de dispersión para la correlación azúcares totales vs glucosa

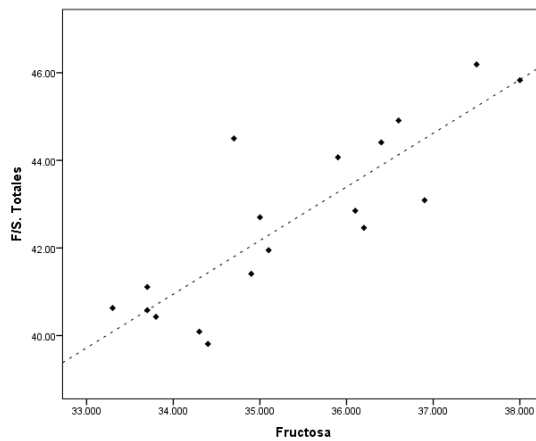


Figura 30. Diagrama de dispersión para la correlación fructosa vs relación fructosa/sólidos totales

Se buscaron correlaciones entre los resultados obtenidos de las variables, observándose entre ellas algunos niveles de relación estadística altamente significativos ($p < 0.0001$) entre valores de azúcares totales junto con glucosa y fructosa. Esto se debe a que el porcentaje de estos dos azúcares conforman un promedio de 77,33% del valor de sólidos totales de todas las muestras analizadas.

La relación entre azúcares y acidez también es determinante, ya que la fermentación microbiana de los azúcares, debida sobre todo a altos niveles de humedad, produce alcoholes que se transforman finalmente en ácidos (Crane, 1975).

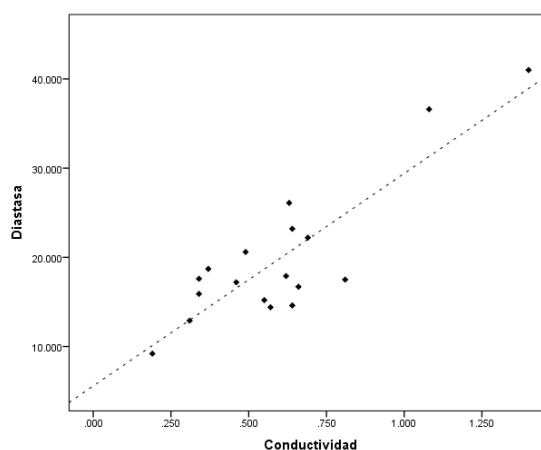


Figura 31. Diagrama de dispersión para la correlación conductividad eléctrica vs actividad diastásica

Las mieles más oscuras tienden a poseer valores más altos de conductividad, y del mismo modo las mieles más oscuras tienden a tener una mayor actividad de diastasa y a su vez un relativamente mayor contenido de minerales (Pérez, *et al*; 1994).

La conductividad eléctrica está correlacionada con el contenido en minerales y ácidos orgánicos de la miel (Crane, 1975). Ello también explica la relación estadística encontrada entre la acidez libre y el contenido de cenizas.

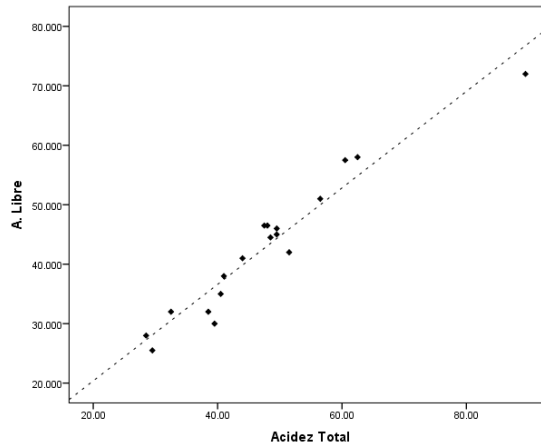


Figura 32. Diagrama de dispersión para la correlación acidez total vs acidez libre

Los valores de acidez total, libre y láctica dependen del origen botánico de la miel, presentando valores superiores las mieles de mielada y sus mezclas (White, 1978).

Para los valores de pH no se encontró correlaciones altamente significativas debido a que intervienen varios de los componentes de la miel que dan como resultado final la concentración de iones en toda la miel de abeja.

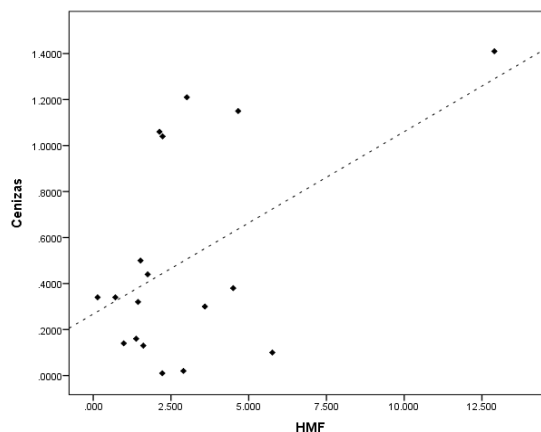


Figura 33. Diagrama de dispersión para la correlación hidroximetilfurfural vs cenizas

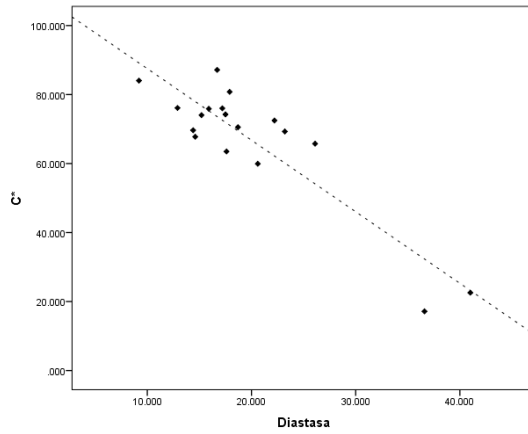


Figura 34. Diagrama de dispersión para la correlación actividad diastásica vs croma

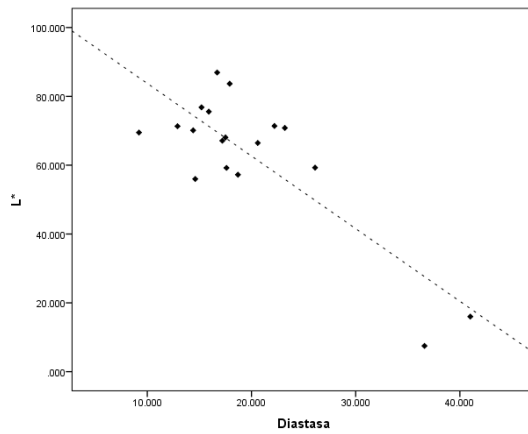


Figura 35. Diagrama de dispersión para la correlación actividad diastásica vs L*

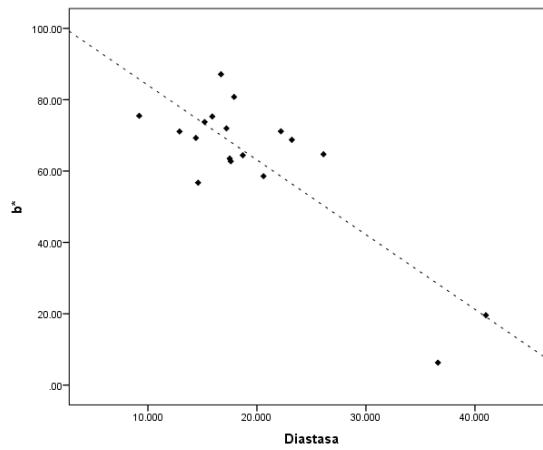


Figura 36. Diagrama de dispersión para la correlación actividad diastásica vs color b*

El valor menos representativo dentro de las correlaciones efectuadas fue el de hidroximetilfurfural, debido a que se trataban de mieles frescas y libres de adulteraciones, esto conlleva a que los valores obtenidos hayan sido muy bajos a la hora de haber analizado en el laboratorio. Por ende la presencia de este compuesto resulta irrelevante al momento de buscar una similitud estadística con algún otro valor. No obstante, la figura 33 indica como algunos de sus valores presentaron correlación con los valores de cenizas.

Se encontró una correlación significativa entre la actividad diastásica y otros factores como el color (Figuras 34, 35 y 36), debido a que al envejecer o sufrir tratamientos con color, disminuye la actividad enzimática y aumentan el contenido en hidroximetilfurfural y el color de las mieles.

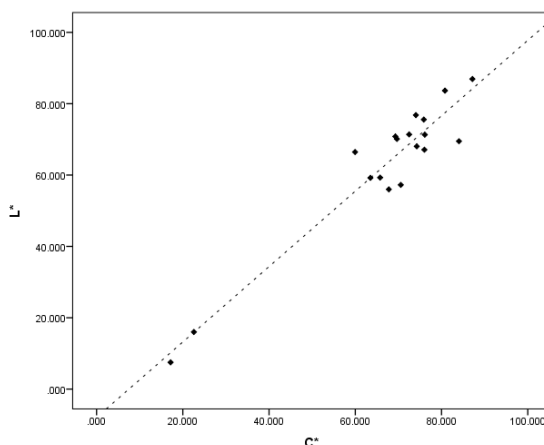


Figura 37. Diagrama de dispersión para la correlación croma vs luminosidad.

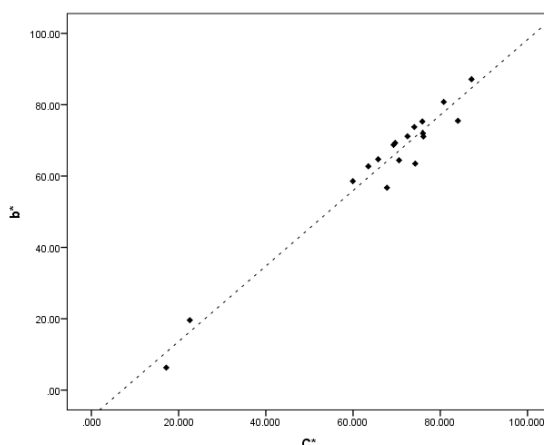


Figura 38. Diagrama de dispersión para la correlación croma vs Color b^*

Los parámetros del color se encontraron altamente correlacionados con los parámetros de azúcares, acidez, contenido de minerales y frescura, en los que se concluye que el envejecimiento y el calentamiento de la miel hacen variar el color. El oscurecimiento de la miel se debe a la combinación aminoácidos, aldehídos y otras sustancias como sales minerales (Huidobro & Simal, 1984).

4.4. CARACTERIZACIÓN DE LAS MIELES ESTUDIADAS

Las correlaciones de Pearson permitieron interpretar de mejor manera cómo interactúan entre sí, todas y cada una de las propiedades de las mieles de Imbabura. No obstante, los valores íntegros obtenidos de los análisis y sus correlaciones no dan una idea clara del valor, aporte y calidad de la miel de abeja en la provincia de Imbabura.

Por consiguiente, la aplicación de un análisis estadístico multivariado permitiría interpretar de mejor manera todas aquellas variables fisicoquímicas estudiadas dentro los objetivos planteados.

En resumen, la aplicación de análisis estadístico multivariado permitió determinar las principales características que posee la miel de abeja producida en Imbabura,

así también se evaluaron distintos parámetros que influyen en la calidad del producto frente al consumidor y cómo éste las evalúa al momento de adquirirla.

4.4.1. Análisis de Componentes Principales

El análisis de componentes principales consiste en encontrar transformaciones ortogonales de las variables originales para conseguir un nuevo conjunto de variables denominadas componentes principales, que se obtienen en orden decreciente de importancia. (Villardón, 2002)

Técnicamente, el análisis de componentes principales busca la proyección según la cual los datos queden mejor representados en términos de mínimos cuadrados. Este procedimiento convierte un conjunto de observaciones de variables posiblemente correlacionadas en un conjunto de valores de variables sin correlación lineal llamadas componentes principales.

Por consiguiente, los valores agrupados dentro de estas componentes permiten una mejor interpretación, en este caso específico, de la calidad de la miel de abeja, las propiedades y características que tiene y cómo afectan a su calidad frente al consumidor y su utilización en la industria de alimentos.

4.4.1.1. Selección de las Variables

En este caso se consideraron para la selección, 15 variables fisicoquímicas estudiadas: humedad, conductividad eléctrica, cenizas, hidroximetilfurfural, índice de diastasa, pH, acidez total, viscosidad, densidad relativa, sólidos totales, sólidos insolubles, azúcares totales, luminosidad, cromas y delta E.

En la Tabla 37 se muestra las componentes principales y la variabilidad explicada para cada componente.

Tabla 30. Componentes principales separadas y la variabilidad explicada para cada componente.

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	Varianza (%)	Varianza acumulada (%)
1	6.077	40.512	40.512
2	2.117	14.112	54.624
3	1.734	11.560	66.183
4	1.274	8.493	74.676
5	1.204	8.027	82.703
6	1.062	7.077	89.780
7	0.512	3.415	93.196
8	0.342	2.281	95.476
9	0.262	1.749	97.225
10	0.209	1.394	98.619
11	0.104	0.693	99.312
12	0.068	0.451	99.763
13	0.019	0.126	99.889
14	0.011	0.071	99.959
15	0.006	0.041	100.000

El análisis factorial por componentes principales separó seis componentes principales responsables del 89.78% de la variabilidad de los datos (Tabla 37), y teniendo cada uno de ellos, varios factores de valor significativo. Para simplificar la explicación de los valores, se graficó una dispersión bidimensional de las dos primeras componentes y otra dispersión tridimensional de las tres primeras componentes (Figuras 39 y 40).

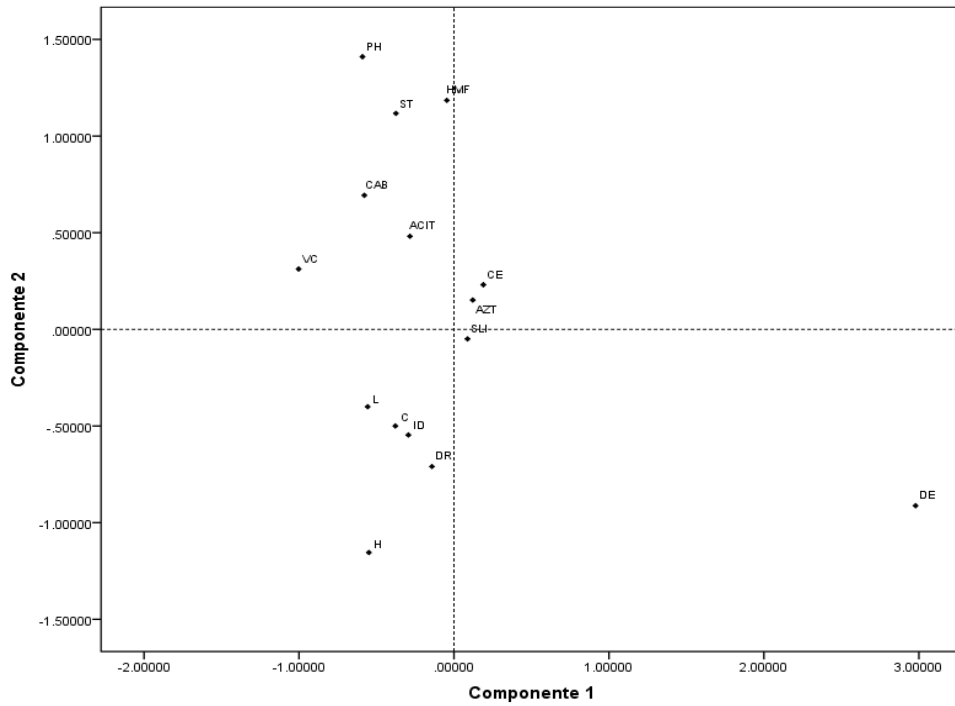


Figura 39. Diagrama de dispersión bidimensional entre las dos primeras componentes principales

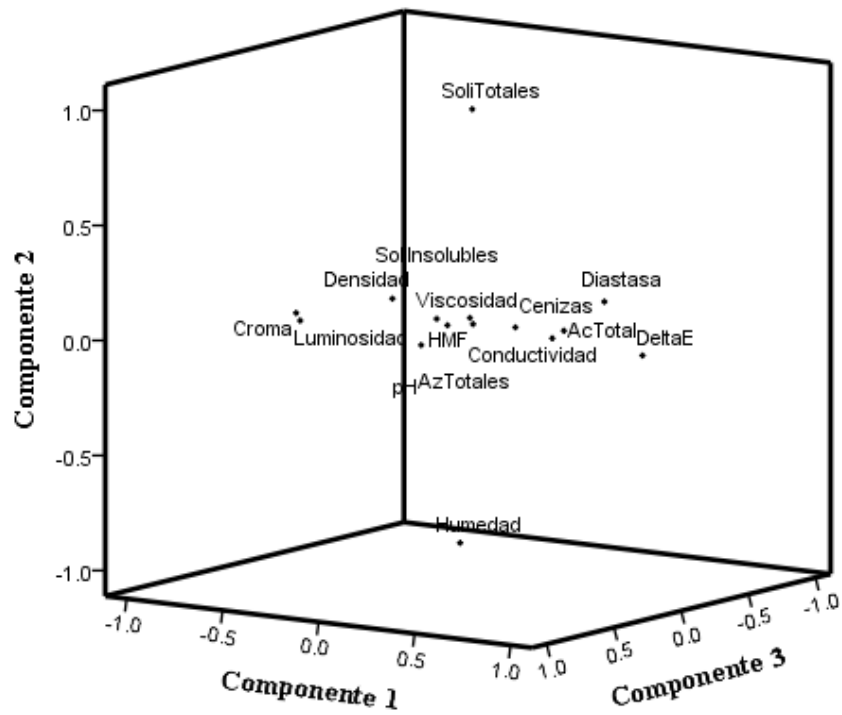


Figura 40. Diagrama de dispersión tridimensional entre las tres primeras componentes principales

4.4.1.2. Matriz de Componente Rotado

Al analizar la matriz de componente rotado (Tabla 38), podemos tener una idea más clara de cómo identificar y renombrar las componentes en función de las variables, mostrando los valores situados por encima de $\pm 0,5$ para así lograr una mejor observación de los valores obtenidos para cada componente.

Tabla 31. Matriz del componente rotado para las variables estudiadas

	Componente					
	1	2	3	4	5	6
Croma	-0.958					
Diferencia de Color	0.951					
Luminosidad	-0.909					
Actividad Diastásica	0.900					
Acidez Total	0.663					
Sólidos Totales		0.975				
Humedad		-0.963				
Conductividad			0.503			
pH			0.806			
S. Insolubles			0.589			
Densidad Relativa				0.569		
Viscosidad				0.920		
Azúcares Totales					0.875	
HMF						0.958
Cenizas						0.668

Componente 1: Esta componente engloba al conjunto de atributos que se concentran en variables de color, acidez total, actividad diastásica y conductividad se puede tener la idea que estos factores tienen mayor relevancia al determinar la calidad de una miel y su grado de aceptabilidad para el consumidor. Esta componente se denominó Aspectos Organolépticos, y que explica por sí sola nada menos que el

40,51% de la varianza total (Tabla 37), ocupando destacadamente el primer lugar frente al resto de componentes que se presentan.

Componente 2: Está conformada por variables como son humedad y sólidos totales. Se denominó a esta componente como Contenido, de cierto modo esta componente define la pureza del producto, ya que si sus valores estuvieran fuera de los límites establecidos, se estaría frente a un caso de adulteración. La componente define y explica un 14,11% de la varianza total, relativamente bajo debido a que el único factor que cambia la composición de la miel es su zona de producción.

Componente 3: Esta componente incluye características como conductividad, pH y sólidos insolubles, la componente denominada Higiene y Limpieza efectúa el 11,56% de la varianza total. Este valor nos da a entender que los parámetros higiénicos efectuados por los apicultores son prácticamente similares entre ellos y garantizan la inocuidad del producto envasado.

Componente 4: Las variables densidad relativa y viscosidad conforman la componente denominada Estabilidad y representan el 8,49% de la varianza total de los datos estudiados. Al igual que la componente anterior, estos valores varían en base a su zona de producción así como su estado de madurez al ser cosechadas.

Componente 5: El contenido de azúcares totales viene a definir la quinta componente denominada Aporte Calórico y Nutricional y conforma el 8,03% de la variabilidad total de los datos. Esta componente tuvo un valor bajo debido a que las muestras analizadas eran puras y fueron cosechadas en el tiempo adecuado.

Componente 6: La última de las componentes está conformada por las variables de hidroximetilfurfural y cenizas, se denominó como Senescencia y Frescura y explica el 7,08% de la variabilidad total, debido a que los valores de estas variables eran bajos y las mieles cosechadas eran frescas.

4.5. CLASIFICACIÓN DE LAS MIELES DE IMBABURA

Para la clasificación de las mieles del presente estudio se ha utilizado el dendrograma, también conocido como árbol jerárquico, que es una representación gráfica del resultado de proceso de agrupamiento en forma de árbol por tal de elegir el número de grupos de clasificación (Figura 41).

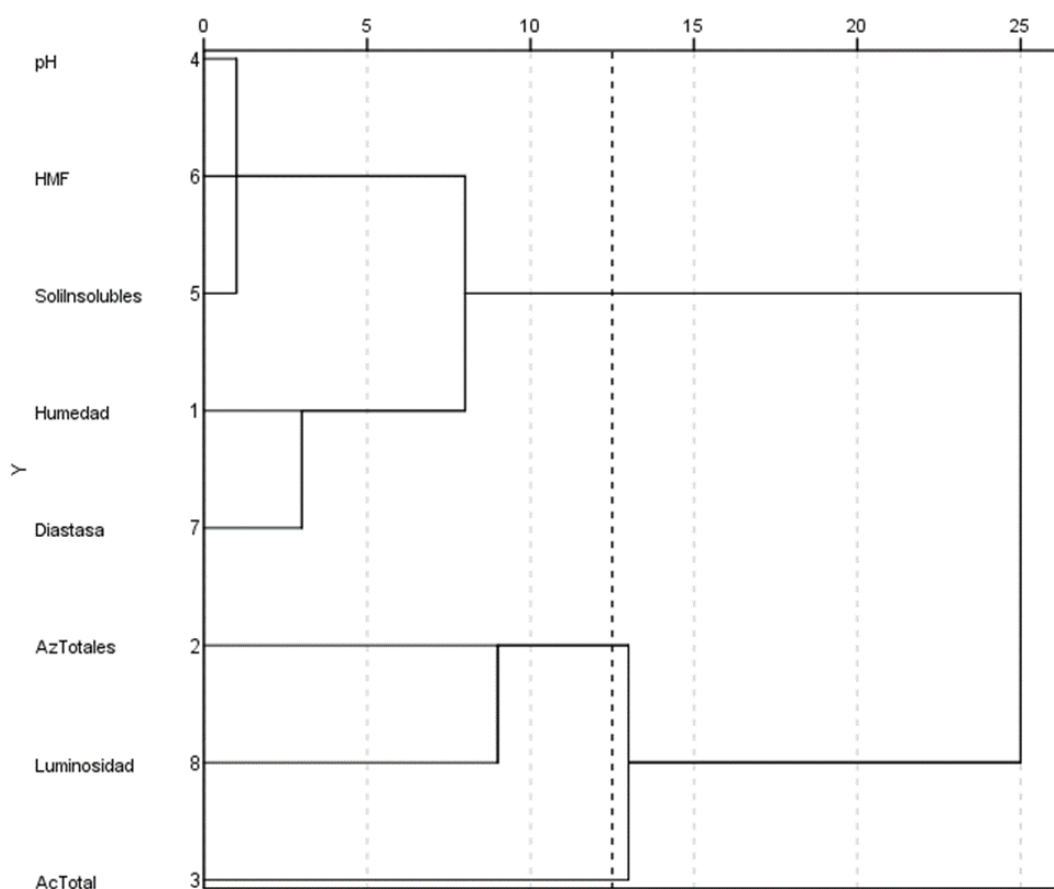


Figura 41. Dendrograma de clasificación para los grupos estudiados

La clasificación presentada está definida en base a los parámetros fisicoquímicos analizados y criterios geográficos y botánicos

El **Grupo 1** presentó valores agrupados en pH, hidroximetilfurfural, sólidos insolubles, humedad y luminosidad. El grupo está conformado por mieles hechas de néctar de flores y arbustos pequeños. De la misma forma, estas mieles están caracterizadas por sus colores claros (de 0 a 93.34 mm dentro de la escala Pfund).

Se puede decir que el Grupo 1 se caracteriza por mieles de muy buena calidad, respecto a la madurez, limpieza y frescura. Su potencial agroindustrial es muy amplio, desde aplicaciones terapéuticas en la fabricación de jarabes expectorantes, la elaboración de productos de aseo y belleza, hasta su uso en alimentos confitados y la industria farinácea.

El **Grupo 2** está formado por valores próximos en el contenido de azúcares totales, actividad diastásica y acidez total. Se caracteriza por mieles de calidad aceptable. A pesar de que la determinante para no tener la calidad óptima se debe al color. Mieles más oscuras tienden a ser más viscosas, pero menos atractivas al consumidor ya que éste opta por mieles más claras.

El factor color se debe igualmente a su origen botánico, principalmente caracterizado por ser mieles de bosque y árboles de gran tamaño, asimismo la conductividad eléctrica presente en las muestras de mieles oscuras fue mayor al resto debido a que poseen un mayor contenido de cenizas en comparación a mieles más claras.

Su aplicación industrial puede resultar más efectiva ya que su contenido la hace más atractiva en la aplicación de distintos productos, por mencionar algunos campos: confitería, cosméticos, medicamentos y en la industria licorera, etc.

4.6. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA MIEL DE LA MIEL PRODUCIDA EN LA PROVINCIA

A través de una matriz de priorización (Anexo 8) se evaluó de modo comparativo cada una de las mieles estudiadas frente a las otras. A través de esta matriz se comparó usando tres calificaciones: Buena 1, Muy buena 2, Excelente 3, de este

modo, si la primera miel tenía muy buena calidad frente a la segunda, se calificaba con el valor de 2 y así de modo sucesivo hasta obtener todos los valores y convertirlos en un porcentaje. De esta manera se establece un rango de preferencias frente al consumidor.

Además mediante una matriz de ponderación (Anexo 9) se determinó un porcentaje de calidad de la miel, evaluando distintos factores que engloban qué tan buena es una miel. Los distintos atributos evaluados fueron: Textura, Color, Floración de Origen, Presentación, Precio, Aroma y Sabor.

La miel que presentó mejores resultados frente a la evaluación de calidad, en ambas matrices fue la del cantón Otavalo, específicamente del sector de Tangalí, con un 92% de calidad. Una miel con alto potencial de explotación debido a sus propiedades fisicoquímicas y organolépticas, así como su floración originaria y su presentación como producto final de venta al público.

Cabe señalar, que debido a las diferentes proporciones de las posibles fuentes de néctar procedentes de una gran variedad de plantas, ninguna miel es completamente igual a otra. Esta variabilidad podría ser una desventaja, dado el requisito del mercado para un producto consistente, pero si se lo controla adecuadamente, también podría representar una oportunidad para mejorar la miel al ofrecer al consumidor una serie de productos típicos con características especiales, de acuerdo con el origen botánico particular (Persano & Bogdanov, 2004).

Finalmente, hay que recalcar que todas las mieles estudiadas son de excelente calidad sea cual sea su fin, pero la influencia de los distintos factores tienen mucha relevancia para el consumidor. Hoy en día, la gente ha ido adquiriendo el conocimiento necesario acerca de la miel de abeja y su importancia al consumirla en la dieta diaria, es así que su exigencia se ha vuelto trascendental y los apicultores tienen plena conciencia al momento de cosechar la miel y también en su comercialización.

4.7. MAPA INTERACTIVO DE UBICACIÓN DE LAS DISTINTAS ZONAS PRODUCTIVAS DE LA MIEL EN LA PROVINCIA

El uso de tecnologías de ubicación y sistemas de información geográfica, permitió el registro de las zonas productivas y graficarlas dentro de un mapa en el cual se pueda observar de mejor manera el sector, la zona climática, las propiedades de la miel originaria de ese sector, la floración circundante, el tipo de miel y los posibles usos de la miel. Ya que, de tal modo, se logra entender de una manera visual los elementos importantes que hay sobre la superficie de la provincia de Imbabura.

El mapa interactivo tiene como función la ubicación de las zonas apícolas estudiadas, así como una descripción detallada de la miel de abeja producida en cada zona, sus potenciales usos dentro de la industria de alimentos y la floración presente dentro del sector con el fin de mostrar y divulgar la información acerca de la miel de abeja de la provincia. Esta información siempre se encuentra disponible de acceder y de fácil descarga a través del blog royalmelliphera.wordpress.com. Cabe señalar que el mapa interactivo de la provincia de Imbabura lleva incluido una serie de íconos gráficos que permiten una mejor interpretación de la información presentada, de esta manera resulta más atractivo para el observador (Figura 42 y Tabla 32).

La geografía de la provincia de Imbabura no permitió una división equitativa dentro del aspecto de zonas climáticas, sin embargo se tomó en cuenta que las muestras sean representativas en los casos donde la zona muestreada posea floración endémica y que difícilmente se hubiese encontrado en otra zona estudiada.

De esta manera, se establecieron tres zonas geográficas, diferenciadas por su altitud y su clima, éstas se describen de tal modo:


















- Alta (mayor a 3000 msnm.): dentro de esta zona predominó el clima típico de páramo, es decir frío andino. Los sectores que se estudiaron fueron seis: Cahuasquí, El Tejar, Mariano Acosta, Quiroga, Tangalí e Yuquín Alto.

- Media (2000 msnm. – 3000 msnm.): Esta zona predomina en gran parte de la provincia de Imbabura, el clima evidenciado fue templado, con ciertas variaciones eventuales como pequeñas lluvias en los sectores cercanos a los 3000 metros, específicamente los sectores de Imantag y Caranqui. El total de sectores muestreadas dentro de esta zona fue de nueve. Los otros sitios estudiados fueron: Atuntaqui, Chachimbiro, Chaltura, El Empalme, La Rinconada, San Luis y San Roque.
- Baja (menos a 2000 msnm.): Esta zona fue la menor de todas, sólo se logró identificar tres sectores, los cuales presentaron el mismo clima templado subtropical, sin embargo, cabe destacar que cada sector mostraba floración endémica. Los sectores estudiados fueron: Apuela, Buenos Aires, Lita.

Una apreciación correctamente realizada permitió etiquetar al mapa interactivo como un Sistema de Información Geográfica (SIG), ya que así se permite hacer un análisis más exhaustivo del territorio en los ámbitos más diversos (Olaya, 2011). En este caso en particular, resultó ser una herramienta versátil, con un amplio campo de aplicación, ya sea ambiental cuando se habla de la componente florístico, de igual manera nutricional y funcional si se menciona los beneficios que cada miel posee; y a su vez el ámbito industrial si se refiere a los potenciales usos que una miel posee como materia prima en la producción de alimentos.

Así, esta herramienta puede ser utilizada posteriormente para investigaciones científicas, en la gestión de recursos ambientales, en botánica sistemática, para la gestión de proyectos de desarrollo rural, en la creación de nuevos productos para el consumidor, estudios de mercado, por nombrar sólo algunos ámbitos de aplicación.

Tabla 32. Iconografía utilizada dentro del mapa interactivo de Imbabura

Leyenda	Ícono
ASPECTOS PRODUCTIVOS	
Colmena productora de miel de abeja	
CALIDAD DE LA MIEL	
Parámetro de Óptima Calidad	
Parámetro de Muy Buena Calidad	
Parámetro de Buena Calidad	
TIPO DE MIEL	
Tipo 1 (Miel de consumo directo)	
Tipo 2 (Miel para fines industriales)	
ZONA CLIMÁTICA	
Alta	
Media	
Baja	
ORIGEN BOTÁNICO	
Cítricos y Árboles Frutales	
Flores y Plantas Pequeñas	
Flores Medicinales	
Bosque y Árboles de Gran Tamaño	
USOS Y APLICACIONES	
Venta directa	
Medicamentos y Jarabes	
Confitería y Conservas	
Licores y Bebidas	

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

- La caracterización de mieles garantiza la calidad y la seguridad de la producción apícola, y facilita los avances de la industria apícola.
- Los análisis fisicoquímicos obtenidos de las distintas mieles estudiadas definen un producto de buena estabilidad y de bajo riesgo sanitario, además su estado de madurez es el adecuado y el momento de su extracción y obtención fue idóneo. Del mismo modo cabe destacar que la concentración de sacarosa en todas las muestras indica un óptimo grado de madurez de las mismas y permite excluir la posibilidad de una alimentación artificial excesiva mediante jarabe de azúcar durante épocas sin floración circundante a las colmenas.
- Los análisis fisicoquímicos en combinación con análisis estadísticos multivariantes fueron una herramienta eficaz para la caracterización de la miel en la provincia de Imbabura.
- El esquema productivo de miel de abeja en la provincia de Imbabura se da colmenas tradicionales. Los distintos apicultores del sector, en su gran mayoría poseen equipos convencionales para la producción de miel y el método más utilizado de obtención de ésta es mediante centrifugación.

- La aplicación del análisis de conglomerados sobre los resultados obtenidos en cuanto a la composición y calidad, permite la clasificación de las mieles de Imbabura en los siguientes grupos, determinados en base a su potencial de industrialización:
 - Grupo 1: Mieles de color claro con bajos valores de humedad, hidroximetilfurfural y sólidos insolubles, que corresponden a mieles de buena calidad, respecto a la madurez, limpieza y frescura. Óptimas para consumo directo
 - Grupo 2: Mieles de color oscuro con altos valores de azúcares totales, acidez total e índice de diastasa, que corresponden a mieles de calidad aceptable. Excelentes en su aplicación a productos de valor agregado.
- La extensa biodiversidad botánica, así como las distintas zonas climáticas en la provincia de Imbabura genera una indeterminable variedad de mieles que se engloban en seis características extraídas mediante el Análisis de Componentes Principales, de vital importancia para evaluar la calidad frente al consumidor: Aspectos Organolépticos, Contenido, Higiene y Limpieza, Estabilidad, Senescencia y Frescura, Aporte Calórico y Nutricional.
- El descubrimiento del origen botánico estableció un orden de calificar todas y cada una de las mieles como poliflorales. Las cuales poseen gran atractivo por el aporte que brindan las propiedades funcionales de las plantas de las cuales las abejas toman el polen para la elaboración de miel.
- El uso de distintos íconos gráficos ayudó a crear una representación visual más apropiada de las distintas utilidades de la miel, de este modo su aplicación permitió una mejor comprensión de la información presentada dentro del mapa interactivo.

RECOMENDACIONES

- Realizar muestreos a lo largo de las distintas épocas del año para determinar el cambio dentro de la composición fisicoquímica y especialmente el aspecto de variación botánica alrededor de cada colmena. Así como expandir el estudio de caracterización de mieles de abeja a lo largo y ancho de la nación.
- Es importante que los productores eviten altos porcentajes de impurezas en la miel, ya que existe una mayor probabilidad de que presenten cargas microbianas superiores a las permitidas en las normas de calidad sanitaria, y por lo tanto, un riesgo en el cierre a las exportaciones.
- Los productores para incrementar su producción de miel deben aumentar el número de colmenas en varios puntos rurales y tecnificar el proceso de cosecha, recolección, envasado y comercialización, para, de este modo, satisfacer la demanda necesaria existente. Así como el establecimiento de una única asociación productiva y buscar el posicionamiento como marca a nivel provincial y posiblemente nacional e internacional.
- Incentivar a las grandes empresas de manufactura a establecer convenios con los apicultores y comercializadores de miel de abeja para crear una cadena de producción que motive al consumidor a adquirir productos de origen natural.
- Presentar la información revelada en este estudio y socializarla con la comunidad en general, a través de proyectos de vinculación con la colectividad, de este modo se generarían nuevos proyectos de desarrollo rural con fines industriales, ambientales y agrícolas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abu-Jdayil, B., Ghzawi, A., Al-Malah, K., & S, Z. (2002). *Heat effect on rheology of light and dark-colored honey*.
- Acquarone, C. (2004). *Parámetros fisicoquímicos de mieles, relación entre los mismos y su aplicación potencial para la determinación del origen botánico y/o geográfico de mieles argebtunas*. Belgrano.
- Adams, M., & Moss, M. (1997). *Microbiología de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Agencia Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. (2010). *Código Alimentario Argentino*. Buenos Aires.
- Alfaro, R., Ortiz, J., & González, J. (2010). *Plantas melíferas: melisopolinología. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*.
- AOAC. (1977). *AOAC Official Method 977.20 Separation of Sugars in Honey*.
- AOAC. (1983). *AOAC Official Method 982.14 Glucose, Fructose, Sucrose and Maltose in Presweetened Cereals*.
- AOAC. (1998). *AOAC Official Method 980.13 Fructose, Glucose, Lactose, Maltose and Sucrose in Milk Chocolate*.
- Arcos Farfán, L. J. (2016). *Análisis Físico Químico De La Miel De Abeja Clase II*. Machala: Universidad Técnica De Machala.
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos 4° edición*. México D.F: Pearson Educación.
- Balanza, M. (2003). *Parámetros Físicos y Químicos de Relevancia para La Tipificación de la Miel Producida en la Provincia de Mendoza*. Mendoza.
- Belitz, H., & Grosch, W. (1997). *Química de los alimentos 2° Edición*. Zaragoza: Acribia.

- Benavides, C., Guardián, F., & Padilla, S. (2011). *Estudio de floración de plantas melíferas para su aprovechamiento en la productividad apícola en las comarcas de Chacra Seca, Miramar, Cerro Negro y Cerro Ojo de agua del Municipio de León*. León.
- Bogdanov, S. (2004). *Contaminantes de la colmena*. Vida apícola.
- Bogdanov, S., Ruoff, K., & Persano, L. (2004). *Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys*. Berna: EDP Sciences.
- Campos, M., Bogdanov, S., Bicudo, L., Szczesna, T., Mancebo, Y., Frigerio, C., & Ferreira, F. (2008). *Pollen composition and standardisation of analytical methods*. Sao Paulo: Journal of apicultural reseach and bee world.
- Caron, D. (2010). *Manual práctico de apicultura*.
- Chavarría, M. L. (2010). *Miel de abeja, Ficha N° 31/UE*.
- Chávez, M. E. (2007). *Proyecto de factibilidad para la producción y comercialización de miel de abeja (Apis mellifera) en la comuna de Timbre, provincia de Esmeraldas*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- CONAPIS. (2004). *Manual de buenas prácticas de manufactura para la producción de miel*. San Salvador.
- Crane, E. (1985). *El libro de la miel*. México D.F: Fondo de cultura económica.
- Cravzov, A., Avallone, C., Montenegro, S., Tauguinas, A., Gavilan, E., & Valenzuela, G. (2006). Determinación de Vitamina A en mieles enriquecidas, por Cromatografía líquida de Alto Rendimiento (HPLC). *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006*.
- Dardón, M. J., & Enríquez, E. (2008). *Caracterización fisicoquímica y antimicrobiana de la miel de nueve especies de abejas sin aguijón en Guatemala*. Guatemala.
- de Jaime Lorén, J. M., & de Jaime Ruiz, P. (2012). Las plantas melíferas españolas según los escritores apícolas. *Flora Montibérica 53*.

- Díaz Caamaño, C. A. (2003). *Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja, etiquetadas como miel de ulmo*. Valdivia.
- Díaz, C. (2003). *Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (Apis Mellifera L.) etiquetadas como "miel de ulmo"*. Valdivia.
- Díez, C. (2015). *Sistemas de polinización en bosques tropicales*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Escobar, M., & Manresa, A. (2005). Clasificación de mieles uniflorales cubanas a partir de sus propiedades físico-químicas. *CENIC Ciencias biológicas*.
- Espina, D., & G, O. (1984). *Apicultura Tropical*. San José: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- FAO. (2005). Las abejas son los diligentes polinizadores de las frutas y cultivos. *La apicultura y los medios de vida sostenibles*, 7.
- Féas, X., Pires, J., Iglesias, A., & Estevinho, M. (2010). *Characterization of artisanal honey produced on the northwest of Portugal by melissopalynological and physico-chemical data*. Ponte de Lima: Elsevier.
- Frías, I., & Hardisson, A. (1991). *Estudio comparativo entre mieles comerciales y artesanales de Santa Cruz de Tenerife*. Tenerife.
- Fuster Truyol, M. (2009). *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica*. Palma de Mallorca, Islas Baleares, España.
- García, F. H. (2004). *Lo que usted debe saber sobre: Las abejas y la miel*. Palencia, España: Caja España.
- García, M., & Zago, K. (2006). *Iniciación a la Apiterapia*. Mérida: APIBA-CDCHT Universidad de Los Andes.
- Gil, J. M. (1986). *Apicultura*. Barcelona: Aedos.

- Gómez-Díaz, D., Navaza, J., & Quintáns-Riveiro, L. (2004). *Estudio Viscosimétrico Preliminar de Miel de Bosque Denominación Específica "Miel de Galicia"*. Reynosa: Redalyc.
- Huidrobo, J., & Simal, J. (1984). *Determinación del color y la turbidez en las mieles*. Santiago de Compostela: Consejo superior de investigaciones científicas "Santiago de Compostela".
- Huidrobo, J., & Simal, J. (1984). *Parámetros de calidad de la miel (III)*. Santiago de Compostela: Consejo superior de investigaciones científicas "Santiago de Compostela".
- ICMSF. (2001). *Ecología microbiana de los productos alimentarios. Microorganismos de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- ICONTEC. (2007). *Norma Técnica Colombiana 1273 Miel de Abejas*. Bogotá.
- INEN. (1984). *Norma Técnica Ecuatoriana 1634 - Miel de Abejas. Determinación de la Acidez Total*. Quito.
- INEN. (1988). *Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria 1572 - Miel de abejas. Requisitos*. Quito.
- INEN. (1989). *Norma Técnica Ecuatoriana 1632 - Determinación de la Densidad Relativa (a 27 °C) y de la Humedad*. Quito.
- INEN. (1989). *Norma Técnica Ecuatoriana 1635 - Determinación del Contenido de Sólidos Insolubles*. Quito.
- INEN. (1989). *Norma Técnica Ecuatoriana 1636 - Determinación de Cenizas*. Quito.
- INEN. (1989). *Norma Técnica Ecuatoriana 1637 - Determinación del Contenido de Hidroximetilfurfural (HMF)*. Quito.
- INEN. (1989). *Norma Técnica Ecuatoriana 1638 - Miel de Abejas. Determinación del Número de Diastasa*. Quito.
- INEN. (1989). *Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria 1631 - Muestreo de miel de abejas*. Quito.

- INEN. (2014). *Norma Técnica Ecuatoriana 1334-1 Rotulado de productos alimenticios para consumo humano*. Quito.
- International Honey Commission. (2002). *Harmonized Methods of the International Honey Commission*. Berna.
- Jean-Prost, P. (2007). *Apicultura*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Juan Borrás, M. (2016). *Herramientas Analíticas en la Clasificación de Mieles en Base a Criterios de Calidad e Inocuidad*. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia.
- Kessler, R., & Harley, M. (2011). *Polen, La sexualidad oculta de las flores*. Berkshire: Papakadis.
- Koolman, J., & Röehm, K.-H. (2012). *Bioquímica Humana: Texto y Atlas*. Zaragoza: Editorial Médica Panamericana.
- La miel de abejas*. (s.f.). Obtenido de La miel de abejas: <http://www.lamieldeabejas.com/composicion-quimica-miel.html>
- Luna Pérez, E. (2012). *Caracterización y evaluación de parámetros de calidad en la miel de abeja de tres regiones del país para su cristalización inducida*. Orizaba.
- Mâdas, M., Mârghitas, L., Dezmirean, D., Pocol, C., & Bonta, V. (2011). *Qualitative Characterization of Romanian Robinia Honey According to the European Directive and IHC Approaches*. Cluj-Napoca: UASVM.
- Montenegro, S., Avallone, C., Crazov, A., & Aztarbe, M. (2005). Variación del color en miel de abejas (*Apis Mellifera*). *UNN Comunicaciones científicas y tecnológicas*.
- Ojeda, G., Sulbarán, B., Ferrer, A., & Rodríguez, B. (2002). *Characterization of honey produced in Venezuela*. Maracaibo: Elsevier.
- Olaya, V. (2011). *Sistemas de Información Geográfica*.
- OMS. (2000). *Codex Alimentarius, Norma para la miel*. Londres.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1981). *Codex Stan12-1981*.
- Pérez, C. (2005). *Técnicas estadísticas con SPSS 12*. Madrid: Pearson Educación.
- Pérez, C., & Jimeno, M. (1985). *Manejo y alteraciones de la miel*. Madrid: Neografis S.L.
- Pérez-Arquillué, C., Conchello, P., Ariño, A., Ucar, A., & Herrera, A. (1990). *Estudios de algunos parámetros físico-químicos en mieles monoflorales de Zaragoza*. Zaragoza: Alimentaria.
- Persano, L., & Bogdanov, S. (2004). *Determination of honey botanical origin: problems and issues*. Liebfeld: EDP Sciences.
- Pesante, D. (2008). *Composición de la miel de abejas*. Mayagüez.
- Piazza, M., & Persano, L. (2004). *Bibliographical review of the main european unifloral honeys*. Roma: EDP Sciences.
- Polaino, C. (2006). *Manual práctico del apicultor*. Madrid: Cultural S.A.
- Quintana, C. (2013). *Plantas silvestres de los valles secos cercanos a Quito*. Quito: PUCE.
- Reyes, H. (2012). *Efecto de la pasteurización y proveedor apícola en las características microbiológicas y químicas de la miel de abeja*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Rodríguez Medina, D., Pabón, O., & Díaz Moreno, C. (2016). *Caracterización y diferenciación de mieles procedentes de zonas cafeteras de Cauca, Colombia*. Popayán.
- Ruttner, F. (8 de Junio de 1988). *Biogeography and taxonomy of honeybees*. Nueva York: Springer Verlag. Obtenido de Kcarlos: <http://carlospachas.blogspot.com/2010/06/taxonomia-de-las-abejas.html>
- Salamanca, G., & Serra Belenguer, J. (2002). *Estudio analítico comparativo de las propiedades fisicoquímicas de mieles de Apis Mellifera en algunas zonas apícolas en los departamentos de Boyacá y Tolima*. Valencia.

- Sánchez, C. (2003). *Apicultura - Crianza y producción de abejas*. Lima: Ediciones Ripalme.
- Sánchez, J. (2011). *Introducción a la Estadística no Paramétrica y al Análisis Multivariado*. Quito.
- Santillán, A. (1985). *El mundo de las abejas*. Quito: Su Editora Offset.
- Sanz Cervera, S., & Sanz Cervera, M. M. (1994). *Valores de acidez (libre, láctónica y total) y pH de las mieles de La Rioja*. Logroño: Universidad de La Rioja.
- Serra, J. (1986). *La cristallisation du miel, Facteurs que l'affectent*. París.
- Singh, P. (2009). *Introducción a la Ingeniería de Alimentos (2da Edición)*. Zaragoza: Acribia Editorial.
- Snowdon, J., & Cliver, D. (1996). *Review article. Microorganisms in honey*.
- Sopade, P., Halley, P., D'Arcy, B., Bhandari, B., & Caffin, N. (2004). Friction Factors and Rheological Behavior of Australian Honey in a Straight Pipe. *International Journal of Food Properties*, 393-405.
- Soria, A., González, M., de Lorenzo, C., Martínez-Castro, I., & Sanz, J. (2004). *Characterization of artisanal honeys from Madrid on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data*. Madrid: Food Chemistry.
- Soto, C. (2008). *Estudio de mieles monoflorales, a través de análisis palinológico, físico, químico y sensorial*. Valdivia.
- Suescún, L., & Vit, P. (2008). Control de calidad de la miel de abejas producida como propuesta para un proyecto de servicio comunitario obligatorio. *Fuerza Farmacéutica*, 9-10.
- Térradez, M. (2005). *Análisis de componentes principales*. Obtenido de www.ouc.edu.
- Tosi, E., Ré, E., Lucero, H., & Bulacio, L. (2004). *Effect of honey high-temperature short-time heating on parameters related to quality, crystallization phenomena and fungal inhibition*.

- Ulloa, J., Mondragón, P., Rodríguez, R., Reséndiz, J., & Rosas, P. (2010). *La miel y su importancia*. Nayarit: Universidad Autónoma de Nayarit.
- Uriel, E., & Aldás, J. (2005). *Análisis multivariante aplicado*. Madrid: Paraninfo.
- Vaquero, J., & Vargas, P. (2010). *Guía práctica sobre manejo técnico de colmenas*. Managua: swisscontact.
- Vaquero, J., Vargas, P., & Argüello, O. (2010). *Guía práctica sobre el manejo técnico de colmenas*. Managua.
- Vásquez Sáez, C. L. (2010). *Caracterización de mieles de San Pedro de Atacama basada en análisis físicos, químicos y melisopalinológicos*. Valdivia.
- Velandia, M., Restrepo, S., Cubillos, P., Aponte, A., & Silva, L. (2012). *Catálogo fotográfico de especies de flora apícola en los departamentos de Cauca, Huila y Bolívar*. Bogotá: Instituto Humboldt.
- Villardón, J. L. (2002). *Análisis de Componentes Principales*. Cataluña.
- Von Der Ohe, W., Persano, L., Piana, M. M., & Martin, P. (2004). *Harmonized methods of melissopalynology*. Celle: EDP Sciences.
- Wang, J., & Li, Q. (2011). *Chemical composition, characterization, and differentiation of honey, botanical and geographic origins*. Elsevier: Honolulu.
- White, J. (1978). *Honey, Advances in food reseach*.
- Zaitoun, S., Ghzawi, A., Al-Malah, K., & Abu-Jdayil, B. (2001). *Rheological properties of selected light-colored Jordanian honey*.
- Zandamela, E. (2008). *Caracterización fisicoquímica y evaluación sanitaria de la miel de Mozambique*. Bellatera.

ANEXOS

Anexo 1. Hoja de registro para la toma de muestras

Número de identificación de la muestra: _____		
<i>Datos generales:</i>		
Nombre del apicultor: _____		
Zona de producción: _____		
Localidad: _____	Provincia: _____	
Número de apicultores por zona: _____		
Vegetación visitada por las abejas: _____		
Sistema de extracción: _____		
Manual <input type="checkbox"/>	Centrifugación <input type="checkbox"/>	Prensado <input type="checkbox"/>
Fecha de recolección: _____		
Tipo de explotación:		
Familiar <input type="checkbox"/>	Industrial <input type="checkbox"/>	
<i>Aspectos de producción:</i>		
Número de colmenas: _____	Tipo de colmenas usadas: _____	
Cuántas épocas de producción tiene: 1. <input type="checkbox"/> 2. <input type="checkbox"/> Varias. <input type="checkbox"/>		
Producción/colmena/época: _____		
Cuál es el destino de la producción: _____		
Venta en el mercado local: _____	nacional: _____	
Exportación: _____		
Precio de comercialización directo: _____ Intermediarios: _____		
<i>Aspectos sanitarios:</i>		
Condiciones de almacenamiento sobre la miel: _____		
Tiene agua potable: _____		
Tratamientos sanitarios efectuados por el apicultor: _____		
Hay alguna enfermedad identificada de las abejas: _____		
<i>Personal:</i>		
Nivel conocimiento del personal: _____		
Tipo material o equipamiento usado: _____		
Tipo de control de calidad realizado: _____		
Tipos de análisis de control: _____		
OBSERVACIONES: _____		

Anexo 2. Humedad, Grados Brix, Densidad Relativa y Viscosidad: correlación con diferentes parámetros fisicoquímicos.

Variable (1)	Variable (2)	Coefficiente de Correlación Pearson	p-valor
Humedad	F/S. Totales	0.48476	0.0415
Humedad	S. Totales	-0.93332	<0.0001
Humedad	Grados Brix	-0.88931	<0.0001
Humedad	N° Diastasa	-0.38579	0.1138
Grados Brix	Humedad	-0.88931	<0.0001
Grados Brix	S. Totales	0.66685	0.0025
Grados Brix	Conductividad	0.4386	0.0686
Grados Brix	N° Diastasa	0.35237	0.1515
D. Relativa	Sacarosa	0.43077	0.0743
D. Relativa	F/G	0.51758	0.0278
D. Relativa	S. Totales	0.35352	0.1501
D. Relativa	Acidez Total	0.58379	0.011
D. Relativa	Acidez Libre	0.47486	0.0464
D. Relativa	Acidez Lact	0.64114	0.0041
D. Relativa	Cenizas	0.37248	0.128
D. Relativa	Conductividad	0.36087	0.1412
D. Relativa	N° Diastasa	0.36735	0.1337
D. Relativa	pH	0.51274	0.0296
D. Relativa	S. Insolubles	0.36699	0.1341
D. Relativa	Viscosidad	0.43988	0.0677
Viscosidad	Fructosa	0.36667	0.1345
Viscosidad	D. Relativa	0.43988	0.0677
Viscosidad	a*	-0.44079	0.0671

(Nota: Solamente se presentó los valores estadísticamente significativos)

Anexo 3. Azúcares Totales, Fructosa, Glucosa, Sacarosa y Relación Fructosa/Glucosa: correlación con diferentes parámetros fisicoquímicos.

Variable (1)	Variable (2)	Coefficiente de Correlación Pearson	p-valor
Az. Totales	Fructosa	0.86858	<0.0001
Az. Totales	Glucosa	0.89614	<0.0001
Az. Totales	Ac. Lactónica	-0.4230	0.0804
Fructosa	Az. Totales	0.86858	<0.0001
Fructosa	Glucosa	0.63917	0.0043
Fructosa	F/S. Totales	0.84985	<0.0001
Fructosa	Viscosidad	0.36667	0.1345
Glucosa	Az. Totales	0.89614	<0.0001
Glucosa	Fructosa	0.63917	0.0043
Glucosa	F/G	-0.80028	0.0001
Glucosa	F/S. Totales	0.56371	0.0148
Glucosa	Acidez Total	-0.49523	0.0366
Glucosa	Acidez Libre	-0.35683	0.1461
Glucosa	Acidez Lact	-0.67786	0.002
Glucosa	S. Insolubles	-0.47615	0.0458
Sacarosa	F/G	0.3935	0.1062
Sacarosa	Acidez Total	0.39705	0.1028
Sacarosa	Acidez Lact	0.61759	0.0063
Sacarosa	D. Relativa	0.43077	0.0743
Sacarosa	C*	-0.36984	0.1309
Sacarosa	L*	-0.46797	0.0502
Sacarosa	b*	-0.40612	0.0945
Sacarosa	Conductividad	0.47933	0.0441
Sacarosa	N° Diastasa	0.37378	0.1265
Sacarosa	pH	0.41685	0.0853
Sacarosa	S. Insolubles	0.58451	0.0108
F/G	Az. Totales	-0.47389	0.047
F/G	Glucosa	-0.80028	0.0001
F/G	Sacarosa	0.3935	0.1062
F/G	Acidez Total	0.60153	0.0083
F/G	Acidez Libre	0.4634	0.0528
F/G	Acidez Lact	0.73606	0.0005
F/G	D. Relativa	0.51758	0.0278
F/G	a*	-0.42953	0.0753
F/G	S. Insolubles	0.50492	0.0326

(Nota: Solamente se presentó los valores estadísticamente significativos)

Anexo 4. Conductividad Eléctrica, Cenizas, Sólidos Insolubles y Sólidos Totales: correlación con diferentes parámetros fisicoquímicos.

Variable (1)	Variable (2)	Coefficiente de Correlación Pearson	p-valor
Conductividad	Sacarosa	0.47933	0.0441
Conductividad	Acidez Total	0.62125	0.0059
Conductividad	Acidez Libre	0.54407	0.0196
Conductividad	Acidez Lact	0.56939	0.0136
Conductividad	D. Relativa	0.36087	0.1412
Conductividad	C*	-0.75951	0.0003
Conductividad	L*	-0.68617	0.0017
Conductividad	b*	-0.73483	0.0005
Conductividad	Grados Brix	0.4386	0.0686
Conductividad	Cenizas	0.50954	0.0308
Conductividad	N° Diastasa	0.86253	<0.0001
Conductividad	pH	0.69779	0.0013
Conductividad	S. Insolubles	0.43514	0.0711
Cenizas	Acidez Total	0.37827	0.1217
Cenizas	Acidez Libre	0.35617	0.1469
Cenizas	D. Relativa	0.37248	0.128
Cenizas	C*	-0.49261	0.0378
Cenizas	L*	-0.44723	0.0628
Cenizas	b*	-0.48491	0.0414
Cenizas	Conductividad	0.50954	0.0308
Cenizas	HMF	0.50258	0.0335
Cenizas	N° Diastasa	0.50205	0.0337
Cenizas	pH	0.37874	0.1212
S. Insolubles	Glucosa	-0.47615	0.0458
S. Insolubles	Sacarosa	0.58451	0.0108
S. Insolubles	F/G	0.50492	0.0326
S. Insolubles	Acidez Total	0.40642	0.0942
S. Insolubles	Acidez Lact	0.7847	0.0001
S. Insolubles	D. Relativa	0.36699	0.1341
S. Insolubles	L*	-0.37868	0.1212
S. Insolubles	Conductividad	0.43514	0.0711
S. Insolubles	N° Diastasa	0.42768	0.0767
S. Totales	Humedad	-0.93332	<0.0001
S. Totales	F/S. Totales	-0.54827	0.0185
S. Totales	D. Relativa	0.35352	0.1501
S. Totales	Grados Brix	0.66685	0.0025
S. Totales	N° Diastasa	0.35175	0.1523

(Nota: Solamente se presentó los valores estadísticamente significativos)

Anexo 5. Acidez Total, Libre, Lactónica y pH: correlación con diferentes parámetros fisicoquímicos.

Variable (1)	Variable (2)	Coefficiente de Correlación Pearson	p-valor
Acidez Total	Glucosa	-0.49523	0.0366
Acidez Total	F/G	0.60153	0.0083
Acidez Total	Acidez Libre	0.96574	<0.0001
Acidez Total	Acidez Lact	0.65434	0.0032
Acidez Total	D. Relativa	0.58379	0.011
Acidez Total	C*	-0.63281	0.0048
Acidez Total	L*	-0.52885	0.024
Acidez Total	a*	-0.47433	0.0467
Acidez Total	b*	-0.52031	0.0269
Acidez Total	Conductividad	0.62125	0.0059
Acidez Total	N° Diastasa	0.73068	0.0006
Acidez Libre	F/G	0.4634	0.0528
Acidez Libre	Acidez Total	0.96574	<0.0001
Acidez Libre	Acidez Lact	0.43567	0.0707
Acidez Libre	D. Relativa	0.47486	0.0464
Acidez Libre	C*	-0.60678	0.0076
Acidez Libre	L*	-0.49434	0.037
Acidez Libre	a*	-0.49754	0.0356
Acidez Libre	b*	-0.49801	0.0354
Acidez Libre	Conductividad	0.54407	0.0196
Acidez Libre	N° Diastasa	0.68546	0.0017
Acidez Lact	Az. Totales	-0.42291	0.0804
Acidez Lact	Glucosa	-0.67786	0.002
Acidez Lact	Sacarosa	0.61759	0.0063
Acidez Lact	F/G	0.73606	0.0005
Acidez Lact	Acidez Total	0.65434	0.0032
Acidez Lact	Acidez Libre	0.43567	0.0707
Acidez Lact	D. Relativa	0.64114	0.0041
Acidez Lact	C*	-0.42675	0.0774
Acidez Lact	Conductividad	0.56939	0.0136
Acidez Lact	N° Diastasa	0.53694	0.0216
Acidez Lact	S. Insolubles	0.7847	0.0001
pH	Sacarosa	0.41685	0.0853
pH	D. Relativa	0.51274	0.0296
pH	Conductividad	0.69779	0.0013
pH	N° Diastasa	0.52364	0.0257

(Nota: Solamente se presentó los valores estadísticamente significativos)

Anexo 6. Hidroximetilfurfural y Actividad Diastásica: correlación con diferentes parámetros fisicoquímicos.

Variable (1)	Variable (2)	Coefficiente de Correlación Pearson	p-valor
HMF	Cenizas	0.50258	0.0335
N° Diastasa	Humedad	-0.38579	0.1138
N° Diastasa	Sacarosa	0.37378	0.1265
N° Diastasa	S. Totales	0.35175	0.1523
N° Diastasa	Acidez Total	0.73068	0.0006
N° Diastasa	Acidez Libre	0.68546	0.0017
N° Diastasa	Acidez Lact	0.53694	0.0216
N° Diastasa	D. Relativa	0.36735	0.1337
N° Diastasa	C*	-0.89144	<0.0001
N° Diastasa	L*	-0.82055	<0.0001
N° Diastasa	a*	-0.20829	0.4069
N° Diastasa	b*	-0.83416	<0.0001
N° Diastasa	Grados Brix	0.35237	0.1515
N° Diastasa	Cenizas	0.50205	0.0337
N° Diastasa	Conductividad	0.86253	<0.0001
N° Diastasa	pH	0.52364	0.0257
N° Diastasa	S. Insolubles	0.42768	0.0767

(Nota: Solamente se presentó los valores estadísticamente significativos)

Anexo 7. Croma, Tono, Luminosidad, Color Rojo-Verde y Color Amarillo-Azul:
correlación con diferentes parámetros fisicoquímicos.

Variable (1)	Variable (2)	Coefficiente de Correlación Pearson	p-valor
C*	Acidez Total	-0.63281	0.0048
C*	Acidez Libre	-0.60678	0.0076
C*	Acidez Lact	-0.42675	0.0774
C*	L*	0.95646	<0.0001
C*	b*	0.98033	<0.0001
C*	Cenizas	-0.49261	0.0378
C*	Conductividad	-0.75951	0.0003
C*	N° Diastasa	-0.89144	<0.0001
C*	pH	-0.39345	0.1062
H*	a*	0.54709	0.0188
L*	Sacarosa	-0.46797	0.0502
L*	Acidez Total	-0.52885	0.024
L*	Acidez Libre	-0.49434	0.037
L*	Acidez Lact	-0.39379	0.1059
L*	C*	0.95646	<0.0001
L*	b*	0.9808	<0.0001
L*	Cenizas	-0.44723	0.0628
L*	Conductividad	-0.68617	0.0017
L*	N° Diastasa	-0.82055	<0.0001
L*	S. Insolubles	-0.37868	0.1212
a*	F/G	-0.42953	0.0753
a*	Acidez Total	-0.47433	0.0467
a*	Acidez Libre	-0.49754	0.0356
a*	H*	0.54709	0.0188
a*	Viscosidad	-0.44079	0.0671
b*	Sacarosa	-0.40612	0.0945
b*	Acidez Total	-0.52031	0.0269
b*	Acidez Libre	-0.49801	0.0354
b*	Acidez Lact	-0.35349	0.1501
b*	C*	0.98033	<0.0001
b*	L*	0.9808	<0.0001
b*	Cenizas	-0.48491	0.0414
b*	Conductividad	-0.73483	0.0005
b*	N° Diastasa	-0.83416	<0.0001
b*	pH	-0.38253	0.1172

(Nota: Solamente se presentó los valores estadísticamente significativos)

Anexo 8. Matriz de priorización para la evaluación de calidad de las mieles en la provincia

R	Q	P	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A		
R2	A1	A3	O1	A1	M1	A2	A3	A1	1	A1	G2	A1	A1	1	1	A3		CAR A	
R1	B1	1	O1	B2	M1	B2	B1	J1	I3	H3	G3	F1	E1	D3	C3		A3	TEJ B	
C2	C1	C3	C1	N2	C1	L1	C1	C2	I2	1	1	C1	C1	1		C3	1	LIT C	
R2	Q1	D2	O1	D1	D2	D1	D1	D2	I1	D1	G1	D2	D3		1	D3	1	APL D	
1	1	E2	1	E2	1	E1	E2	1	I2	1	1	F1		D3	C1	E1	A1	IMA E	
R1	F2	F1	F1	F2	1	1	1	F1	1	1	G2		F1	D2	C1	F1	A1	QUI F	
1	1	G2	G1	1	1	1	G3	G2	I1	G1		G2	1	G1	1	G3	G2	LRC G	
R1	Q2	H2	1	H3	H2	H1	H1	1	1		G1	1	1	D1	1	H3	A1	SLS H	
1	1	I3	1	N1	I1	I2	I2	I3		1	I1	1	I2	I1	I2	I3	1	TNG I	
1	1	1	O1	N1	1	1	K1		I3	1	G2	F1	1	D2	C2	J1	A1	CHA J	
R1	1	K1	1	N1	M2	1		K1	I2	H1	G3	1	E2	D1	C1	B1	A3	ATQ K	
L1	Q1	L1	L2	1	1		1	1	I2	H1	1	1	E1	D1	L1	B2	A2	SRQ L	
1	M1	M1	O1	1		1	M2	1	I1	H2	1	1	1	D2	C1	M1	M1	CQI M	
R2	Q1	1	N1		1	1	N1	N1	N1	H3	1	F2	E2	D1	N2	B2	A1	BAR N	
1	Q1	O1			N1	O1	L2	1	O1	1	1	G1	F1	1	O1	C1	O1	CHB O	
R3	1		O1	1	M1	L1	L1	K1	1	I3	H2	G2	F1	E2	D2	C3	1	A3	EMP P
1		1	Q1	Q1	M1	Q1	1	1	1	Q2	1	F2	1	Q1	C1	B1	A1	YQA Q	
	1	R3	1	R2	1	L1	R1	1	1	R1	1	R1	1	R2	C2	R1	R2	MAC R	
31	15	16	12	90	14	11	25	64	42	21	36	19	18	24	28	45	26		
74	37	4	28	21	34	26	6	15	100	51	87	45	42	56	66	11	61	%	

1 Buena

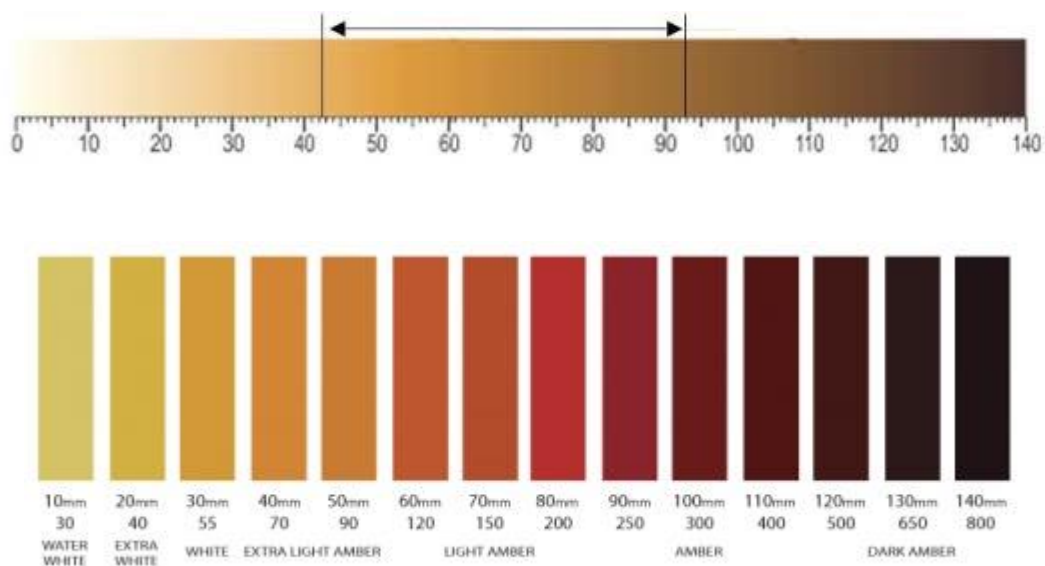
2 Muy buena

3 Excelente

Anexo 9. Matriz de ponderación para la evaluación del parámetro Calidad de la miel.

	Sabor	Aroma	Precio	Presentación	Vegetación	Color	Textura	%
CAR	9	8	8	8	6	7	7	400
TEJ	10	8	8	6	6	6	8	75
LIT	8	8	6	10	8	4	4	368
APL	6	6	6	10	10	6	8	388
IMA	8	8	10	6	10	4	6	394
QUI	8	10	8	10	8	6	8	442
LRC	8	6	8	6	6	6	8	366
SLS	10	10	8	6	10	8	10	468
TNG	8	10	10	6	6	8	10	442
CHA	10	10	10	6	8	10	10	486
ATQ	8	10	6	10	6	10	6	428
SRQ	10	10	6	10	8	8	4	430
CQI	8	8	6	6	6	8	6	366
BAR	6	10	8	6	8	6	8	392
CHB	6	8	8	6	6	8	6	364
EMP	8	10	6	10	6	8	10	442
YQA	6	6	6	10	4	4	4	310
MAC	8	10	8	6	8	8	8	424
	6	8	10	10	6	10	10	454

Anexo 10. Escala Pfund utilizada en la valoración de color para las distintas mieles



Nombre del Color	Escala Pfund en mm	Densidad Óptica
Blanco Agua	<9	0,0945
Extra Blanco	9 – 17	0,189
Blanco	18 – 34	0,378
Ámbar Extra Claro	35 – 50	0,595
Ámbar Claro	51 – 85	1,389
Ámbar	86 – 114	3,008
Ámbar Oscuro	>114	–

Fuente: <http://brejadobreda.blogspot.com/2012/05/>

Anexo 11. Fotografías realizadas durante la investigación



Colmenas de crianza



Colmenas limpias tras haberse realizado la cosecha



Colmena tipo Langstroth en el sector de San Roque



Colmenas en el sector de Apuela



Colmenas en el sector de Chaltura



Instrumentación utilizada para la recolección de miel de abeja



Tanque de centrifugación para extracción de miel de abeja



Colmenas en el sector de El Tejar



Colmenas en el sector de Tangalí



Recolección de muestra proveniente del sector El Empalme



Colmena tradicional elaborada en madera en el sector El Empalme



Colmenas en el sector de Yuquín Alto



Colmenas tradicionales en el sector de Cahuasquí



Preparación de la muestra para determinación de cenizas



Preparación de buretas de titulación para determinación de acidez



Determinación de pH



Determinación de la escala de color por el método Pfund



Instrucción sobre el funcionamiento del equipo de HPLC



Preparación de la muestra para determinación del perfil de azúcares



Preparación de la muestra para determinación de viscosidad



Muestras de miel de abeja junto a un viscosímetro Brookfield



Determinación de la conductividad eléctrica de la miel de abeja

Anexo 12. Resultados de los análisis de laboratorio.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.

Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	024 - 2017
Análisis solicitado por:	Sr. Santiago Avila
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	01 de septiembre de 2017
Fecha de entrega informe:	15 de septiembre de 2017
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura
Muestra:	Miel de abeja
No. de Lote	No aplica
No. Unidades Analizadas	18

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		CAR	TEJ	LIT	APL	IMA	QUI	
Color	L*	57,24	7,5	68,05	55,99	71,39	67,11	Espectrofotometría de reflectancia
	a*	28,74	15,96	38,49	37,06	13,8	24,48	
	b*	64,42	6,3	63,49	56,74	71,15	71,97	
Cenizas	%	0,0085	0,0506	0,0205	0,0146	0,0501	0,012	AOAC 923.03
Conductividad	mS/cm	0,37	1,08	0,81	0,64	0,69	0,46	Potenciómetro
Densidad relativa	---	1,41723	1,40965	1,41516	1,4143	1,41508	1,41639	Picnómetro

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		LRC	SLS	TNG	CHA	ATQ	SRQ	
Color	L*	0,34	0,63	0,66	0,64	0,55	0,31	Espectrofotometría de reflectancia
	a*	75,56	59,29	86,93	70,82	76,81	71,32	
	b*	9,36	11,63	-1,92	8,52	-6,38	27,22	
Cenizas	%	75,3	64,71	87,14	68,76	73,76	71,09	AOAC 923.03
Conductividad	mS/cm	0,34	0,63	0,66	0,64	0,55	0,31	Potenciómetro
Densidad relativa	---	1,4187	1,41842	1,41614	1,41954	1,41677	1,41935	Picnómetro

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Metodo de ensayo
		CQJ	BAR	CHB	EMP	YQA	MAC	
Color	L*	59,22	66,46	83,67	16,01	70,12	69,48	Espectrofotometría de reflectancia
	a*	9,87	12,72	-1,18	11,17	7,19	36,93	
	b*	62,73	58,57	80,78	19,6	69,28	75,49	
Cenizas	%	0,0084	0,0041	0,0004	0,0514	0,0147	0,0014	AOAC 923.03
Conductividad	mS/cm	0,34	0,49	0,62	1,4	0,57	0,19	Potenciómetro
Densidad relativa	---	1,41549	1,41378	1,41512	1,42628	1,41691	1,407	Picnómetro

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

Bicho, José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



Av. 17 de Julio S-21 y José María
Córdova Barro El Olivo
Teléfono (06)297800
Fax Ext. 7711
Email: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec
Ibarra - Ecuador

Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales

GLOSARIO

Caducifolio: Los árboles de hoja caduca, o caducifolios, son aquellos que pierden las hojas durante una época del año, generalmente durante los períodos secos o durante los períodos fríos.

Floración endémica: Especie vegetal propia y exclusiva de una determinada zona.

HMF: siglas para Hidroximetilfurfural.

Inhibina: Peróxido de Hidrógeno. Compuesto que anteriormente se denominaba de tal manera debido a sus propiedades bacteriológicas y antifúngicas.

KTBH: Kenian Top Bar Hive. Un tipo de colmena muy conocida en África.

Opérculo: Capa de cera que cubre las celdas que en su interior lleva miel o contienen larvas de abeja.

Pecorear: Es la conducta de las abejas obreras que recolectan polen y néctar de la flora apícola de un determinado lugar geográfico.

Perennifolio: Son aquellos árboles o arbustos que poseen hojas vivas a lo largo de todo el año, en contraposición al término caducifolio

Plantas crucíferas: Son aquellas plantas pertenecientes a la familia de las Brasicáceas, o también conocidas como verduras de invierno.

Trashumancia: Acción de movilizar las colmenas a diferentes lugares dependiendo de la floración y el clima más idóneo para la producción de miel.