



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

**DEPARTAMENTO DE POSGRADOS
MAESTRIA EN GESTION DE LA CALIDAD Y SEGURIDAD
ALIMENTARIA SEGUNDA VERSION**

TEMA:

**“DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS
PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA MIEL DE ABEJAS
COMERCIALIZADA EN LA CIUDAD DE CUENCA, SEGÚN
NORMA NTE INEN 1572”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MAGISTER EN GESTIÓN DE LA CALIDAD Y
SEGURIDAD ALIMENTARIA**

AUTOR:

DRA. RUTH CAYETANA MORALES VÁZQUEZ

DIRECTOR:

DR. PIERCOSIMO TRIPALDI CAPPELLETTI MSc

CUENCA-ECUADOR

2016

Ruth Cayetana Morales Vázquez
Trabajo de Graduación
Dr. Piercosimo Tripaldi
Abril 2016

***“DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS PARA EVALUAR LA
CALIDAD DE LA MIEL DE ABEJAS COMERCIALIZADA EN LA CIUDAD DE
CUENCA, SEGÚN NORMA NTE INEN 1572”***

DEDICATORIA

A mis padres y esposo que todos los días me brindan su amor y apoyo incondicional para realizar todos mis proyectos de vida.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Piercósimo Tripaldi e Ing. Andrés Pérez por su dirección, colaboración y toda su ayuda.

A Freddy por siempre estar cuando lo necesito.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue analizar los parámetros físico-químicos de calidad para evaluar madurez, pureza y deterioro de la miel de abejas comercializada en la ciudad de Cuenca, con y sin registro sanitario; norma de referencia NTE INEN 1572 (Miel de abejas. Requisitos) mediante 10 parámetros: densidad relativa a 27 °C, azúcares reductores totales, sacarosa, relación fructosa-glucosa, humedad, acidez, sólidos insolubles, cenizas, número de diastasa e hidroximetilfurfural.

Se adquirieron 30 muestras, en los siguientes lugares: Mercados (Feria Libre, 10 de Agosto, 3 de Noviembre); tiendas naturistas; locales de distribución, productor y supermercados.

Resultados de cumplimiento: densidad relativa 100%, azúcares reductores 96,7%, sacarosa 76,7 %, relación fructosa-glucosa 33,33%, humedad 93,3%, acidez 6,7 %, sólidos insolubles 100%, cenizas 100%, hidroximetilfurfural 63,3%, número de diastasa 20 %.

En conclusión, de las 30 muestras analizadas el 13,3% cumplen con las especificaciones normativas.

PALABRAS CLAVE:

Miel de abejas, parámetros físico-químicos, NTE INEN 1572

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the physical and chemical quality parameters in order to evaluate maturity, purity and deterioration of honey with and without health registration, sold in the city of Cuenca; reference standard NTE INEN 1572 (Honey Requirements) by 10 parameters: relative density at 27 ° C; total reducing sugars; sucrose; fructose-glucose ratio; moisture; acidity; insoluble solids; ash, number of diastase; and hydroxymethylfurfural.

Thirty samples were collected at the following locations: Markets (*Feria Libre, 10 de Agosto, and 3 de Noviembre*), health food stores, wholesale stores, producers and supermarkets.

Results of compliance: 100% relative density; 96.7% reducing sugars; 76.7% sucrose, 33.33%, fructose-glucose ratio; 93.3% moisture; 6.7%, acidity; 100% insoluble solids; 100 % ash, 63.3% hydroxymethylfurfural; 20% number of diastase. In conclusion, of the 30 samples analyzed 13.3% of them meet the standard specifications.

KEYWORDS: Honey, Physical-Chemical Parameters, NTE INEN 1572


Universidad Azuay
AZUAY
Dpto. Idiomas


Translated by:
Lic. Lourdes Crespo

ÍNDICE

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Proceso de Elaboración de la miel por las abejas.....	2
1.2. Composición.....	2
1.3. Propiedades y usos	3
2. PROBLEMÁTICA:.....	4
3. JUSTIFICACION.....	5
4. OBJETIVOS	6
4.1. Objetivo General.....	6
4.2. Objetivos Específicos	6
CAPITULO I MATERIALES Y METODOS.	7
1. REQUISITOS DE NORMA	7
2. DEFINICIONES	7
3. MUESTRAS DE MIEL DE ABEJAS.....	10
4. ENSAYOS	10
4.1. Determinación de la densidad relativa a 27°C:	10
4.2. Determinación de azúcares reductores totales (glucosa-fructosa) y sacarosa: % en masa.	11
4.3. Determinación de Humedad: % en masa.....	13
4.4. Determinación de Acidez Total: meq/1000g.....	13
4.5. Sólidos Insolubles: % en masa	13
4.6. Determinación de Cenizas: % en masa	14
4.7. Determinación de hidroximetilfurfural: mg/kg	14
4.8. Determinación del número de diastasa: unidades schade	15
5. ANALISIS ESTADÍSTICO	16
5.1. Análisis Global (I).....	16

5.2. Análisis por Categorías: Registro Sanitario.....	17
5.3. Análisis por grupos de Parámetros.	17
5.4. Análisis Global (II): Clústeres.....	18
CAPÍTULO II RESULTADOS	20
1. RESULTADOS DE ANÁLISIS.....	20
2. RESULTADOS SEGÚN REGISTRO SANITARIO	24
3. RESULTADOS de parámetros de madurez	25
4. RESULTADOS de parámetros de pureza	28
5. RESULTADOS de parámetros de DETERIORO	29
6. AGRUPACIÓN DE MUESTRAS	31
CAPÍTULO III DISCUSIÓN	34
1. DISCUSION.....	34
2. CONCLUSIONES	41
REFERENCIAS	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Requisitos para la miel Norma INEN 1572	7
Tabla 2 Matriz de diseño de mezclas patrones	11
Tabla 3 Resultados: Parámetros físico-químicos. Muestras 1 a 15.....	21
Tabla 4 Resultados: Parámetros físico-químicos. Muestras 16 a 30	22
Tabla 5 Cumplimiento de las Especificaciones de la miel de abejas INEN 1572.....	23
Tabla 6 Cumplimiento de las Especificaciones de la miel de abejas INEN 1572.....	24
Tabla 7 Cumplimiento de Especificaciones por grupo de INEN 1572 divididas según registro sanitario	24
Tabla 8 Cumplimiento de Parámetros físico-químicos de INEN 1572 divididas según registro sanitario	25
Tabla 9 Cumplimiento de Parámetros de Madurez acorde a la normativa INEN 1572	25
Tabla 10 Resultados. Estadística descriptiva. Parámetros de Madurez	25
Tabla 11 Estadística descriptiva. Parámetros de Madurez. Muestras sin registro Sanitario	27
Tabla 12 Estadística descriptiva. Parámetros de Madurez. Muestras con registro Sanitario	27
Tabla 13 Cumplimiento de Parámetros de Pureza acorde a la normativa INEN 1572.	28
Tabla 14 Resultados. Estadística descriptiva. Parámetros de Pureza.....	29
Tabla 15 Cumplimiento de Parámetros de Deterioro acorde a la normativa INEN 1572	29
Tabla 16 Resultados. Estadística descriptiva. Parámetros de Madurez	29
Tabla 17 Parámetros para los Centros de los Grupos de Agrupación (Clúster)	32
Tabla 18 Análisis ANOVA	32
Tabla 19 Agrupación de las muestras según clústeres	33
Tabla 20 Comparación de normativa INEN con normas y estándares internacionales	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Apis Mellifera</i>	2
Figura 2 Espectro Fructosa al 25%	11
Figura 3 Espectro Glucosa al 25%.....	12
Figura 4 Espectro Sacarosa al 25%.....	12
Figura 5 Curva de regresión polinómica de segundo orden	16
Figura 6 Proceso de Análisis Estadístico Global (I).....	16
Figura 7 Proceso de Análisis Estadístico por Categorías	17
Figura 8 Proceso de Análisis Estadístico por Grupo de Parámetros	18
Figura 9 Proceso de Análisis Estadístico por Clústeres	19
Figura 10 Análisis de Clúster. Parámetros de Madurez	26
Figura 11 Relación Sacarosa vs Azúcares Reductores.....	27
Figura 12 Clúster según registro sanitario, para los parámetros de madurez.....	28
Figura 13 Clúster a dos pasos de parámetros de deterioro.....	30
Figura 14 Relación Diastasa y HMF.....	30
Figura 15 Relación Diastasa y HMF. Categorizadas por Registro Sanitario.....	31

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La miel de abejas ha sido consumida por la humanidad desde épocas inmemoriales, las civilizaciones antiguas se alimentaban de plantas silvestres y animales, eran cazadores y recolectores, por supuesto consumían la miel de abejas, ya que no disponían de otra sustancia edulcorante. Desde épocas antiguas se la utilizaba además como producto “medicinal”, para curar diferentes tipos de patologías y desde luego por sus propiedades alimenticias. Todas estas aplicaciones siguen vigentes hasta la actualidad.

El Codex Alimentarius, define a la miel de abeja de la siguiente manera:

“Se entiende por miel la sustancia dulce natural producida por abejas Apis mellifera a partir del néctar de las plantas o de secreciones de partes vivas de éstas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de las mismas y que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y depositan, deshidratan, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje”. Además establece que “la miel vendida como tal no deberá contener ningún ingrediente adicional, incluidos los aditivos alimentarios, ni tampoco adición alguna que no sea miel”. “No deberá calentarse ni elaborarse la miel en medida tal que se modifique su composición esencial y/o se menoscabe su calidad”. “No se deberán utilizar tratamientos químicos o bioquímicos para influir en la cristalización de la miel”. (Codex alimentarius, 2001)

Las abejas melíferas de la especie Apis mellifera, son insectos eusociales, pertenecientes al orden Himenópteros, al género apís y especie mellifera. Están compuestas por tres categorías de abejas: una reina, miles de obreras y un número variable de zánganos, viven en grandes sociedades llamadas colonias, perfectamente organizadas, donde cada individuo realiza una función determinada de acuerdo a su edad y desarrollo físico. Recolectan néctar, polen, mielada, para el mantenimiento de sus crías y su propia alimentación, a través de la polinización, garantizan la perpetuación de la especie vegetal. (Pierre Jean-Prost, Yves Le Conte, & P. Medordi, 2007)

Las abejas melíferas más ampliamente usadas son las razas europeas de Apis mellifera, una especie de abeja que se encuentra también en África y Medio Oriente. Los colonizadores europeos trajeron estas abejas al “nuevo continente”. No hay razas de abejas melíferas originarias de las américas; existen muchas diferentes especies silvestres de abejas sin aguijón. En 1956 fueron introducidas algunas reinas de Apis mellifera africana en Brasil y se han extendido a lo largo de América del Sur, central y el sur de EEUU. (Pierre Jean-Prost et al., 2007)

En el Ecuador se maneja la abeja africanizada, esta raza ingreso en el país en los años 70s. (Andrade Evelyn, 2009)



Figura 1 *Apis Mellifera*

Fuente: Abejapedia. Enciclopedia Especializada

1.1. Proceso de Elaboración de la miel por las abejas

La materia prima que utilizan las abejas para la producción de miel es el néctar; que es el líquido azucarado segregado por los nectarios, distinguiéndose tres tipos según los azúcares que contengan: néctares que contienen exclusivamente sacarosa, los que tienen una cantidad equilibrada de sacarosa, glucosa y fructosa, y los que contienen una mezcla de glucosa y fructosa, en partes iguales o con predominio de alguno de los azúcares. La mayoría de los néctares son ácidos (pH 2,7-6,4), aunque algunos son alcalinos (pH 9,1). (Angel Gil, 2010) .También utilizan la mielada; que es un líquido azucarado que las abejas recolecta en las hojas de diversos árboles y arbustos, como pino, tilo, cedro, maíz, cereales; o elaborados por la secreción de los pulgones, cochinillas u otros hemípteros, parásitos de los vegetales, en lo que chupan la savia elaborada, la savia es filtrada en su cuerpo, los azúcares y agua que contienen en exceso son eliminados por el ano, bajo la forma de gotitas almibaradas. Su proporción de azúcares es muy variable. (Pierre Jean-Prost et al., 2007)

Estas sustancias sufren cambios en el buche de las abejas, al incorporar secreciones salivares, que poseen enzimas como son: diastasas, invertasa y glucosa oxidasa, iniciándose ya la transformación en miel por la acción enzimática, siendo transportadas a la colmena por las recolectoras quienes lo ceden a otra regurgitándolo a abejas más jóvenes, este paso se repite varias veces, las abejas lo transforman y va aumentando su concentración, el néctar o mielada se va enriqueciendo con sustancias específicas propias de las abejas. Después es depositado en las celdas, donde se concentra más ya que las abejas lo ventilan con sus alas, donde se lo va deshidratando, entonces cuando tiene una humedad del 20 % aproximadamente podemos definirla como miel, así la miel podrá ser bien conservada y las celdas llenas serán operculadas con cera pura. Dejándola en la colmena para que madure.(Nicola Bradbear, 2005)

1.2. Composición

La miel de abejas posee más de 200 sustancias diferentes. (Angel Gil, 2010) .Se compone esencialmente de hidratos de carbono representan el 80-82 % del contenido total de la miel, gran parte de estos están desdoblados, pre digeridos, facilitando enormemente su absorción; predominantemente fructosa en un 38 % y glucosa 31 %, en términos generales aunque existen algunas excepciones; variando su proporción de acuerdo al clima y la floración, también acorde a estas proporciones será mayor o menor la velocidad de cristalización. También encontramos disacáridos el más abundante es la maltosa 7 % como media, luego la sacarosa entre el 1-3 % y otros en menores proporciones. Otras sustancias como ácidos orgánicos, enzimas, proteínas y aminoácidos, vitaminas, minerales, sustancias aromáticas, pigmentos, cera, granos de polen, hormonas entre otras.(Codex alimentarius, 2001)

La composición de la miel varía según: su origen botánico, climático y geográfico; la forma de extracción (escurrida, prensada, centrifugada), maduración, conservación, razas de abejas, condiciones ambientales. (Angel Gil, 2010), (José Ulloa, Pedro Mondragón, Rogelio Rodríguez, Juan Reséndiz, & Petra Rosas, 2010)

El mantenimiento de la composición original de este alimento, así como de sus propiedades físico-químicas y microbiológicas depende de muchos factores Como almacenamiento, recolección, tiempo, etc.

COLOR: Puesto que las abejas recolectan néctar de diferentes flores, que poseen diferentes sustancias colorantes, se obtiene mieles de muchos tonos que van desde transparentes hasta negras, pasando por blancas, cremas, café, amarilla, rojiza, verduzca, según la floración y el contenido de polen.

Las mieles oscuras poseen 4 veces más minerales, que las claras lo cual les otorga mayores propiedades medicinales.

Cuando la miel permanece mucho tiempo guardada o se calienta por largo tiempo, puede cambiar de color volviéndose más oscura. (Pierre Jean-Prost et al., 2007)

OLOR Y SABOR: Varían y va a depender de las esencias de las flores dominantes, derivan de la planta de origen. (Gobierno de Aragón. Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente, 2015)

CONSISTENCIA: Podrá ser fluida, viscosa, cristalizada total o parcialmente. Variara según su origen botánico.(J. Agudelo Ramos, 2015)

1.3. Propiedades y usos

La bioactividad de la miel ha sido usada en Apiterapia para prevenir, curar o recuperar de varias enfermedades. Entre las principales propiedades terapéuticas que se le atribuyen están: Antibacteriana, cicatrizante de heridas, quemaduras y úlceras de la piel, astringente, suavizante, antioxidante, tónica, descongestionante. (Angel Gil, 2010),(José Ulloa et al., 2010)

La miel es un producto natural ideal para la alimentación, su valor nutricional se debe a su contenido de azúcares simples de rápida asimilación, por lo tanto es altamente calórica, por lo que resulta útil como fuente de energía. Además contiene minerales como el calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, zinc, fósforo y potasio, también contiene vitaminas como A, E, C, B6 y B12. Además tiene propiedades conservadoras sobre otros alimentos.

La OMS y la FAO recomiendan incluir en la dieta diaria la miel de abejas por su acción positiva en el organismo. (Martha J. Subosvsky, Ángela Sosa-López, & Alicia Castillo, 2003)

El mantenimiento de la composición original de este alimento, así como de sus propiedades físico-químicas y microbiológicas depende de muchos factores Como almacenamiento, recolección, tiempo, etc.

De estas definiciones podemos colegir que la miel de abejas es un producto que en todo el mundo está relacionado con un alimento de origen natural, que es beneficioso para la salud y que es sinónimo de buena alimentación, razón por la cual es importante realizar una caracterización de los parámetros físico-químicos de la miel de abejas comercializada en la ciudad de Cuenca, que permitan establecer los requisitos

mínimos de calidad de la misma. Siendo este un producto con una serie de propiedades que contribuyen al bienestar de los consumidores.

2. PROBLEMÁTICA:

En el Cantón Cuenca la actividad apícola se ve reducida al ámbito artesanal, sin existir industrialización en la producción de miel de abejas y los pocos productores existentes, realizan su actividad a nivel familiar, o hasta como una actividad recreativa, en algunos casos. La producción existente, es obtenida de una manera artesanal, con una tecnología insipiente, usando equipos y herramientas inadecuados. (Galarza, 2010)

En los procesos productivos no se considera la importancia de controlar parámetros de calidad normados por la legislación ecuatoriana, que están contemplados en la norma NTE INEN 1572 (Miel de Abejas Requisitos); así pues se podría decir que este producto se oferta sin una calidad consolidada.

La miel de abejas así procesada se comercializa de manera casera, en ferias agropecuarias, en tiendas naturistas y en los mercados locales, en las calles, sin contar con registro sanitario.

La miel de abejas también es vendida en diversos comercios de la ciudad, con diferentes marcas comerciales y que cuentan con registro sanitario; siendo necesario evidenciar su calidad, contra la NTE INEN 1572.

El consumidor asocia a la miel de abejas como un producto natural, saludable, curativo y nutritivo por tanto, desearía que sea de la más alta calidad; por lo tanto determinar los requisitos normativos, permitirá caracterizar la miel de abejas comercializada en la ciudad de Cuenca. Protegiendo el interés de los consumidores.

3. JUSTIFICACION

Tradicionalmente el concepto de calidad alimentaria está definido como la seguridad para el consumidor e incluye aspectos higiénico-sanitarios y nutritivos de los alimentos. Las características de los productos que se consumen en nuestro país están reguladas básicamente por el INEN; la norma NTE INEN 1572 (Miel de Abejas Requisitos) establece los requisitos que debe cumplir la miel de abejas para consumo humano, incluye entre otros las especificaciones físico-químicas de la miel de abejas, que brindan a los consumidores la garantía de calidad.

La miel de abeja sobresale como un producto natural con un sinnúmero de propiedades nutricionales y terapéuticas cuya demanda aumenta año tras año. Los consumidores de miel de abejas en su afán de satisfacer sus necesidades nutricionales así como de salud, busca un producto de pureza y calidad garantizada. Ante la carencia de información sobre la calidad de la miel es necesario realizar la presente investigación para determinar si la miel de abejas comercializada en la ciudad de Cuenca cumple con los parámetros físico-químicos de la NTE INEN 1572.

Las determinaciones que se realizaron son las siguientes: Parámetros de madurez: Azúcares reductores totales, Sacarosa y Humedad; parámetros de pureza: Sólidos insolubles, cenizas; parámetros de deterioro: Acidez, número de diastasa, hidroximetilfurfural.(Grupo Mercado Común, s. f.)

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Analizar los parámetros físico-químicos de calidad que evalúan la madurez, pureza y deterioro de la miel de abejas comercializada en la ciudad de Cuenca. Norma NTE INEN 1572 1988-04 Miel de abejas. Requisitos.

4.2. Objetivos Específicos

Realizar los análisis de parámetros físico-químicos para establecer la calidad de la miel de abeja que se comercializa en la ciudad de Cuenca tanto con registro sanitario como sin registro sanitario.

Analizar los parámetros de madurez: Azúcares reductores totales, Sacarosa y Humedad.

Analizar los parámetros de pureza: Sólidos insolubles, cenizas.

Analizar los parámetros de deterioro: Acidez, número de diastasa, hidroximetilfurfural.

CAPITULO I

MATERIALES Y METODOS.

1. REQUISITOS DE NORMA

La norma que regula los requisitos que debe cumplir la miel de abeja para consumo humano directo y para usos industriales es la Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria INEN 1572:1988-04 Miel de Abejas: Requisitos. Esta norma diferencia dos clases de miel: la Clase I que hace referencia a miel de abejas para consumo humano directo, y la Clase II que hace referencia a miel de abejas para usos industriales. La Tabla 1 muestra estos requisitos.

Tabla 1 Requisitos para la miel Norma INEN 1572

REQUISITO	UNIDADES	CLASE I		CLASE II	
		MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO
Azúcares reductores totales	% en masa	65	-	60	-
Sacarosa	% en masa	-	5	-	7
Relación fructosa-glucosa	-	1	-	1	-
Humedad	% en masa	-	20	-	23
Sólidos insolubles	% en masa	-	0.2	-	0,5
Cenizas	% en masa	-	0,5	-	0,5
Densidad relativa a 27 °C		1,39	-	1,37	-
Hidroxiacetilfurfural	mg/kg	-	40	-	40
Número de diastasa	-	8	-	7	-
Acidez	meq/1000g	-	40	-	40

* En la miel de abejas de cítricos se aceptará como máximo 15 ug/kg

** En la miel de abejas de cítricos se aceptará como mínimo 3 unidades

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1572

2. DEFINICIONES

Glucosa (dextrosa):

Es un monosacárido ($C_6H_{12}O_6$) del grupo de las Hexosas (aldosa); en la miel es producida como resultado de la hidrólisis de la sacarosa del néctar, por acción de la enzima invertasa producida por las abejas. Tiene poder reductor, se encuentra libre en las frutas y en la miel. (Morrison & Boid, 1998), (Angel Gil, 2010)

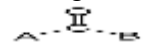
Fructosa (levulosa):

Es un monosacárido ($C_6H_{12}O_6$), del grupo de las cetosas que se encuentra en muchos frutos, por lo que se le denomina “azúcar de la fruta” a los que otorga su sabor dulce característico, es un componente de la miel, la sacarosa y la inulina. En la miel se obtiene, también como resultado de la hidrólisis de la sacarosa del néctar por acción de enzima invertasa, producida por las abejas. (Morrison & Boid, 1998), (Angel Gil, 2010)

Relación fructosa-glucosa:

La relación fructosa-glucosa debería ser mínimo 1, según NTE INEN 1572; con lo cual se retardaría el proceso normal de cristalización, por ser esta una solución sobresaturada de azúcares, la cristalización dependiente del contenido de glucosa, a mayor cantidad de glucosa más rápido se produce la cristalización. (J. Agudelo Ramos, 2015)

Sacarosa:

Es un disacárido ($C_{12}H_{22}O_{11}$) formado por un enlace entre glucosa y fructosa mediante un puente de oxígeno entre dos grupos carbonilo () potenciales, lo que indica que no tiene carácter reductor, tampoco fermenta directamente, ya que existe una sola variedad, cristaliza más fácilmente, lo que suele impedirse agregando jarabe de glucosa o por inversión de una pequeña cantidad de sacarosa. (Morrison & Boid, 1998)

El contenido de sacarosa en la miel de abejas puede estar relacionado con el contenido inicial en el néctar. Un porcentaje mayor al 8 % está relacionado con la adulteración de la miel de abejas ya sea por adición o por alimentación de las abejas con jarabe, que es si misma se podría considerar como adulteración. (Orlando Valega, s. f.)

Humedad:

El porcentaje de humedad en la miel de abejas va a depender de muchos factores entre los cuales se anota las condiciones climáticas, periodo del año, humedad inicial del néctar, origen biogeográfico, grado de maduración de la miel al momento de la extracción.

La miel es un producto higroscópico, lo que hace que su contenido de agua pueda variar, si no es almacenada en forma adecuada.

La variación en el porcentaje de humedad intervendrá en factores como la cristalización, a mayor cantidad de agua menor es la tendencia a cristalizar y la estabilidad desde el punto de vista microbiológico, mieles con niveles altos de humedad podrían fermentarse.

Una de las razones por las que suele superarse el 20 % de humedad, es que fue cosechada antes de que alcance la humedad adecuada o al almacenamiento de la misma en condiciones inadecuadas. (Angel Gil, 2010), (Pierre Jean-Prost et al., 2007)

Sólidos insolubles:

Los sólidos insolubles son usualmente cera, insectos, material vegetal y polen. Nos permite detectar el contenido de impurezas, siendo un medio importante de control higiénico. (J. Agudelo Ramos, 2015)

Cenizas:

En miel el contenido de cenizas dependerá de la fuente del néctar o mielada, que a su vez estará influido por el origen botánico como por las condiciones edáfico-climáticas y los métodos de extracción. Las mieles florales poseen un contenido de cenizas menor que las de mielada. En la miel el porcentaje de minerales es muy bajo 0,05 a 1,5 %. (Angel Gil, 2010)

La determinación de cenizas es un parámetro de pureza (higiene), pues valores elevados podrían indicar contaminación con tierra o adulteración con melaza. (Pierre Jean-Prost et al., 2007)

Densidad relativa a 27 °C:

La densidad relativa varía dependiendo de la humedad.

Hidroximetilfurfural:

El HMF es un aldehído formado por la deshidratación de la fructosa, apareciendo de forma espontánea en la miel debido a su pH ácido y humedad. La cantidad de HMF aumenta a medida que aumenta la temperatura y el tiempo al que la miel este expuesta a calentamiento o almacenamiento prolongado. Por lo que mieles de regiones tropicales poseen mayor cantidad de HMF, así como mieles más ácidas en función del tiempo. (J. Agudelo Ramos, 2015)

Son apreciables alteraciones de color, sabores y olores extraños, además de afectarse sus propiedades terapéuticas, contenido de enzimas y vitaminas. (Angel Gil, 2010)

El contenido de HMF es indicativo de las condiciones de almacenamiento, tratamiento térmico y edad, valores superiores a 40mg/kg (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012d), son indicativo de mieles viejas, de baja calidad o excesivamente calentadas o adulteradas con azúcar invertida. (Martha J. Subosvsky et al., 2003)

Según la International Honey Commission, este parámetro es el factor de calidad más importante para evaluar la frescura de la miel y el sobrecalentamiento. (Swiss Bee Research Centre, 2000)

Diastasa:

La diastasa es una enzima también llamada amilasa, por ser una enzima digestora del almidón. (Los orígenes de esta son muy discutidos y no se sabe a ciencia cierta si proviene del polen en el néctar o de la abeja). Se utiliza como un indicador de sobrecalentamiento y frescura.(J. Agudelo Ramos, 2015)

El índice de diastasa no puede ser evaluado, por sí sólo, como parámetro de calidad, por ello conviene analizarlo con el HMF, como parámetro de calidad complementario. Existe una relación inversa que, cuanto mayor sea el valor de HMF, menor será el correspondiente al índice de diastasa, dependiendo de la temperatura y el pH. (Nashiely Morales-Ramírez, Adolfo Amador-Mendoza, Cecilia Martínez-Schez, & Erasmo Herman-Lara, 2006)

Acidez:

La acidez es un importante parámetro de calidad, que evalúa el deterioro de producto. La acidez indica el grado de frescura de la miel; la contaminación por microorganismos supone un aumento en su contenido de ácidos libres, ocasionando problemas de fermentación. El sobrecalentamiento es otro factor que incrementa la acidez. También aumenta durante el almacenamiento, dependiendo de su temperatura, siendo mayor el incremento de las lactonas que de los ácidos libres. (J. Agudelo Ramos, 2015)

Es importante considerar que existe una considerable variación natural de la acidez de la miel.(Swiss Bee Research Centre, 2000)

Uno de los principales ácidos es el glucónico, este se forma por la acción de la enzima glucosa oxidasa, sobre la glucosa, durante el proceso de transformación de néctar a

miel. Existen por lo menos 20 ácidos orgánicos entre los cuales están acético, cítrico, fórmico, etc. Los mismos que contribuyen a la estabilidad microbiológica, además de influir en su aroma. (Angel Gil, 2010), (Avilés, Humberto & Matos, Alfredo, 2009)

En la miel se cuantifican tres tipos de acidez: acidez libre, lactónica y total. La acidez libre se diferencia de la lactónica, por cuanto algunos ácidos de la miel son hidroxiaácidos, es decir son ácidos y alcoholes a la vez. En esta clase de moléculas, en los casos que es posible la formación de un anillo de 5 o 6 átomos, se produce una esterificación intramolecular, de modo que un y o & hidroxiaácido pierde agua espontáneamente para generar un éster cíclico que se conoce como lactona. (Morrison & Boid, 1998)

La determinación de la acidez lactónica en la miel se realiza tras la adición de un exceso conocido de base, puesto que este tratamiento, abre rápidamente el anillo lactónico para dar una sal de cadena abierta. (Susana Sanz & Mercedes Sanz, 1994)

3. MUESTRAS DE MIEL DE ABEJAS

Se adquirieron 18 muestras de miel de abejas en los siguientes lugares de la ciudad de Cuenca: Mercados, (Feria Libre, 10 de Agosto y 3 de Noviembre); en tiendas naturistas; en locales de distribución de miel de abejas; 11 muestras en supermercados con marca y registro sanitario. Además de 1 muestra obtenida directamente de las colmenas de un productor, muestra 30, a la que llamaremos "patrón".

Se realizaron los análisis físico-químicos en el laboratorio de Química-Física de Alimentos de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay.

4. ENSAYOS

4.1. Determinación de la densidad relativa a 27°C:

Método: Siendo la densidad relativa la relación entre la masa de un volumen dado de una sustancia a una temperatura t y la masa de un volumen igual de agua a 27 °C. Así la densidad relativa de la miel de abejas a 27 °C será: la relación por cociente entre la densidad una muestra de miel de abejas y la del agua destilada utilizado un picnómetro. NTE INEN 1632 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012a)

Instrumental: Balanza analítica, picnómetro, baño de maría, termómetro.

Procedimiento: Se llenó el picnómetro tarado con agua destilada, para introducirlo a baño de María por 30 minutos a 27 °C, sacar y colocar el tapón, secar con cuidado, luego pesar con aproximación al 0,1 mg.

Las muestras homogenizadas por agitación, se colocan en el picnómetro tarado, se introducen a baño de maría a 27 °C, hasta alcanzar dicha temperatura, se retira el picnómetro, se coloca el tapón y se limpia con papel filtro. Luego pesar con aproximación al 0,1 mg.

Cálculos:

$$D = \frac{m_2 - m}{m_1 - m}$$

Siendo:

D= Densidad relativa a 27°C

m= masa de picnómetro vacío, en gramos

m₁= masa de picnómetro con agua destilada, en gramos

m₂= masa del picnómetro con la miel de abejas, en gramos

4.2. Determinación de azúcares reductores totales (glucosa-fructosa) y sacarosa: % en masa.

Método:

Construcción del modelo

Se construyó el modelo de calibración utilizando el método de mínimos cuadrados parciales, para lo cual se utilizaron 38 soluciones patrón sintéticas de glucosa, fructosa y sacarosa, acorde al diseño experimental que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2 Matriz de diseño de mezclas patrones

FRUCTOSA	GLUCOSA	SACAROSA
0,5, 10, 15, 20,25 %	0,5, 10, 15, 20,25 %	0,5, 10, 15, 20,25 %
1	0	0
0	1	0
0	0	1
1/2	1/2	0
1/2	0	1/2
0	1/2	1/2
1/3	1/3	1/3

Fuente: Propia

La Figura 2, la Figura 3 y la Figura 4 muestran los resultados para las muestras de Fructuosa, Glucosa y Sacarosa al 25 %

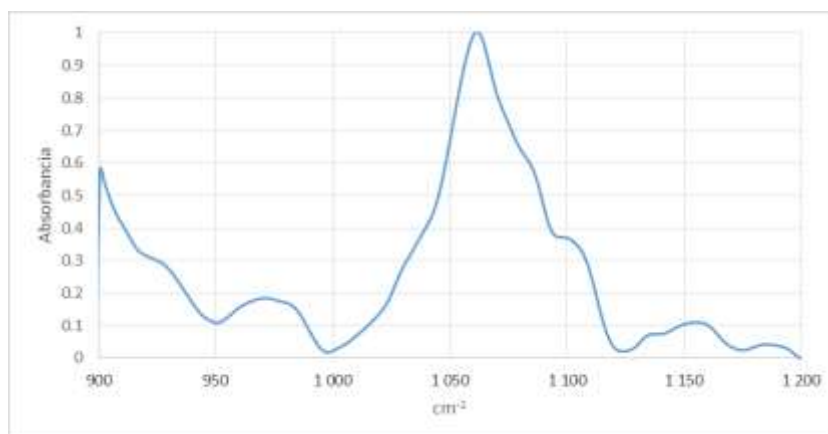


Figura 2 Espectro Fructosa al 25%

Fuente: Propia

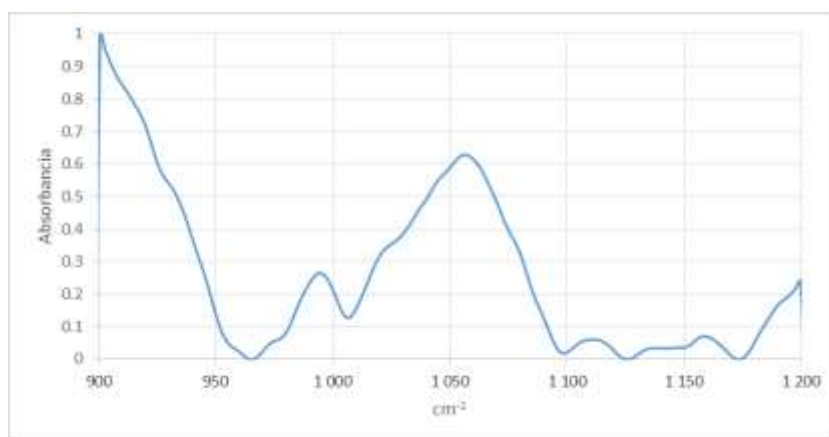


Figura 3 Espectro Glucosa al 25%
Fuente: Propia

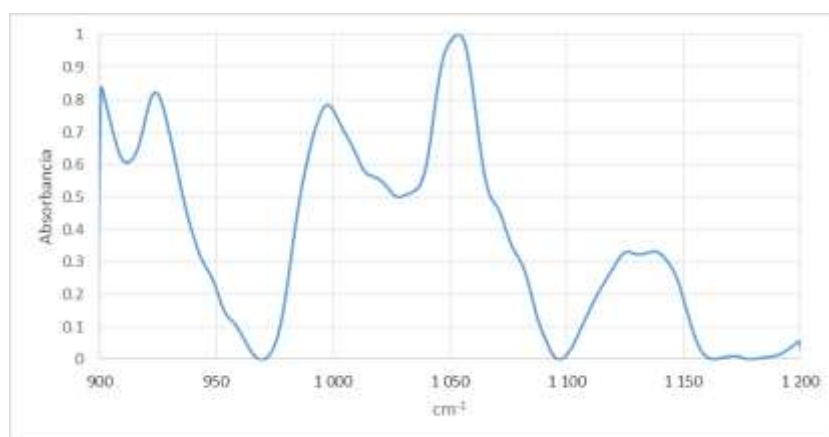


Figura 4 Espectro Sacarosa al 25%
Fuente: Propia

Los espectros han sido normalizados entre 0 - 1 (Asmund Rinnan et al., 2009) suavizados con 4 puntos, utilizando el promedio móvil de 9 puntos.

Se recolectaron de cada patrón las regiones entre 890-1200 cm^{-1} , que corresponden a las huellas digitales de los carbohidratos. (Adina, Florinela, Abdelmoumen, & Carmen, 2010)

El algoritmo PLS ha sido aplicado mediante la metodología de Leardi, implementada en la rutina GA de Matlab. (Milano Chemometrics & QSAR Research Group, 2013)

Para garantizar la calidad del modelo en predicción se aplicó el método de validación cruzada de tipo ventanas venecianas con cinco grupos.

El algoritmo de Leardi selecciona sea las variables importantes, que el número de componentes óptimas. (Lordi, R. & Lupianez, A., 1998)

Instrumental: Equipo.- Nicolet IR 100 FT-IR Thermo scientific, dispositivo ATR, balanza analítica, matraces aforados, probetas graduadas, vasos de precipitación.

4.3. Determinación de Humedad: % en masa

Método: Para determinar la humedad, el método se basa en la determinación del índice de refracción de la miel de abejas a 20 °C y aplicando tablas. NTE INEN 1632.(Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012a)

Instrumental: refractómetro tipo ABBE 3L Bausch & Lomb, precisión de 0,1-0,01.

4.4. Determinación de Acidez Total: meq/1000g

Método: La acidez total es la suma de las sustancias ácidas que pueden valorarse en una muestra de miel por la adición de una solución alcalina de normalidad conocida. Por valoración con álcali, utilizando un potenciómetro. NTE INEN 1634.(Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012b), AOAC Official Method 962.19(George Latimer, 2012)

Instrumental: Potenciómetro Mettler Toledo Seven compact pH/Ion, electrodo MT Inlab ® Expert Pro pH; balanza analítica, vaso de precipitación, agitador magnético, potenciómetro, bureta y pipeta.

Procedimiento:

Se homogeniza la miel por agitación y se pesa 10 gramos de las muestras, diluir con 75 ml de agua destilada exenta de CO₂, agitar y determinar el pH, titular con una solución de NaOH 0,05N hasta pH 8,5; se añade inmediatamente 10ml de NaOH 0,05 N y retitular con HCl 0,05N hasta pH 8,3.

Cálculos:

Acidez Libre= (ml NaOH 0,05 N-ml blanco)*50/g de muestra

Lactonas: (10 – ml HCl 0,05 N)*50/g de muestra

Acidez total= Acidez libre + Lactonas

4.5. Sólidos Insolubles: % en masa

Método: Este método se basa en la eliminación de los azúcares de la miel de abejas para obtener un residuo insoluble en agua. (J. Agudelo Ramos, 2015)

Instrumental: Balanza analítica, vaso de precipitación, papel filtro, estufa, desecador.

Procedimiento: Se diluyo 20 g de miel con agua destilada a 80 °C, filtrar en papel filtro, previamente pesado y secado. Filtrar las muestras y lavar a fondo con agua a 80°C hasta eliminar los azúcares, ensayo de Mohr. Dejar secar hasta, enfriar hasta peso constante, pesar con aproximación a 0,1 mg.(Instituto Nacional de Normalización, 2006b)

Cálculos:

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

S= solidos insolubles, porcentaje en masa

m= masa de la muestra, en gramos

m_1 = peso papel filtro vacío
 m_2 = peso papel con residuo, en gramos

4.6. Determinación de Cenizas: % en masa

Método: Este método se basa en la incineración del producto hasta obtener un residuo incombustible. NTE INEN 1636. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012c). AOAC Official Method 920.181 (George Latimer, 2012)

Instrumental: balanza analítica, baño maría, cápsula, mufla, desecador, estufa

Procedimiento: Se pesó aproximadamente 5 g de muestra se coloca en una capsula previamente tarada, colocar la muestra en una estufa a 100 °C, hasta que la muestra se ennegrezca y seque. El residuo seco se calcina en la mufla a 600 °C hasta peso constante y presencia de cenizas blancas, se enfría en un desecador y pesa con aproximación al 0,1 mg.

Cálculos:

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

C= cenizas, porcentaje en masa

m= masa de la cápsula vacía, en gramos

m_1 = masa de la cápsula con la muestra, en gramos

m_2 = masa de la cápsula con cenizas, en gramos

4.7. Determinación de hidroximetilfurfural: mg/kg

Método: El método se basa en determinar el contenido de HMF mediante espectrofotometría de absorción molecular UV, midiendo la absorbancia a longitudes de onda de 284 nm y 336 nm. NTE INEN 1637. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012d),(Instituto Nacional de Normalización, 2006a), AOAC Official Method 980.23 (George Latimer, 2012)

Instrumental: Espectrofotómetro Evolution 60 Thermo scientific, balanza analítica, vaso de precipitación, pipetas, tubos de ensayo, balones aforados, embudos, papel filtro.

Procedimiento: Se homogeniza la muestra de miel sin calentar evitando la entrada de aire. Se pesa 5 g de muestra, agregar 25 ml de agua destilada, agitar hasta disolución, añadir 0,5 ml de Carrez I y mezclar, agregar 0,5 ml de Carrez II y mezclar. Transferir cuantitativamente a un matraz aforado de 50 ml y aforar. Agitar y filtrar, eliminar los 10 primeros ml del filtrado. Colocar 5 ml del filtrado en dos tubos de ensayo, al uno añadir agua destilada y a la otra solución de bisulfito de sodio. Se midió la absorbancia de las soluciones a 284 nm y 336 nm, se diluyen con agua las muestras que den lecturas de absorbancia mayores a 0,6.

Cálculos:

$$HMF\ 100\ g\ de\ miel = \frac{(A_{284} - A_{336}) \times 5 \times 14,97}{g\ de\ muestra}$$

A₂₈₄= absorbancia de la muestra a 284 nm

A₃₃₆= absorbancia de la muestra a 336 nm

4.8. Determinación del número de diastasa: unidades schade

Método: El número de diastasa es la cantidad, en centímetros cúbicos, de una solución de almidón al 1%, hidrolizada en una hora por la enzima contenida en 1g de miel. NTE INEN 1638, (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012e). AOAC Official Method 958.09 (George Latimer, 2012)

Instrumental: Espectrofotómetro Evolution 60 Thermo scientific, balanza analítica, vasos de precipitación, probetas graduadas, pipetas graduadas, matraz aforado, matraz Erlenmeyer, baño María, cronómetro.

Procedimiento: Se homogeniza la muestra de miel sin calentar evitando la entrada de aire. Se pesa 5 g de muestra, disolver en 10 ml de agua destilada y 2,5 de solución tampón, se transfiere a un matraz que contiene 1,5 ml de solución de cloruro de sodio y aforar. Colocar en matraces 5 ml de solución de almidón y 5 ml de solución de miel, poner a baño María a 40 °C ± 0,02 °C por 15 minutos, agregar la solución de almidón a la miel, agitar y tomar el tiempo, en 5 minutos colocar sobre 10 ml de la solución diluida de yodo 1 ml de la solución de miel con almidón, leer la absorbancia. Anotar el tiempo de reacción y continuar tomando alícuotas de 1 ml cada cierto tiempo hasta que la absorbancia sea menor a 0,235.

Cálculos:

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

Donde:

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

Este índice de diastasa corresponde al número de la escala de Gothe. (COVENIN, 1984)

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

Para la determinación de t, se realizó una curva de regresión polinómica del tiempo en minutos versus la absorbancia obtenida. La Figura 5 muestra la curva para la muestra patrón.

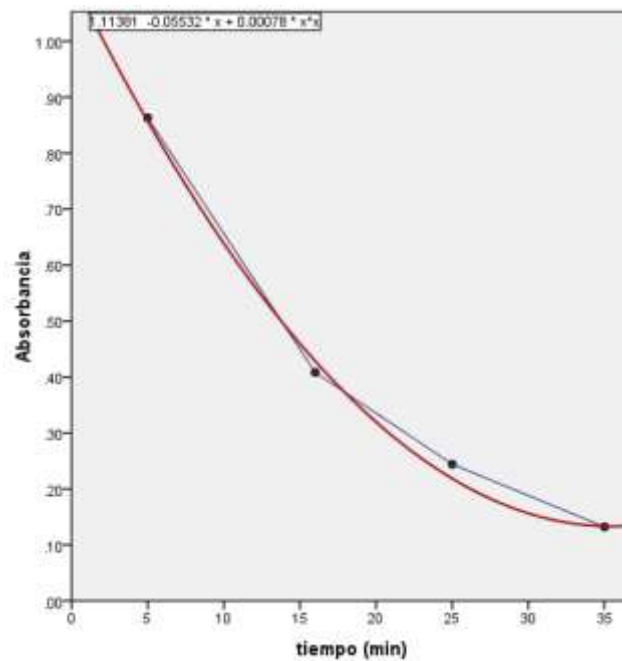


Figura 5 Curva de regresión polinómica de segundo orden
Fuente: Propia

5. ANALISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de resultados se divide en 4 fases, determinadas por los objetivos específicos:

- Análisis Global (I): Cumplimiento de la Norma
- Análisis por Categorías: Registro Sanitario
- Análisis por Grupos de Parámetros: Madurez, Deterioro y Pureza
- Análisis Global (II): Agrupación de datos

Para el desarrollo del análisis se utilizó el software IMB® SPSS® Statistics versión 22.0.0.0

5.1. Análisis Global (I)

La Figura 6 muestra los pasos seguidos para el Análisis Global (I): A partir de la base de datos se analiza el cumplimiento de especificaciones según NTE INEN 1572 para cada parámetro, mediante uso de condicionales (función If) se establece el valor de variable acorde a Cumple Clase I, Cumple Clase II, o No Cumple.

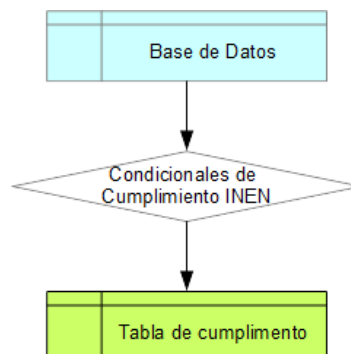


Figura 6 Proceso de Análisis Estadístico Global (I)
Fuente: Propia

5.2. Análisis por Categorías: Registro Sanitario

La Figura 7 muestra los pasos seguidos para el Análisis por Categorías. La categoría a analizar es “Registro Sanitario”, siendo su valor Sí o No. Para cada una de las categorías se analizan nuevamente las condiciones de cumplimiento, siguiendo el mismo proceso que el Análisis Global, obteniendo una Tabla cruzada (categoría vs parámetro) incluyendo información del porcentaje de cumplimiento. Finalmente se conduce un análisis de t de student para datos pareados, para observar si se conserva o se rechaza la hipótesis nula (No existe variación entre categorías).

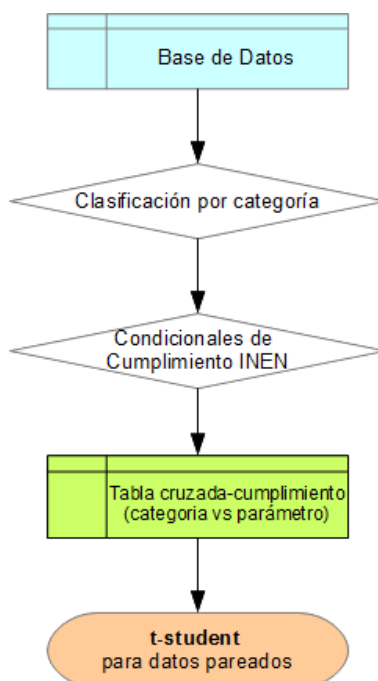


Figura 7 Proceso de Análisis Estadístico por Categorías

Fuente: Propia

5.3. Análisis por grupos de Parámetros.

Se analiza el cumplimiento para los grupos de parámetros de madurez, pureza y deterioro, cada uno de estos grupos están compuestos por dos o tres parámetros de la base de datos original. El proceso de análisis para cada uno de estos grupos se muestra en la Figura 8

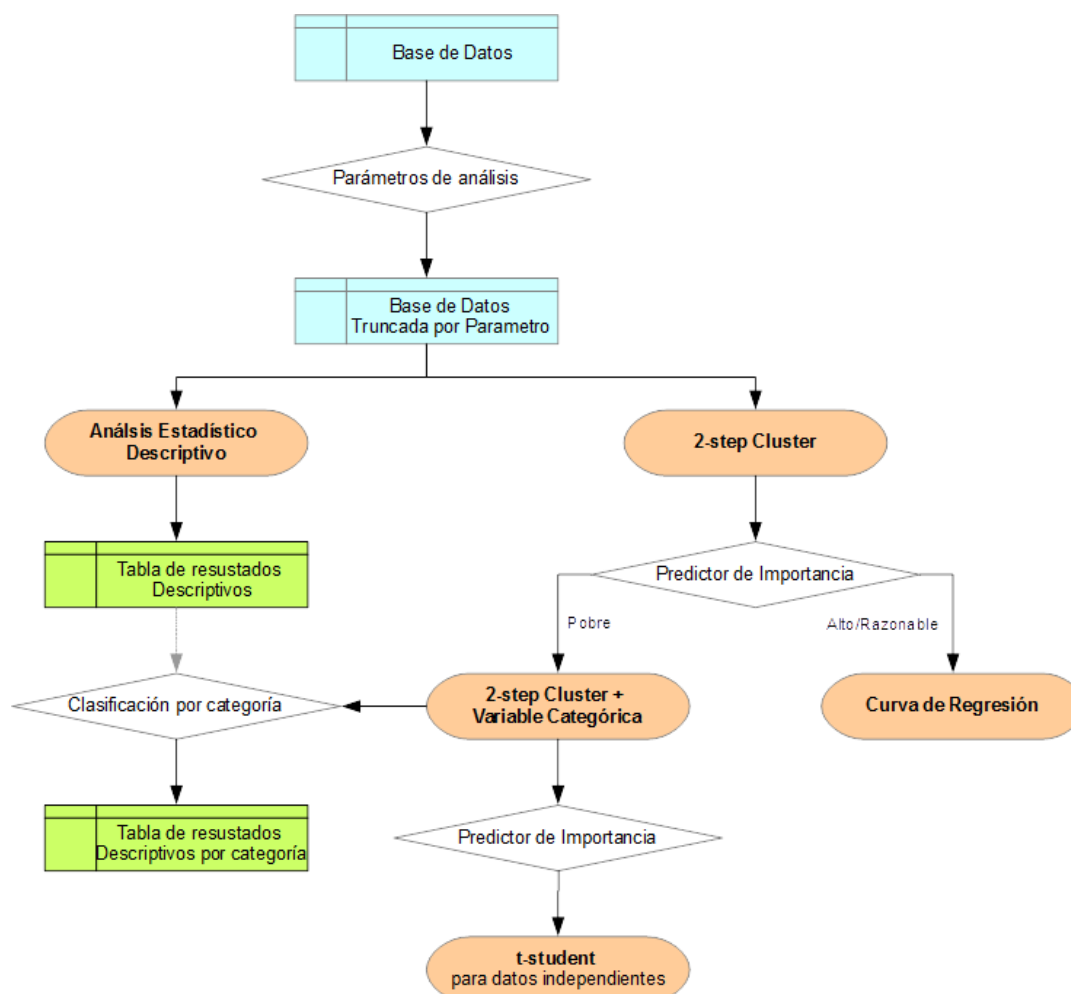


Figura 8 Proceso de Análisis Estadístico por Grupo de Parámetros

Fuente: Propia

En primer lugar se trunca la base de datos para únicamente analizar los datos pertenecientes al grupo enfocado. A partir de ello se realiza una exploración descriptiva de cada parámetro incluido en el grupo, para posteriormente proceder a hacer una exploración de clúster a dos pasos, en caso de encontrar una relación entre dos o más parámetros se procede a hacer una curva de regresión de los mismos, en caso de no encontrar relación en esta primera exploración se procede a repetir el clúster a dos pasos insertando la variable categórica de registro sanitario, a partir de allí se vuelve a realizar el análisis descriptivo separados por categorías, y se analizan los datos mediante un t-student para muestras independientes, para aceptar o rechazar la hipótesis nula (No existe diferencia entre las categorías).

5.4. Análisis Global (II): Clústeres

Además de lo establecido en los objetivos específicos, se conduce un análisis por clústeres para observar si las muestras pueden ser agrupadas en grupos específicos. La Figura 9 muestra el proceso para realizar el análisis por clústeres.

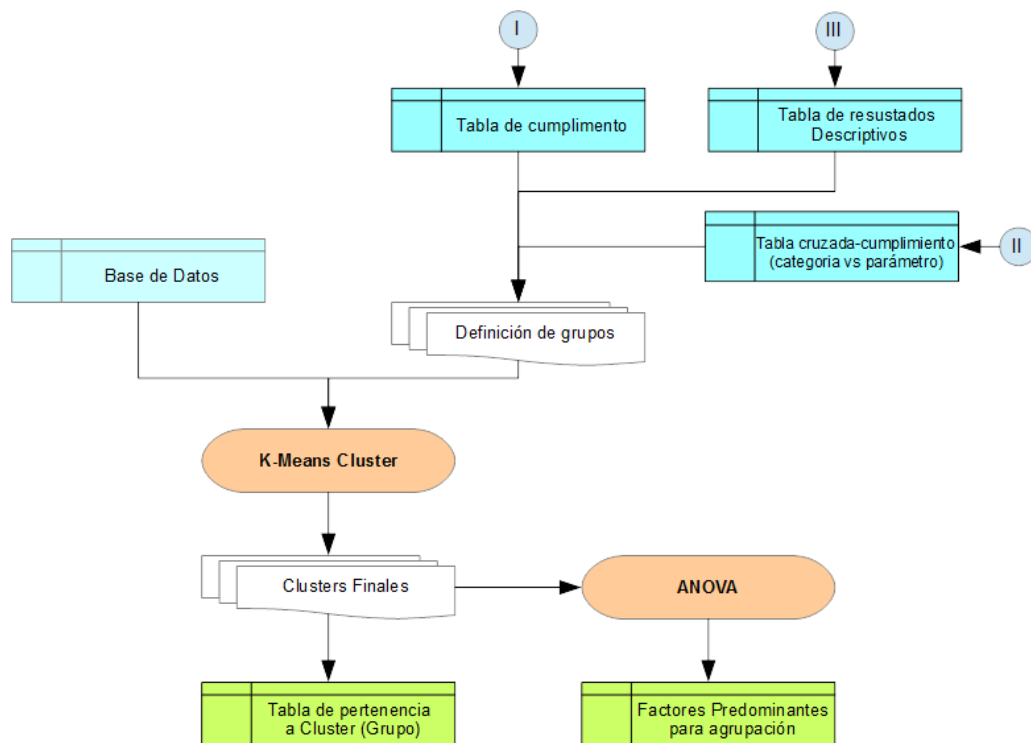


Figura 9 Proceso de Análisis Estadístico por Clústeres

Fuente: Propia

Para la definición de grupos se recogen los resultados obtenidos en los análisis previos, una vez establecidos el número y características de los grupos, se conduce un análisis de K-means Cluster, donde mediante iteraciones define nuevos centros para los grupos, y se establece que muestras pertenecen a cada grupo, mediante un análisis ANOVA se establece que factores fueron los más predominantes en la agrupación.

CAPÍTULO II

RESULTADOS

1. RESULTADOS DE ANÁLISIS

La Tabla 3 y la Tabla 4 muestran la Base de Datos con los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros físico-químicos analizados de las 30 muestras, acorde a la metodología establecida en el Capítulo I.

Por otra parte en la Tabla 5 se muestra el cumplimiento para cada parámetro establecido en la norma INEN 1572:

- la Clase I, identificada con el símbolo ●,
- la Clase II, identificada con el símbolo Ø,
- y el no cumplimiento de la norma para ninguna de las clases, identificada con el símbolo ○.

Obsérvese que únicamente 4 muestras cumplen la totalidad de parámetros (Muestras 1, 4, 13 y 18)

Tabla 3 Resultados: Parámetros físico-químicos. Muestras 1 a 15

PARAMETRO	UNIDAD	MUESTRA														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Densidad Relativa		1.42	1.42	1.42	1.42	1.4	1.43	1.42	1.41	1.4	1.41	1.42	1.43	1.42	1.43	1.41
<i>Azúcares Reductores</i>																
Fructosa	% en masa	46.32	22.18	1.829	45.72	32.61	41.16	37.28	30.46	34	38.12	46.45	41.67	46.94	36.73	28.19
Glucosa	% en masa	39.03	36.88	74.8	38.48	34.35	39.81	42.5	50.46	32.88	41.64	37.09	44.39	37.89	45.5	39.66
Total	% en masa	85.4	59.1	76.6	84.2	67.0	81.0	79.8	80.9	66.9	79.8	83.5	86.1	84.8	82.2	67.8
Relación Fructosa/Glucosa		1.19	0.60	0.02	1.19	0.95	1.03	0.88	0.60	1.03	0.92	1.25	0.94	1.24	0.81	0.71
Sacarosa	% en masa	0	22.28	5.93	0	17.71	0.83	1.22	1.45	11.41	4.25	0	0	0	0	11.41
Humedad	% en masa	14.6	18.7	17.4	15.8	15.3	18.2	19.0	17.6	21.7	16.0	16.5	13.9	15.2	17.8	20.7
<i>Acidez</i>																
pH		3.95	4.58	3.83	4.33	3.6	3.18	3.81	3.91	3.58	4.46	3.92	3.61	3.84	3.13	3.48
Acidez Libre	meq/1000g	23.0	46.9	11.1	20.3	10.7	38.6	29.6	27.0	26.9	25.0	18.8	14.1	30.7	48.1	31.5
Lactonas	meq/1000g	11.2	1.1	2.2	5.8	3.8	3.2	5.0	4.8	5.0	1.8	4.1	1.3	6.3	4.5	6.3
Acidez Total	meq/1000g	34.2	47.9	13.3	26.1	14.5	41.7	34.6	31.7	31.9	26.8	22.8	15.5	37.0	52.6	37.8
Sólidos Insolubles	% en masa	0.10	0.14	0.00	0.08	0.04	0.15	0.19	0.19	0.04	0.03	0.08	0.01	0.01	0.01	0.00
Cenizas	% en masa	0.43	0.45	0.02	0.37	0.06	0.02	0.16	0.21	0.03	0.02	0.22	0.01	0.05	0.01	0.10
HMF	mg/kg	0.3	27	28.9	0.3	4.4	36.9	0.2	0.1	4.8	47.8	0.1	43.5	0.1	115.6	13.6
Número de diastasa		12.6	0	0	9.07	0	0	7.91	12.6	0	0	4.81	0	17.06	0	0.22

Fuente: Propia

Tabla 4 Resultados: Parámetros físico-químicos. Muestras 16 a 30

PARAMETRO	UNIDAD	MUESTRA														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Densidad Relativa		1.44	1.44	1.42	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.44	1.42
<i>Azúcares Reductores</i>																
Fructosa	% en masa	37.36	50.58	44.78	41.13	40.34	37.98	30.45	38.12	51.07	40.85	36.72	38.49	39.78	34.9	32.17
Glucosa	% en masa	50.72	38.46	40.26	42.89	46.14	47.32	46.98	50.08	36.76	47.26	48	40.97	47.46	51.52	48.06
Total	% en masa	88.1	89.0	85.0	84.0	86.5	85.3	77.4	88.2	87.8	88.1	84.7	79.5	87.2	86.4	80.2
Relación Fructosa/Glucosa		0.74	1.32	1.11	1.00	0.87	0.80	0.65	0.76	1.39	0.86	0.76	0.94	0.84	0.68	0.67
Sacarosa	% en masa	0	0	0	3.33	0.79	3.88	10.29	0	0.17	0	2.05	8.02	0	0	3.18
Humedad	% en masa	11.9	11.0	15.0	12.6	12.7	10.8	12.3	11.8	12.0	11.9	13.2	12.5	12.8	13.6	16.6
<i>Acidez</i>																
pH		3.37	3.36	3.94	3.38	3.38	3.36	3.36	3.38	3.35	3.34	3.36	3.31	3.36	3.38	3.89
Acidez Libre	meq/1000g	26.6	29.5	25.6	28.2	30.0	28.7	26.6	29.3	26.6	26.1	27.7	31.5	31.1	28.3	34.7
Lactonas	meq/1000g	0.9	1.4	5.9	0.9	0.9	4.5	1.1	0.9	0.9	2.3	0.9	4.1	3.6	4.4	10.4
Acidez Total	meq/1000g	27.5	30.8	31.5	29.1	30.9	33.3	27.7	30.2	27.5	28.3	28.6	35.5	34.7	32.7	45.1
Sólidos Insolubles	% en masa	0.01	0.01	0.02	0.12	0.09	0.09	0.09	0.11	0.02	0.02	0.04	0.04	0.05	0.00	0.02
Cenizas	% en masa	0.14	0.03	0.15	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.02	0.05	0.02	0.01
HMF	mg/kg	71.5	73.2	0	43.8	37.5	36.3	41.5	35.9	38.2	57.8	46.3	37.8	41.3	104.9	0.1
Número de diastasa		0	0	8.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.5

Fuente: Propia

Tabla 5 Cumplimiento de las Especificaciones de la miel de abejas INEN 1572

PARAMETRO	MUESTRA																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Densidad Relativa	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Azúcares Reductores	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Sacarosa	●	○	∅	●	○	●	●	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●
Fructosa/Glucosa	●	○	○	●	○	●	○	○	●	○	●	○	●	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
Humedad	●	●	●	●	●	●	●	●	∅	●	●	●	●	●	∅	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acidez Total	●	○	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○
Sólidos Insolubles	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cenizas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HMF	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	○	●	○	●	○	○	●	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	●
Número de diastasa	●	○	○	●	○	○	∅	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●
Cumple Clase I	10	5	7	10	7	8	8	9	7	7	9	7	10	6	6	7	8	10	8	8	8	6	8	9	7	7	7	7	7	8
Cumple Clase II			1				1	1							1															
Incumplidos		5	2		3	2	1	1	2	3	1	3		4	3	3	2		2	2	2	4	2	1	3	3	3	3	3	2
Cumple	●			●									●					●												

Simbología: ● Cumple Clase I
 ∅ Cumple Clase II
 ○ No cumple

Fuente: Propia

La Tabla 6 muestra el resumen tanto por número como por porcentaje de cumplimiento de la norma INEN 1572.

Tabla 6 Cumplimiento de las Especificaciones de la miel de abejas INEN 1572

PARAMETRO	CUMPLE				NO CUMPLE	
	Clase I		Clase II			
Densidad Relativa	30	100.0%	-	-	-	-
Azúcares Reductores	29	96.7%	-	-	1	3.3%
Sacarosa	23	76.7%	1	3.3%	6	20.0%
Relación Fructosa/Glucosa	10	33.3%	-	-	20	66.7%
Humedad	28	93.3%	2	6.7%	-	-
Acidez Total	26	86.7%	-	-	4	13.3%
Sólidos Insolubles	30	100.0%	-	-	-	-
Cenizas	30	100.0%	-	-	-	-
HMF	19	63.3%	-	-	11	36.7%
Número de diastasa	6	20.0%	1	3.3%	23	76.7%

Fuente: Propia

2. RESULTADOS SEGÚN REGISTRO SANITARIO

Las muestras han sido divididas acorde a la variable de “posee registro sanitario”, dividiéndolas en dos categorías:

- Con registro Sanitario (Número de muestras 11)
- Sin registro Sanitario (Número de muestras 19, incluye muestra patrón)

De igual manera que para la Tabla 5, se clasifica el cumplimiento o no de las especificaciones de la miel de abejas establecidas en la norma INEN 1572, pero respecto a las categorías “con registro” y “sin registro”

Tabla 7 Cumplimiento de Especificaciones por grupo de INEN 1572 divididas según registro sanitario

	Con registro		Sin registro	
	#	%	#	%
Cumple Clase I	2	18.2%	2	10.5%
Cumple Clase II	0	-	0	-
No cumplen	9	81.8%	17	89.5%
Total muestras	11	100%	19	100%

Fuente: Propia

La Tabla 8 muestra el resultado en porcentaje del cruce de las categorías “con registro” y “sin registro” respecto al cumplimiento de cada uno de los parámetros.

Tabla 8 Cumplimiento de Parámetros físico-químicos de INEN 1572 divididas según registro sanitario

PARAMETRO	Con registro	Sin registro
Densidad Relativa	100.0%	100.0%
Azucares Reductores	90.9%	100.0%
Sacarosa	68.2%	84.2%
Relación Fructosa/Glucosa	45.5%	26.3%
Humedad	95.5%	97.4%
Acidez Total	81.8%	89.5%
Sólidos Insolubles	100.0%	100.0%
Cenizas	100.0%	100.0%
HMF	90.9%	47.4%
Número de diastasa	31.8%	15.8%

Fuente: Propia

Para los resultados de la tabla cruzada, se condujo la prueba t de student para datos pareados, encontrándose que: Para la evaluación del porcentaje de cumplimiento de cada parámetro respecto a las muestras con registro sanitario (M=80.45%) respecto a aquellas sin registro sanitario (M=76.05%) se acepta la hipótesis nula, es decir no muestra una diferencia significativa, $t(.95) = 0.800$, $p=0.444$.

3. RESULTADOS DE PARÁMETROS DE MADUREZ

Los parámetros de madurez a ser analizados en este apartado son: Azucares Reductores, Sacarosa y Humedad. La Tabla 9 muestra el número y el porcentaje de cumplimiento de cada uno de los parámetros de madurez.

Tabla 9 Cumplimiento de Parámetros de Madurez acorde a la normativa INEN 1572

PARAMETRO	CLASE I		CLASE II		NO CUMPLE	
	#	%	#	%	#	%
Azucares Reductores	29	96.7%	-	-	1	3.3%
Sacarosa	23	76.7%	1	3.3%	6	20.0%
Humedad	28	93.3%	2	6.7%	-	-

Fuente: Propia

A partir de la base de datos de los resultados, se conduce La Tabla 10 muestra los resultados del análisis descriptivo para cada uno de los parámetros de madurez

Tabla 10 Resultados. Estadística descriptiva. Parámetros de Madurez

PARAMETRO	UNIDAD	N	MIN	MÁX	MEDIA	DSV. STND.
Azucares Reductores		30	59.1	89.0	81.42	7.384
Sacarosa		30	0.0	22.3	3.61	5.721
Humedad		30	10.8	21.7	14.97	2.950

Fuente: Propia

De los resultados obtenidos se condujo el Análisis de clúster a dos pasos, obteniendo un predictor de importancia de 1.00 para los azucares reductores y para la sacarosa

un predictor de importancia de 0.86 (Muy Buena) y de 0.30 para la humedad (razonable), como se observa en la Figura 10.

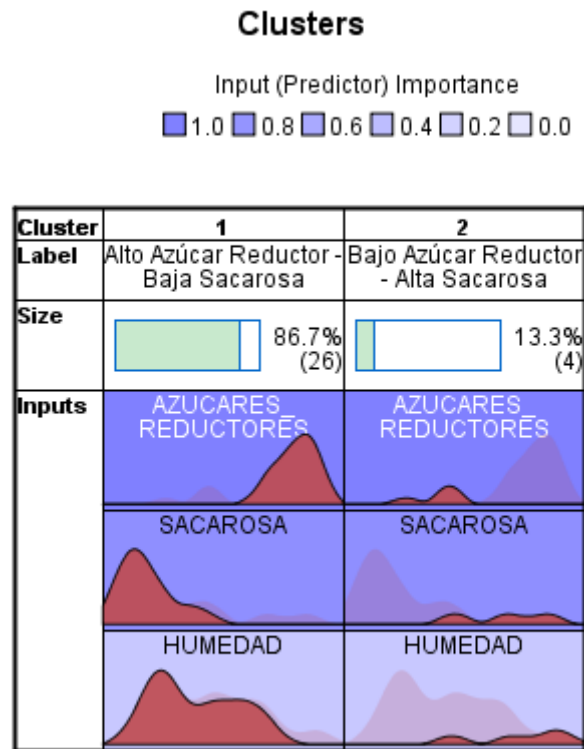


Figura 10 Análisis de Clúster. Parámetros de Madurez

Fuente: Propia

De manera que existe una relación entre los Azucares Reductores y la Sacarosa, de allí que se condujo un análisis de regresión lineal donde:

$$\text{AzucaresReductores} = -1.20 * \text{Sacarosa} + 85.75$$

Obteniendo un $r^2 = 0.864$ y un r^2 ajustado de 0.859. La Figura 11 muestra los resultados observados divididos por clúster

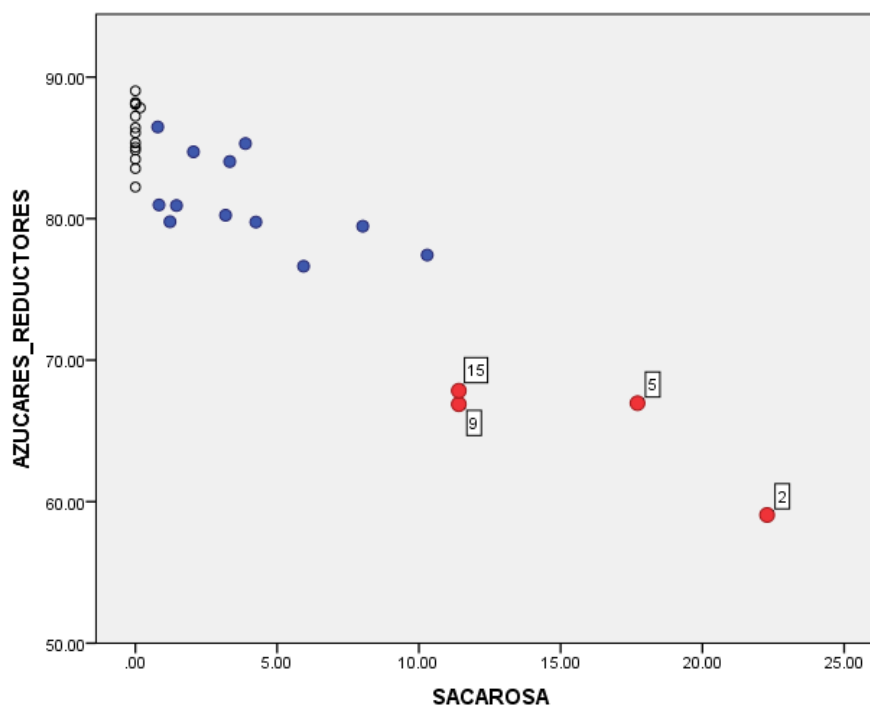


Figura 11 Relación Sacarosa vs Azúcares Reductores

Fuente: Propia

Por otra parte, para observar si existe o no relación estadística entre los parámetros analizados y el registro sanitario de las muestras se realiza una exploración descriptiva de los parámetros respecto al registro sanitario, cuyos resultados se muestran en la Tabla 11 y en la Tabla 12

Tabla 11 Estadística descriptiva. Parámetros de Madurez. Muestras sin registro Sanitario

PARAMETRO	UNIDAD	N	MIN	MÁX	MEDIA	DSV. STND.
Azucars Reductores		19	67.8	89.0	84.14	5.076
Sacarosa		19	0.0	11.4	2.27	3.679
Humedad		19	10.8	20.7	13.59	2.509

Fuente: Propia

Tabla 12 Estadística descriptiva. Parámetros de Madurez. Muestras con registro Sanitario

PARAMETRO	UNIDAD	N	MIN	MÁX	MEDIA	DSV. STND.
Azucars Reductores		11	59.1	85.4	76.73	8.574
Sacarosa		11	0.0	22.3	5.92	7.828
Humedad		11	14.6	21.7	17.35	2.024

Fuente: Propia

De allí se condujo un análisis de clúster a dos pasos, incluyéndose como variable categórica al Registro Sanitario, la Figura 12 muestra los resultados, donde se observa la humedad tiene un predictor de importancia de 0.49 (buena), los azucars reductores de 0.30 (razonable), y la sacarosa de 0.14 (pobre)

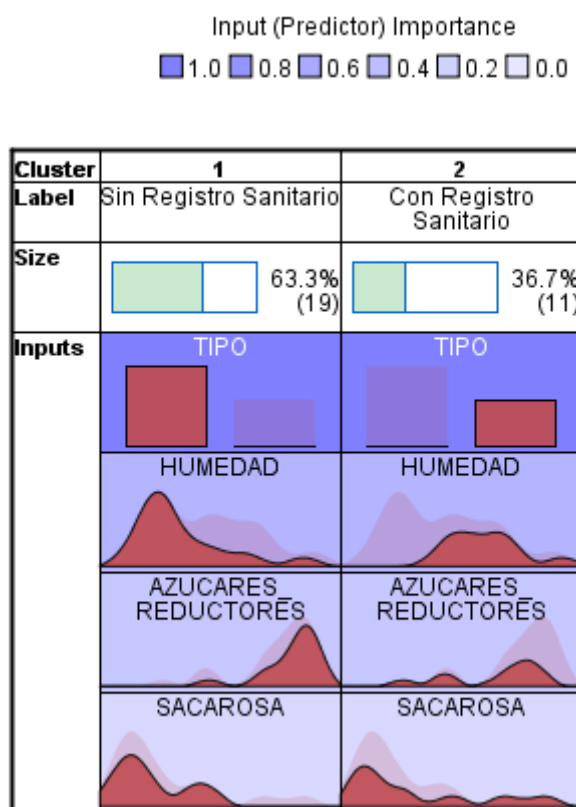


Figura 12 Clúster según registro sanitario, para los parámetros de madurez.

Fuente: Propia

Y para corroborar los datos se condujo un análisis de t de student para muestras independientes, encontrando una correlación en el análisis explorativo de clúster y el t, siendo que si existen diferencias significativas de las muestras con registro sanitario y aquellas que no cuentan con registro, en los parámetros de humedad $t(0.95) = -4.471$; $p = 0.00$, y en el parámetro de azúcares reductores $t(0.95) = 2.612$; $p=0.02$. Por otra parte se acepta la hipótesis nula, es decir que no existe diferencia, respecto al parámetro de sacarosa $t(0.95) = -1.455$; $p=0.17$.

4. RESULTADOS DE PARÁMETROS DE PUREZA

Los parámetros de pureza expuestos en este apartado son: Sólidos Insolubles y Cenizas. La Tabla 13 muestra el número y el porcentaje de cumplimiento de cada uno de los parámetros de pureza.

Tabla 13 Cumplimiento de Parámetros de Pureza acorde a la normativa INEN 1572

PARAMETRO	CLASE I		CLASE II		NO CUMPLE	
	#	%	#	%	#	%
Solidos Insolubles	30	100.0%	-	-	-	-
Cenizas	30	100.0%	-	-	-	-

Fuente: Propia

La Tabla 14 muestra los resultados del análisis descriptivo para cada uno de los parámetros de pureza

Tabla 14 Resultados. Estadística descriptiva. Parámetros de Pureza

PARAMETRO	UNIDAD	N	MIN	MÁX	MEDIA	DSV. STND.
Sólidos Insolubles		30	0.0	0.2	0.06	0.056
Cenizas		30	0.0	0.5	0.09	0.125

Fuente: Propia

Debido a que todas las muestras analizadas cumplen el parámetro de pureza. Se realizó únicamente una diferenciación entre las muestras con y sin registro sanitario mediante un análisis de t de Student para muestras independientes, obteniendo que existe una diferencia significativa para los parámetros de pureza, siendo:

- Para sólidos insolubles: con registro ($M=0.0945$, $sd=0.065$), sin registro ($M=0.04$ $sd=0.039$), $t(0.95) = -2.858$, $p=0.008$;
- Para cenizas: con registro ($M=0.1809$, $sd=0.170$) sin registro ($M=0.0432$, $sd=0.0415$), y $t(0.95)=-3.406$, $p=0.002$

5. RESULTADOS DE PARÁMETROS DE DETERIORO

Los parámetros de pureza deterioro en este apartado son: Acidez Total, Hidroximetilfurfural (HMF) y Número de Diastasa. La Tabla 13 muestra el número y el porcentaje de cumplimiento de cada uno de los parámetros de deterioro

Tabla 15 Cumplimiento de Parámetros de Deterioro acorde a la normativa INEN 1572

PARAMETRO	CLASE I		CLASE II		NO CUMPLE	
	#	%	#	%	#	%
Acidez Total	26	86.7%	-	-	4	13.3%
HMF	19	63.3%	-	-	11	36.7%
Número de diastasa	6	20.0%	1	3.3%	23	76.7%

Fuente: Propia

La Tabla 16 muestra los resultados del análisis descriptivo para cada uno de los parámetros de madurez

Tabla 16 Resultados. Estadística descriptiva. Parámetros de Madurez

PARAMETRO	UNIDAD	N	MIN	MÁX	MEDIA	DSV. STND.
Acidez Total		30	13.30	52.60	31.393	8.705
HMF		30	0.0	115.6	32.99	30.654
Número de diastasa		30	0.0	17.1	2.86	5.144

Fuente: Propia

Para observar si existe o no relación estadística entre los parámetros de deterioro se condujo un análisis de clúster a dos pasos, donde se encuentra que la diastasa es un excelente predictor de importancia, diferenciando dos clúster uno del 73.3% (diastasa = 0.0) y otro de 26.7% (diastasa > =4), a partir de ello se establece que el HMF tiene un predictor de importancia del 0.31 (razonable), y la acidez de sacarosa de 0.02 (nula). Como se observa en la Figura 14

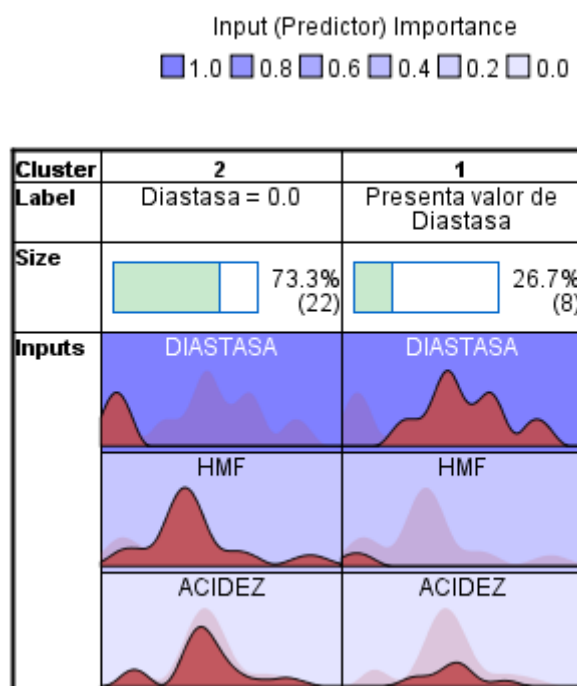


Figura 13 Clúster a dos pasos de parámetros de deterioro
Fuente: Propia

De manera que existe una relación entre la presencia de Diastasa y el HMF, el clúster respecto a estos dos parámetros muestra que valores mayores a 4.0 de diastasa, tienden a valores de 0.0 de HMF, por otra parte, valores menores de 0.1 de diastasa, implican valores de HMF bastante variados que van desde 2 a 120, este hecho se observa la Figura 14

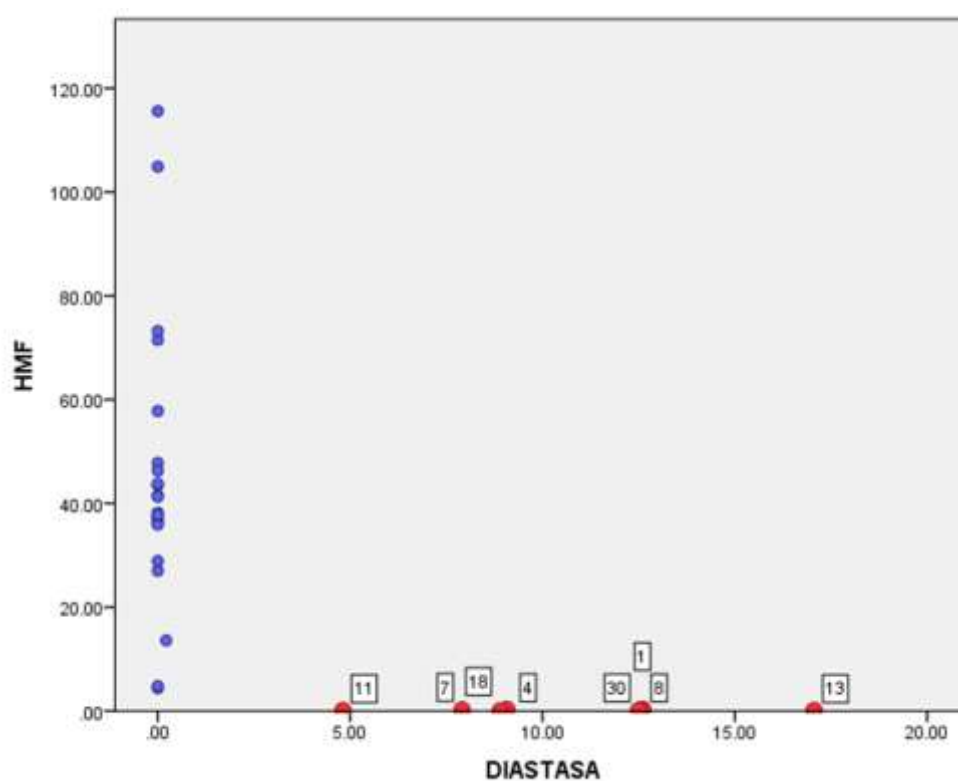


Figura 14 Relación Diastasa y HMF
Fuente: Propia

Por otra parte, para observar si existe una relación entre los parámetros de deterioro y el registro sanitario de las muestras, se condujo otro análisis de Clúster a dos pasos, esta vez con la variable de Tipo como variable categórica, obteniéndose que el clúster es pobre (0.30 para HMF, 0.08 para diastasa y 0.02 para acidez) como se observa en la Figura 15

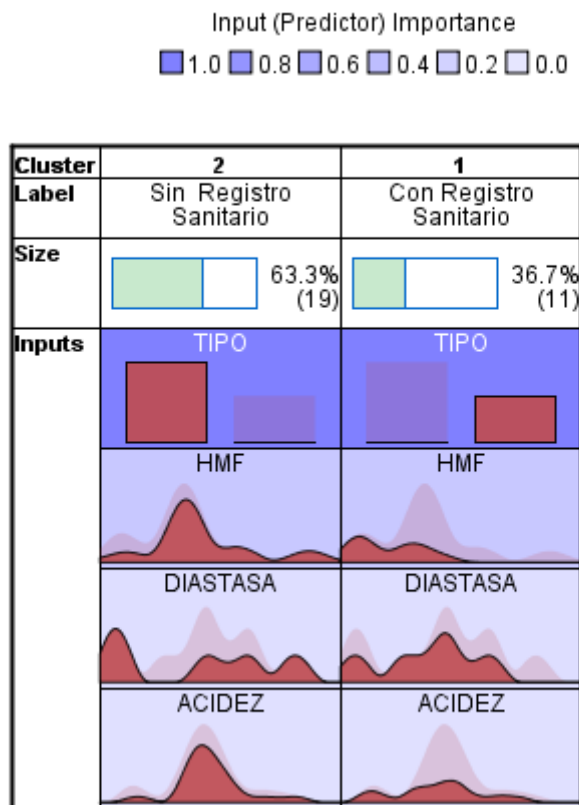


Figura 15 Relación Diastasa y HMF. Categorizadas por Registro Sanitario

Fuente: Propia

6. AGRUPACIÓN DE MUESTRAS

Para la agrupación de las muestras se elaboraron 5 grupos establecidos acorde a criterios de Número de diastasa, HMF, Azúcares Reductores y Sacarosa, siendo los mismos:

- Grupo 1: Muestras con diastasa 0.0, HMF tendiendo a la media (40.0 mg/kg), Azúcares Reductores en la media (81.5 % en masa), y sacarosa en la media (3.5 % en masa)
- Grupo 2: Muestras con diastasa 0.0, HMF bajo la media (20mg/kg), Azúcares reductores cercanos al mínimo (60 % en masa) y Sacarosa en valores cercanos al máximo (20 % en masa).
- Grupo 3: Muestras con diastasa 0.0, HMF tendiendo al máximo (115 mg/kg), Azúcares reductores en la media (81.5 % en masa) y Sacarosa en el mínimo (0.0 % en masa)
- Grupo 4: Muestras de buena calidad, con diastasa de 10.0 (valor de la mediana de los valores con diastasa > 4), HMF mínimo (0.0 % en masa), Azúcares reductores en la media (81.5 % en masa) y Sacarosa en el mínimo (0.0 % en masa)

- Grupo 5: Muestras con diastasa 0.0, HMF bajo la media (20 mg/kg), Azúcares reductores cercanos al mínimo (60 % en masa) y Sacarosa en valores cercanos al máximo (20 % en masa)

A partir de esos grupos (clústeres iniciales), se condujo un análisis de K-means clúster, mediante iteraciones se establecen nuevos centros para las agrupaciones (clústeres finales) los mismos que se muestran en la Tabla 17

Tabla 17 Parámetros para los Centros de los Grupos de Agrupación (Clúster)

PARÁMETRO	UNIDAD	CLUSTER				
		1	2	3	4	5
Densidad Relativa		1.43	1.42	1.44	1.42	1.41
Azúcares Reductores	% en masa	84.8	63.5	84.3	83.0	70.2
Sacarosa	% en masa	2.2	16.8	0.0	0.7	11.7
Relación Fructosa/Glucosa		0.92	0.66	0.75	1.02	0.67
Humedad	% en masa	12.9	19.7	15.7	16.3	18.1
Acidez Total	meq/1000g	29.9	42.9	42.7	32.9	19.9
Sólidos Insolubles	% en masa	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0
Cenizas	% en masa	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0
HMF	mg/kg	46.0	20.3	110.3	0.2	12.7
Número de diastasa		0.0	0.1	0.0	10.7	0.0

Fuente: Propia

El análisis ANOVA respectivo, aunque es conducido únicamente con propósitos descriptivos, señala los pesos por parámetros y su significancia, las mismas que se muestran en la Tabla 18

Tabla 18 Análisis ANOVA

Parámetro	F	Sig.	Orden Predominancia
Densidad Relativa	12.248	.000	5
Azúcares Reductores	22.660	.000	3
Sacarosa	14.735	.000	4
Relación Fructosa/Glucosa	1.620	.200	9
Humedad	9.721	.000	6
Acidez Total	4.889	.005	8
Sólidos Insolubles	1.233	.322	10
Cenizas	6.528	.001	7
HMF	59.100	.000	1
Número de diastasa	42.048	.000	2

Fuente: Propia

La Tabla 19 muestra a que clúster pertenece cada muestra

Tabla 19 Agrupación de las muestras según clústeres

GRUPO	MUESTRA																														TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	#	%
1						•				•		•				•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•			15	50.0%	
2		•													•																2	6.7%
3														•														•			2	6.7%
4	•			•			•	•			•		•					•												•	8	26.7%
5			•		•				•																						3	10.0%
																															30	100.0%

Fuente: Propia

CAPÍTULO III

DISCUSIÓN

1. DISCUSION

Los resultados obtenidos de las especificaciones físico-químicas de la miel de abejas frente a la NTE INEN 1572, figuran en la Tabla 5, de 30 muestras de miel con y sin registro sanitario comercializadas en la ciudad de Cuenca. Se observa que solamente 4 muestras cumplen las especificaciones.

Acorde a la Tabla 6, el número de diastasa es el parámetro mayormente incumplido, ya que el 76,7% de las muestras no cumplen las especificaciones. La relación fructosa-glucosa es el siguiente parámetro con mayor incumplimiento con un 66,7 %. Finalmente seguido por el HMF con un 36, 7% de las muestras.

La especificación densidad relativa a 27 °C Tabla 8, tanto con registro sanitario como si el, muestra un cumplimiento del 100 %. Refiriéndonos a la Tabla 20, en la que se realizó una comparación entre la norma NTE INEN 1572 con normativas internacionales, observamos que este parámetro no está considerado, se recomienda realizar investigaciones futuras para evidenciar la funcionalidad de este parámetro.

Respecto a la relación fructosa- glucosa, en la Tabla 20 observamos que solamente la norma INEN contiene este parámetro. Este índice resulta importante para predecir el comportamiento de granulación en vista de las variaciones en composición de muestras las diferentes cosechas de miel; puesto que este índice está relacionado con la cristalización de la miel, en la cual a su vez incide el contenido de glucosa, donde a razones de 1 a 1,2 la miel cristaliza rápidamente si es más de 1,3 se retarda este proceso. La glucosa cristaliza espontáneamente en la mayoría de mieles.(J. Agudelo Ramos, 2015)

La norma debería ser homologada con respecto a las normativas internacionales, ya que este parámetro no tiene incidencia en la calidad de la miel, como si en el proceso natural de cristalización.

Si analizamos los datos separando las muestras con y sin registro sanitario observamos según la Tabla 8 y el análisis t-student que no existe diferencia estadísticamente significativa respecto al cumplimiento de la norma NTE INEN 1572 ($p=0,44$). De tal manera que podemos decir que el poseer registro sanitario no implica necesariamente el cumplimiento normativo, así mismo se evidencia la necesidad de un mayor control por parte de las autoridades pertinentes, a fin de garantizar la calidad de la miel de abejas ofertada a los consumidores, tanto a las que cuentan con registro sanitario como a las que se expenden informalmente.

Se observa respecto a los parámetros de madurez descritos en la Tabla 9, que el 3,3 % de las muestras no cumplen las especificaciones de azúcares reductores, 20 % no cumplen el parámetro de sacarosa, mientras que en humedad cumplen el 93,3 % en clase I y el 6,7 % en clase 2.

Para observar la existencia de relaciones entre los parámetros de (azúcares reductores, sacarosa y humedad), se conduce un análisis de clúster, en el cual se observa, que existe un predictor de importancia de muy bueno, entre sacarosa y azúcares reductores, es decir a mayor porcentaje de sacarosa menor porcentaje de azúcares reductores y un punto de corte de cero sacarosa y 85,75 % azúcares reductores. (Figura 10 y Figura 11).

Si se categorizan las muestras por registro sanitario se observa que existen diferencias estadísticamente significativas respecto a la humedad $p=0,00$ siendo la humedad en las muestras sin registro menor a las muestras con registro sanitario; la explicación de este comportamiento esta fuera de los objetivos del presente trabajo; se sugiere para investigaciones futuras analizar si este comportamiento se debe o no a adulteración con azúcares sintéticos. (Orlando Valega, s. f.). Hecho que podría relacionarse con un mayor porcentaje de azúcares reductores en las muestras sin registro respecto a las que si lo tienen, $p= 0,02$.

Con relación a los parámetros de pureza (sólidos insolubles y cenizas), la Tabla 13 indica que todas las muestras cumplen la totalidad de los parámetros. De lo cual se deduce que las muestras fueron procesadas higiénicamente.

Los principales parámetros que se tienen en cuenta para evaluar la calidad de miel son los de deterioro es decir acidez, HMF y diastasa. La acidez elevada puede evidenciar fermentación causada por microorganismos o puede variar en función de la temperatura de conservación, tipo de floración, humedad; el HMF indica la frescura del producto y evidencia si ha sido expuesto a excesivo calor durante su procesamiento, pues aumenta según el tiempo y la temperatura a la que esté expuesto, causando pérdida de elementos nutritivos, afectando la calidad de la miel; en cuanto a la diastasa, esta enzima está presente naturalmente en las mieles frescas, sus valores disminuyen durante el almacenamiento o calentamiento, se considera que mientras mayor es el contenido de diastasa mayor es su calidad. (Swiss Bee Research Centre, 2000),(Martha J. Subosvsky et al., 2003),(J.F. Huidobro & J. Simai, 1984),(José Ulloa et al., 2010),(Nashiely Morales-Ramírez et al., 2006), (J. Agudelo Ramos, 2015)

Del análisis ANOVA, Tabla 18, de la agrupación por clústeres, se concluye que el HMF es el parámetro de mayor predominancia, seguido por el índice de diastasa.

La Tabla 15, respecto a acidez total, indica que no cumplen el 13,3 % de las muestras, para HMF no cumplen el 36,7 % de las muestras y el parámetro índice de diastasa es el más crítico con un incumplimiento del 76,7 %.

Las muestras que no cumplen con el parámetro de acidez son 2, 6, 14 y 30 “patrón”. De estas muestras es importante hacer una consideración de la muestra 30 a la que llamamos “patrón” por ser una muestra obtenida directamente de un productor, dicha muestra cumple con el parámetro del índice de diastasa con 12,5 unidades, es decir excelente, sin embargo la acidez se encuentra en 45,1 meq/Kg, sobre el valor de la norma NTE INEN 1572, es de anotar que la Tabla 20, muestra que cuando comparamos el parámetro con normativas internacionales como códex, european directive, y las normas técnicas colombiana y chilena su valor es de ≤ 50 meq/kg, pues

consideran que algunas mieles naturalmente pueden presentar valores altos de acidez.(Swiss Bee Research Centre, 2000)

Se condujo además un clúster a 2 pasos Figura 13, encontrándose una relación entre el índice de diastasa y el HMF, con un predictor de importancia de 0,31; como se observa en la Figura 14, cuando existe diastasa los valores de HMF son muy bajos y viceversa. De este análisis se presume que las muestras que no cumplen las especificaciones en estos parámetros podrían ser mieles envejecidas, sobrecalentadas, inapropiadamente almacenadas o adulteradas. (Orlando Valega, s. f.), (Nashiely Morales-Ramírez et al., 2006), (J. Agudelo Ramos, 2015).

Es muy importante también tomar en consideración la importancia de observar todos los cuidados pertinentes en las etapas posteriores a su producción, como son el almacenamiento, debiéndose proteger al producto de las altas temperaturas.

Se observa en la Figura 15, que no existe relación entre los parámetros de deterioro y el tener o no registro sanitario.

Con el fin de observar similitudes en las muestras analizadas, se condujo un análisis de k-means clusters con 5 grupos preestablecidos acorde a parámetros de diastasa, HMF, azúcares reductores y sacarosa. Obteniendo los centroides de la Tabla 17.

Donde el grupo número 4 agrupa a las cuatro muestras que cumplen las especificaciones de la NTE INEN 1572 e incluyen cuatro muestras adicionales (7,8,11 y 30) que no cumplieron respectivamente los parámetros de relación fructosa-glucosa (0,88), relación fructosa-glucosa (0,60), diastasa (4,8) pero con MHF en (0,1) entraría en la clasificación de mieles con un contenido naturalmente bajo de enzima. (Codex alimentarius, 2001), y relación fructosa- glucosa (0,67), acidez (45,1).

EL grupo número 1 agrupa el mayor número de muestras con un total de 15 (6,10,12,16,17,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28) ya que la mayoría de estas muestras de la 16 a la 28, tienen como origen de compra ciertos mercados de la ciudad (Feria libre, 3 de Noviembre y 10 de agosto) podríamos suponer las mieles de abejas expandidas pertenecen a proveedores similares. Tabla 19.

Dado que la miel de abejas es un producto muy complejo que presenta variaciones en sus características físico-químicas; resultaría muy importante realizar investigaciones tendientes a caracterizar la miel de abejas en las provincias que realizan apicultura, como son Pichincha, Tungurahua, Chimborazo, Cotopaxi, Manabí, Bolívar, Imbabura, Azuay y Loja, estas provincias tienen apicultores registrados. (Albuja, Silvia & Castro, Rocío, 2002).

Tabla 20 Comparación de normativa INEN con normas y estándares internacionales

ESPECIFICACIONES	UNIDAD	INEN		CODEX	EUROPEAN DIRECTIVE	MERCOSUR	NTC (Colombia)	NCh616-2007 (Chile)	NMX-F-036- 1997 (México)
		CLASE 1	CLASE 2						
Densidad Relativa		≥ 1,39	≥ 1,37	X	X	X	X	X	
Azúcares Reductores	% en masa	≥ 65	≥ 60	≥ 60	≥ 60	≥ 65	≥ 60	≥ 60	≥ 63,88
Azúcares Reductores: Miel de mielada, mezclas de miel de mielada con miel de flores	% en masa	X	X	≥ 45	≥ 45	≥ 60	≥ 45	X	X
Sacarosa	% en masa	≤ 5	≤ 7	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Sacarosa: Miel de mielada y su mezcla con miel de flores	% en masa	X	X	X	X	≤ 15	X	X	X
Sacarosa: Alfalfa (Medicago sativa), Citrus spp. Falsa acacia (Robinia pseudoacacia), Madreselva francesa (Hedysarum), Menzies Banksia (Banksia menziesii), “Red Gum” (Eucalyptus camaldulensis), “Leatherwood” (Eucryphia lucida), Eucryphia milligani	% en masa	X	X	≤ 10	≤ 10	X	X	X	X
Sacarosa: Espliego (Lavandula spp.), borraja - no más de 15 g/100g (Borago officinalis)	% en masa	X	X	≤ 15	≤ 15	X	X	X	X
Relación Fructosa/Glucosa		≥ 1	≥ 1	X	X	X	X	X	X

ESPECIFICACIONES	UNIDAD	INEN		CODEX	EUROPEAN DIRECTIVE	MERCOSUR	NTC (Colombia)	NCh616-2007 (Chile)	NMX-F-036- 1997 (México)
		CLASE 1	CLASE 2						
Contenido de glucosa	% en masa	X	X	X	X	X	X	X	≤ 38
Humedad	% en masa	≤ 20	≤ 23	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20
Humedad: miel de brezo	% en masa	X	X	≤ 23	≤ 23	X	X	X	X
Acidez	meq/100 0g	≤ 40	≤ 40	≤ 50	≤ 50	≤ 40	≤ 50	≤ 50	≤ 40
Acidez: miel para uso industrial	meq/ 1000g	X	X	X	≤ 80	X	X	X	X
Sólidos Insolubles	% en masa	≤ 0,2	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,3
Sólidos Insolubles: Miel prensada	% en masa	X	X	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	X
Cenizas	% en masa	≤ 0,5	≤ 0,5	X	X	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6
Cenizas: Miel de mielada, mezclas de miel de mielada con miel de flores	% en masa	X	X	X	X	≤ 1,2	X	X	X
Conductividad eléctrica	mS/cm	X	X	≤ 0,8	≤ 0,8	X	≤ 0,8	≤ 0,8	X
Conductividad eléctrica: Miel de mielada y miel de castaño y mezclas de las misma	mS/cm	X	X	≥ 0,8	≥ 0,8	X	X	X	X
HMF (Hidroximetilfurfural)	mg/Kg	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 60	≤ 40	≤ 40 de menos de 6 meses
HMF: temperatura ambiente tropical	mg/Kg	X	X	≤ 80	≤ 80	X	X	≤ 80	≤ 80 más de 6 meses
Número de diastasa	Unidad schade	≥ 8	≥ 7	≥ 8	≥ 8	≥ 8	≥ 3	≥ 8	≥ 8

ESPECIFICACIONES	UNIDAD	INEN		CODEX	EUROPEAN DIRECTIVE	MERCOSUR	NTC (Colombia)	NCh616-2007 (Chile)	NMX-F-036- 1997 (México)
		CLASE 1	CLASE 2						
Número de diastasa: contenido bajo de enzima natural, (i.e. miel de cítricos). Siempre que el HMF ≤ 15	unidad schade	X	X	≥ 3	≥ 3	≥ 3	X	≥ 3	≥ 3

Fuentes: (Grupo Mercado Común, s. f.; Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Codificación, 2007; Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1988; Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, 2000; Instituto Nacional de Normalización, 2007; Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea, 2001; *Codex alimentarius*, 2001)

2. CONCLUSIONES

Analizados los parámetros físico-químicos para evaluar la calidad de la miel de abejas comercializada en la ciudad de Cuenca, con relación a la NTE INEN 1572 se determinó que cuatro (13,3%) de las muestras cumplen la norma.

No se encontró diferencia significativa respecto al cumplimiento de la NTE INEN 1572, entre muestras con registro sanitario y sin registro sanitarios. Los porcentajes de cumplimiento de especificaciones fueron del 18,2 % de las muestras con registro sanitario y del 10,5 % de las muestras sin registro sanitario.

Al analizar los parámetros de madurez el porcentaje de sacarosa fue el parámetro de mayor incumplimiento (20%). Además se encontró una relación entre porcentaje de sacarosa y % de azúcares reductores. Con respecto al parámetro de humedad todas las muestras cumplieron con los requisitos de la norma.

Del análisis de los parámetros de pureza las muestras cumplen en un 100%.

Siendo los parámetros de deterioro los más importantes a la hora de juzgar la calidad de la miel fueron los que mayoritariamente incumplieron la NTE INEN 1572. Respecto al índice de diastasa el 76,7% de la muestras incumplen los requisitos, el HMF el 36,7 % y la acidez 13,3 %.

REFERENCIAS

- Adina, C., Florinela, F., Abdelmoumen, T., & Carmen, S. (2010). Application of FTIR spectroscopy for a rapid determination of some hydrolytic enzymes activity on sea buckthorn substrate. *Romanian Biotechnological Letters*, 15(6), 5738–5744.
- Albuja, Silvia, & Castro, Rocío. (2002). *Proyecto de Pre-factibilidad para la producción y comercialización de Miel de Abejas a España*. Universidad Técnica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Andrade Evelyn. (2009, marzo). *Desarrollo de Buenas Prácticas de Manufactura para la Producción de Miel de Abeja en Dos Planteles Apícolas*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Angel Gil. (2010). *Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos* (Vol. 2). Ed. Médica Panamericana.
- Asmund Rinnan, Lars Norgaard, Frans van den Berg, Jonas Thygesen, Rasmus Bro, & Soren Balling Engelsen. (2009). Infrared Spectroscopy for Food Quality Analysis and Control. En Da-Wen Sun (Ed.), *Data Pre-processing* (pp. 35-36).
- Avilés, Humberto, & Matos, Alfredo. (2009). Análisis Comparativo de la Calidad Fisicoquímica, Microbiológica y Organoléptica de la Miel de Abeja (*Apis mellifera*) Producida en Diferentes Regiones de Perú. *Revista de Investigación Universitaria*, 1(1).
- COVENIN. COVENIN 2136-84. Miel de Abejas Métodos de Ensayo (1984).
- Galarza, L. (2010). *Investigaciones de mercado para medir la factibilidad de la comercialización de los productos apícolas dentro del mercado local*. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2891>

George Latimer (Ed.). (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (19.^a ed., Vol. II).

Gobierno de Aragón. Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. (2015). *Guía de Prácticas Correctas de Higiene para el Sector de la Miel*. España.

Grupo Mercado Común. Reglamento Técnico. MERCOSUR. Identidad y Calidad de la Miel, 89 RE-89-1999-GMC 1999.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Codificación. NTC 1273 Miel de Abejas, NTC 1273 (2007).

Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 1572:1988-04. Miel de abejas. Requisitos., 1572 Normas Técnicas Ecuatorianas (1988).

Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 1632:2012 Miel de Abejas. Determinación de la densidad relativa a 27°C y de la Humedad, 1632 Normas Técnicas Ecuatorianas (2012).

Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 1634:2012. Miel de abejas. Determinación de la acidez total, 1634 Normas Técnicas Ecuatorianas (2012).

Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 1636:2012. Miel de abejas. Determinación de las cenizas, 1636 Normas Técnicas Ecuatorianas (2012).

Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 1637:2012. Miel de abejas. Determinación del contenido de hidroximetilfurfural (HMF), 1637 Normas Técnicas Ecuatorianas (2012).

Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 1638:2012. Miel de abejas. Determinación del número de diastasa, 1638 Normas Técnicas Ecuatorianas (2012).

Instituto Mexicano de Normalización y Certificación. NMX-F-036-1997 Norma Mexicana de Miel (2000).

Instituto Nacional de Normalización. NCh 3046-2006 Miel de Abejas - Determinación del contenido de hidroximetilfurfural - Método de espectrofotometría UV (2006).

Instituto Nacional de Normalización. NCh 3047-2006 Miel de Abejas - Determinación del contenido de sólidos insolubles en agua (2006).

Instituto Nacional de Normalización. NCh 616-2007 Miel de Abejas - Denominaciones y Requisitos, NCh 616 (2007).

J. Agudelo Ramos. (2015, diciembre 28). Composición de la Miel de Abejas. Recuperado a partir de http://www.academia.edu/6646320/Composici%C3%B3n_de_la_Miel_de_Abejas

J.F. Huidobro, & J. Simai. (1984). Parámetros de calidad de la miel - V. Índice de diastasas.

José Ulloa, Pedro Mondragón, Rogelio Rodríguez, Juan Reséndiz, & Petra Rosas. (2010). La miel de abeja y su importancia. *Revista Fuente*, 2(4).

Lordi, R., & Lupianez, A. (1998). Genetic algorithms applied to feature selection in PLS regression: how and when to use them. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 41, 195-207.

Martha J. Subosvsky, Ángela Sosa-López, & Alicia Castillo. (2003). Determinación de algunos Parámetros Físico-Químicos en miel de abejas de la provincia de Corrientes, Argentina y su relación con la cosecha y procesamiento. *Revista Científica Agropecuaria*, 61-64.

Milano Chemometrics, & QSAR Research Group. (2013). Genetic Algorithm (GA) toolbox (Versión 4.2). Recuperado a partir de <http://michem.disat.unimib.it/chm/>

Morrison, & Boid. (1998). *Química Orgánica* (5.^a ed.). Pearson - Addison Wesley.

Nashiely Morales-Ramírez, Adolfo Amador-Mendoza, Cecilia Martínez-Schez, & Erasmo Herman-Lara. (2006). Simulación del Efecto del Tiempo y Temperatura en Hidroximetilfurfural y Actividad Diastásica en miel de Abeja. *IV Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica y XV Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica*.

- Nicola Bradbear. (2005). *La apicultura y los medios de vida sostenibles*. Roma: Food & Agriculture Org.
- Orlando Valega. (s. f.). Frescura, Calidad y Adulteraciones de la Miel.
- Parlamento Europeo, & Consejo de la Unión Europea. Council Directive 2001/110/EC relating to honey, 2001/110/EC (2001).
- Pierre Jean-Prost, Yves Le Conte, & P. Medordi. (2007). *Apicultura: conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena* (4.^a ed.). Mundi-Prensa.
- Revised Codex Standard for Honey, CODEX STAN 12-1981 (2001).
- Susana Sanz, & Mercedes Sanz. (1994). Valores de Acidez (Libre, Lactónica y Total(y pH de las mieles de la Rioja. *Zubía*, (12), 193-204.
- Swiss Bee Research Centre. (2000). Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: Review of the work of the International Honey Commission.