



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO

“Procesamiento de miel oscura de abeja (*Apis mellifera*) mediante la implementación de una máquina centrífuga”

AUTORA: Shirley Johanna Hidalgo Zambrano

TUTOR: Ing. De la Cruz Chicaiza Marco Vinicio MSc.

El Carmen, febrero del 2026

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página I de I

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Shirley Johanna Hidalgo Zambrano** legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Procesamiento de miel oscura de abeja (*Apis mellifera*) mediante la implementación de una máquina centrífuga”**

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 29 de enero del 2026.

Lo certifico,


 Ing. De la Cruz Chicaiza Marco Vinicio MSc.
Docente Tutor
Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE

MANABÍ EXTENSIÓN EL CARMEN

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado **“Procesamiento de miel oscura de abeja (*Apis mellifera*) mediante la implementación de una máquina centrífuga”**, cuya autora **Shirley Johanna Hidalgo Zambrano**, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria y como Tutor de Trabajo de Titulación el Ing. De la Cruz Chicaiza Marco Vinicio, MSc.

El Carmen, febrero de 2026



Ing. Tacuri Troya Elizabeth Telli, Mg.
Presidente del tribunal de titulación



Ing. Jácome Gómez Janeth Rocío, Mg.
Miembro del tribunal de titulación



Ing. Vivas Cedeño Jorge Sifrido, Mg.
Miembro del tribunal de titulación





DECLARACIÓN DE AUTORIA

La responsabilidad de este proyecto de Titulación: **“Procesamiento de miel oscura de abeja (*Apis mellifera*) mediante la implementación de una máquina centrífuga”** corresponde exclusivamente a **Shirley Johanna Hidalgo Zambrano** con C.I 2300506629 y los derechos patrimoniales del mismo a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

El Carmen – Manabí

Autora

Shirley Johanna Hidalgo Zambrano
C.I 2300506629



Uleam

DEDICATORIA

"Siempre imagine que el paraíso sería algún tipo de biblioteca" – Jorge Luis Borges

A mis padres,

Porque han sido mi refugio en las tormentas y la fuerza que me sostuvo cuando sentí flaquear.
Por no dejarme rendir, por impulsarme siempre a seguir adelante y por recordarme que todo sacrificio tiene su recompensa.

Gracias por ser mi fuente inagotable de inspiración, por enseñarme con el ejemplo el valor del esfuerzo, la constancia y la fe. Este logro, mi título de Ingeniera Agropecuaria, es también suyo.

Con amor, orgullo y profunda gratitud, les dedico cada página de este camino conquistado.

Shirley Johanna Hidalgo Zambrano

AGRADECIMIENTO

"Lo más importante es vivir una vida fabulosa. Mientras sea fabulosa, no me importa cuánto dure."– **Freddie Mercury**

A mis padres, por ser la fuerza silenciosa que siempre me sostuvo, por confiar en mí incluso en los momentos más inciertos y por enseñarme que la perseverancia es el camino más digno hacia los sueños. Su amor, sacrificio y ejemplo han sido la raíz de este logro.

A Dios, gracias por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar este logro. Esta meta alcanzada como Ingeniera Agropecuaria no ha sido un camino fácil, pero es justamente en los senderos difíciles donde caminan los valientes.

A mis amigos porque su compañía hizo este trayecto universitario más llevadero y significativo.

Hoy, con humildad y gratitud, les dedico este logro que es tan mío como de ustedes.

Shirley Johanna Hidalgo Zambrano

ÍNDICE

TRIBUNAL DE TITULACIÓN	III
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
RESUMEN	13
CAPÍTULO I	15
TÍTULO	15
INTRODUCCIÓN	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
JUSTIFICACIÓN	17
OBJETIVOS.....	18
HIPÓTESIS	18
1.1 METODOLOGÍA	19
1.1.1 Ubicación del ensayo.....	19
1.2 Caracterización climatológica de la zona	20
1.3 Métodos.....	20
1.4 Variables de estudio	21
1.4.1 Variable independiente	21
1.4.2 Variables dependientes	21
1.5 Tratamientos	21
1.6 Análisis estadístico.....	22
1.7 Diseño Experimental.....	23
1.8 Manejo del ensayo	23

1.8.1	Tamizado y filtrado de la miel.....	23
1.8.2	Envasado del producto	23
1.8.3	Análisis de resultados fisicoquímicos	24
1.8.4	Evaluación organoléptica realizada dos días después	24
1.9	Materiales e insumos.....	24
1.9.1	Instrumento de evaluación de características organolépticas	25
CAPÍTULO II		26
MARCO TEÓRICO		26
2.1	Las abejas	26
2.2	Razas de abejas utilizadas en apicultura	26
2.3	Definición, origen y características generales de la miel	27
2.4	Características generales de la miel	28
2.4.1	Consistencia	28
2.4.2	Color.....	29
2.4.3	Origen floral.....	29
2.5	Composición química.....	29
2.6	Propiedades biológicas de la miel.....	30
2.6.1	Actividad antibacteriana y cicatrizante	30
2.6.2	Actividad antioxidante	31
2.6.3	Propiedades inmunomoduladoras y antiinflamatorias	31
2.7	Composición nutricional de la Miel.....	31
2.8	Cuidados técnicos en la cosecha y manejo higiénico de la miel	32
TRABAJOS RELACIONADOS		34
CAPÍTULO III.....		36
3	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	36
3.1	Descripción del sistema o proceso.....	36
3.1.1.	Antecedentes	36

3.2	Diseño y selección de tecnologías, herramientas o equipos a implementar	36
3.2.1.	Ubicación de la propuesta.....	36
3.2.2.	Metodología de la propuesta.....	36
3.2.3.	Descripción funcional de los componentes	39
3.2.4.	Desglose de gastos.....	41
3.2.5.	Cronograma.....	42
3.3.	Plan de implementación	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		45
3.4.1	Calidad organoléptica de la miel oscura obtenida mediante centrifugación en la Granja ULEAM El Carmen	45
3.4.2	Evaluación de la viscosidad de la miel oscura obtenida mediante el sistema de procesamiento implementado	48
3.4.3	Comportamiento del pH de la miel oscura bajo diferentes métodos de extracción	49
3.4.4	Sólidos solubles (°Brix).....	49
CAPÍTULO IV		51
CONCLUSIONES.....		51
RECOMENDACIONES.....		52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		LIII
ANEXOS		LVII

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características climatológicas de la localidad	20
Tabla 2. Análisis de varianza del experimento	21
Tabla 3. Esquema del análisis de varianza aplicado al procesamiento de miel oscura de <i>Apis mellifera</i>	22
Tabla 4. Clasificación taxonómica de la abeja <i>Apis mellifera</i>	26
Tabla 5. Principales características químicas de la miel de abeja	29
Tabla 6. Composición de la miel (g/100 g).....	31
Tabla 7. Desglose de gastos de implementos para la cosecha y extracción de miel	41
Tabla 8. Cronograma de actividades – Fase 1 2025 (1): Desarrollo de la Introducción y Marco Teórico	42
Tabla 9. Cronograma de actividades – Fase 2 2025 (2): Desarrollo de la Propuesta y Cierre del Proyecto	42
Tabla 10. Evaluación del color de la miel, en función de la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (<i>Apis mellifera</i>) en la granja de ULEAM El Carmen	45
Tabla 10. Intensidad aromática percibida, en función de la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (<i>Apis mellifera</i>) en la granja de ULEAM El Carmen	45
Tabla 11. Consistencia y fluidez de la miel, en función de la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (<i>Apis mellifera</i>) en la granja de ULEAM El Carmen	46
Tabla 12. Dulzor de la miel, en función de la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (<i>Apis mellifera</i>) en la granja de ULEAM El Carmen.....	47
Tabla 13. Valoración general de la calidad sensorial, en función de la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (<i>Apis mellifera</i>) en la granja de ULEAM El Carmen.....	47
Tabla 15. Parámetros estadísticos del pH, en función de la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (<i>Apis mellifera</i>) en la granja de ULEAM El Carmen	49
Tabla 15. Parámetros estadísticos del pH, en función de la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (<i>Apis mellifera</i>) en la granja de ULEAM El Carmen	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio	19
Figura 2. <i>Apis mellifera</i>	27
Figura 3. Extractor manual de miel en tambor de acero inoxidable utilizado para la separación centrífuga de los panales de <i>Apis mellifera</i>	37
Figura 4. Colmena Langstroth con ahumador sobre soporte metálico	37
Figura 5. Cuerpo de Colmena Langstroth con Marcos para Panales	37
Figura 6. Lámina de cera estampada para construcción de panales.....	38
Figura 7. Manejo y Revisión de Colonias de <i>Apis mellifera</i> durante la Cosecha de Miel	38
Figura 8. Implementos esenciales para el manejo y exploración de colonias de <i>Apis mellifera</i>	38
Figura 9. <i>Filtros Sanitarios para el tamizado de miel en proceso de postcosecha</i>	38
Figura 10. Comportamiento de la viscosidad de la miel oscura en función del tiempo de centrifugación.....	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis en la varianza de la viscosidad, en función del procesamiento de miel oscura de abeja (<i>Apis mellifera</i>) mediante la implementación de una máquina centrífuga.....	LVII
Anexo 2. Análisis en la varianza de los sólidos solubles (°Brix), en función del procesamiento de miel oscura de abeja (<i>Apis mellifera</i>) mediante la implementación de una máquina centrífuga	LVII
Anexo 3. Análisis en la varianza de la variable Ph, en función del procesamiento de miel oscura de abeja (<i>Apis mellifera</i>) mediante la implementación de una máquina centrífuga	LVII
Anexo 4. Acta de Donación de Bienes	LVII
Anexo 5. Encuesta sensorial de miel oscura de <i>Apis mellifera</i>	LVIII
Anexo 6. Registro fotográfico del proceso de cosecha.....	LVIII
Anexo 7. Sistema de extracción por centrifugación manual.....	LVIII
Anexo 8. Registro visual de la medición de parámetros fisicoquímicos	LIX
Anexo 9. Evidencia fotográfica del análisis sensorial de la miel	LX

RESUMEN

El estudio evaluó el efecto del método de extracción sobre la calidad fisicoquímica y sensorial de miel oscura de *Apis mellifera* procesada en la Granja Experimental de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. La investigación se desarrolló bajo un Diseño Completamente al Azar, con tres tratamientos y tres repeticiones: T1, miel obtenida sin centrifugación mediante escurrido directo; T2, miel obtenida mediante centrifugación manual; y T3, miel obtenida mediante centrifugación manual prolongada. El contenido de sólidos solubles fue superior en los tratamientos centrifugados, registrándose valores más altos en T3 (82,67 °Brix) y T2 (81,67 °Brix), mientras que T1 presentó el valor más bajo (73,33 °Brix). El pH mostró un incremento progresivo asociado al tiempo de centrifugación, con valores que oscilaron entre 3,99 en T1 y 5,46 en T3. La viscosidad aumentó significativamente con la aplicación de centrifugación, alcanzando valores promedio de 437,93 mPa·s en T1, 586,90 mPa·s en T2 y 857,21 mPa·s en T3, reflejando una mayor estabilidad reológica del producto. La evaluación sensorial indicó una alta aceptación de la miel centrifugada, destacándose un color oscuro estable percibido por el 53,3 % de los evaluadores, un aroma intenso equilibrado valorado por el 50,0 %, una consistencia moderadamente viscosa identificada por 40,0 % y un perfil de dulzor equilibrado e intenso con notas florales reconocido por el 80,0 % del panel. La centrifugación manual favoreció la calidad fisicoquímica, sensorial y la uniformidad del procesamiento, constituyéndose en una alternativa técnicamente viable y eficiente para sistemas de producción de miel a pequeña escala.

Palabras clave: miel oscura; centrifugación manual; viscosidad; evaluación sensorial

ABSTRACT

The study evaluated the effect of the extraction method on the physicochemical and sensory quality of dark honey from *Apis mellifera* processed at the Experimental Farm of the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, El Carmen Extension. The research was conducted under a Completely Randomized Design, with three treatments and three replications: T1, honey obtained without centrifugation by direct draining; T2, honey obtained by manual centrifugation; and T3, honey obtained by prolonged manual centrifugation. Soluble solids content was higher in the centrifuged treatments, with the highest values recorded in T3 (82.67 °Brix) and T2 (81.67 °Brix), while T1 showed the lowest value (73.33 °Brix). pH exhibited a progressive increase associated with centrifugation time, ranging from 3.99 in T1 to 5.46 in T3. Viscosity increased significantly with the application of centrifugation, reaching mean values of 437.93 mPa·s in T1, 586.90 mPa·s in T2, and 857.21 mPa·s in T3, indicating greater rheological stability of the product. Sensory evaluation indicated high acceptance of centrifuged honey, highlighting a stable dark color perceived by 53.3% of evaluators, an intense and balanced aroma rated by 50.0%, a moderately viscous consistency identified by 40.0%, and a balanced and intense sweetness with floral notes recognized by 80.0% of the panel. Overall, the results demonstrated that manual centrifugation enhanced the physicochemical and sensory quality and improved processing uniformity, constituting a technically viable and efficient alternative for small-scale honey production systems.

Keywords: dark honey; manual centrifugation; viscosity; sensory evaluation

CAPÍTULO I

TÍTULO

“Implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (*Apis mellifera*) en la granja de ULEAM El Carmen”

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la apicultura ha cobrado relevancia como una actividad agropecuaria estratégica, no solo por su contribución a la biodiversidad mediante la polinización, sino también por la creciente demanda de miel como producto alimenticio funcional y terapéutico (Guo et al., 2023; Vivanco & Villavicencio, 2020).

A nivel mundial, países como Austria, Suiza y Nueva Zelanda han incrementado su consumo per cápita de miel debido a sus propiedades antibacterianas, antioxidantes y su capacidad de fortalecer el sistema inmunológico, lo cual ha impulsado la exigencia de estándares más altos en calidad e inocuidad (Zhang et al., 2012).

En el contexto ecuatoriano, la apicultura representa una actividad en desarrollo con un enorme potencial económico, especialmente en zonas rurales donde puede complementar los sistemas productivos tradicionales (Ayala & Robalino, 2020). Sin embargo, su crecimiento se ha visto limitado por la falta de tecnificación, escaso acceso a financiamiento y deficiencias en el procesamiento postcosecha (Ramírez, 2016).

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2023), Ecuador cuenta actualmente con alrededor de 22,631 colmenas, cifra insuficiente para satisfacer la demanda nacional. La provincia de Manabí se destaca como una de las principales productoras, debido a sus condiciones agroclimáticas favorables y flora diversa.

La miel producida por la especie *Apis mellifera* constituye el principal recurso derivado de la colmena y representa una alternativa de gran valor comercial, especialmente en regiones donde se busca reactivar el sector apícola, como es el caso de Honduras (Wang et al., 2023). No obstante, el desarrollo del rubro apícola no debe centrarse exclusivamente en incrementar los volúmenes de producción, sino también en asegurar la calidad sanitaria y la inocuidad del producto final destinado al consumo humano (Machado-De-Melo et al., 2018).

Gracias a su bajo pH, elevada concentración de azúcares y contenido reducido de humedad, la miel es considerada un alimento de larga vida útil, ya que estas condiciones dificultan el desarrollo de microorganismos y permiten mantener recuentos microbianos mínimos (Pryce-Jones, 1950). Aunque la miel posee una microbiota propia de origen natural, es susceptible a la contaminación durante su extracción o manipulación, especialmente si no se siguen protocolos técnicos adecuados (Gündoğdu et al., 2019).

La presencia de microorganismos indeseados suele estar asociada al incumplimiento de las Buenas Prácticas Apícolas (BPA) en campo, o a fallas durante la etapa de procesamiento cuando no se aplican Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) (Carvajal, 2023). Las BPM comprenden un conjunto de normas y procedimientos orientados a garantizar que las condiciones sanitarias del entorno de procesamiento incluyendo las instalaciones, el personal, los equipos y los utensilios no comprometan la inocuidad del alimento (RTCA 67.01.33.06, 2007; FSPCA, 2016). Estas prácticas son fundamentales para prevenir la contaminación y asegurar que los productos alimenticios, como la miel, cumplan con los estándares exigidos por los mercados nacionales e internacionales (Carvajal, 2023).

Según Ramírez (2016), la omisión de estas prácticas durante cualquiera de las etapas del procesamiento puede generar aumentos significativos en los niveles microbianos, afectando negativamente la calidad del producto final (Ávila-Sarabia, 2021).

Frente a este escenario, el presente estudio tiene como propósito implementar un sistema de procesamiento de miel oscura en la Granja Experimental de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión El Carmen. Esta iniciativa busca consolidar un modelo agroindustrial que permita mejorar la competitividad del producto, garantizar su inocuidad y calidad físico-química, y facilitar el acceso a mercados nacionales e internacionales más exigentes. Además, se pretende fomentar el desarrollo local, la transferencia tecnológica y la capacitación de nuevos apicultores en prácticas de producción sostenible.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La expansión del mercado de productos apícolas exige que las unidades productoras evolucionen hacia sistemas que aseguren no solo cantidad, sino también calidad e inocuidad durante toda la cadena de valor (Suescún & Vit, 2008). Sin embargo, en muchos entornos rurales del Ecuador, las iniciativas apícolas enfrentan limitaciones técnicas y operativas para

lograr un procesamiento estandarizado y eficiente, especialmente en lo relacionado con la miel oscura, que presenta características particulares de manejo (Arias, 2018).

La falta de infraestructura especializada y de protocolos adaptados a contextos locales limita el aprovechamiento del potencial comercial de este tipo de miel, restringiendo su acceso a mercados más competitivos y su posicionamiento como producto de valor agregado. La inexistencia de plantas de procesamiento tecnificadas en zonas estratégicas como, El Carmen, Manabí, dificulta la consolidación de un modelo productivo apícola que garantice trazabilidad, cumplimiento normativo y sostenibilidad.

Además, se identifica una brecha en la transferencia de conocimientos prácticos que permita a los pequeños apicultores profesionalizar sus procesos y cumplir con estándares sanitarios exigidos a nivel nacional e internacional (Ríos, 2020). Frente a esta realidad, surge la necesidad de diseñar e implementar un sistema integral de procesamiento adaptado a las condiciones locales, que responda a los retos productivos y normativos del sector.

¿De qué manera la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura en la Granja de ULEAM El Carmen contribuiría a mejorar la calidad, inocuidad y competitividad del producto final?

JUSTIFICACIÓN

La apicultura ha evolucionado hacia un sector estratégico que combina sostenibilidad ambiental, seguridad alimentaria y generación de ingresos rurales. No obstante, su competitividad depende en gran medida de la capacidad para integrar procesos de valor agregado mediante sistemas de procesamiento que aseguren calidad, inocuidad y cumplimiento normativo (Cisneros et al., 2024).

En Ecuador, y particularmente en la provincia de Manabí, la producción de miel oscura posee un alto potencial comercial debido a sus características organolépticas y propiedades bioactivas, sin embargo, este recurso sigue siendo subutilizado por la ausencia de tecnología apropiada y centros de procesamiento adaptados a las condiciones locales (Masaquiza-Moposita et al., 2023).

La implementación de una planta de procesamiento de miel oscura en la Granja Experimental de la ULEAM, extensión El Carmen, representa una alternativa viable para impulsar la tecnificación del sector apícola en la región. Este sistema permitiría no solo mejorar

la trazabilidad, homogeneidad y calidad sanitaria del producto final, sino también dinamizar la economía local a través de la transferencia de conocimientos, la formación de nuevos apicultores y el fortalecimiento de microemprendimientos rurales.

Además, se generarían condiciones para cumplir con normativas como la ARCSA-DE-2022-016-AKRG y la NTE INEN 1572, facilitando el acceso a nichos de mercado exigentes y garantizando la sostenibilidad del modelo productivo. Así, el estudio responde a una necesidad técnica y social que alinea los objetivos institucionales de la ULEAM con las políticas de desarrollo agropecuario del país.

OBJETIVOS

i) Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes tiempos de centrifugación manual sobre los parámetros fisicoquímicos y las propiedades organolépticas de la miel oscura de *Apis mellifera* procesada en la Granja Experimental ULEAM El Carmen.

ii) Objetivos específicos

- Caracterizar los parámetros fisicoquímicos (°Brix, pH y viscosidad) de la miel obtenida mediante distintos tiempos de centrifugación manual y establecer sus variaciones respecto al método sin centrifugación.
- Analizar los atributos organolépticos color, olor, textura y sabor de la miel procesada mediante un panel sensorial estructurado, identificando diferencias asociadas al método de extracción.
- Determinar la eficiencia operativa del sistema de extracción tecnificado, considerando rendimiento, estabilidad del producto y uniformidad del procesamiento.

HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa (H₁):

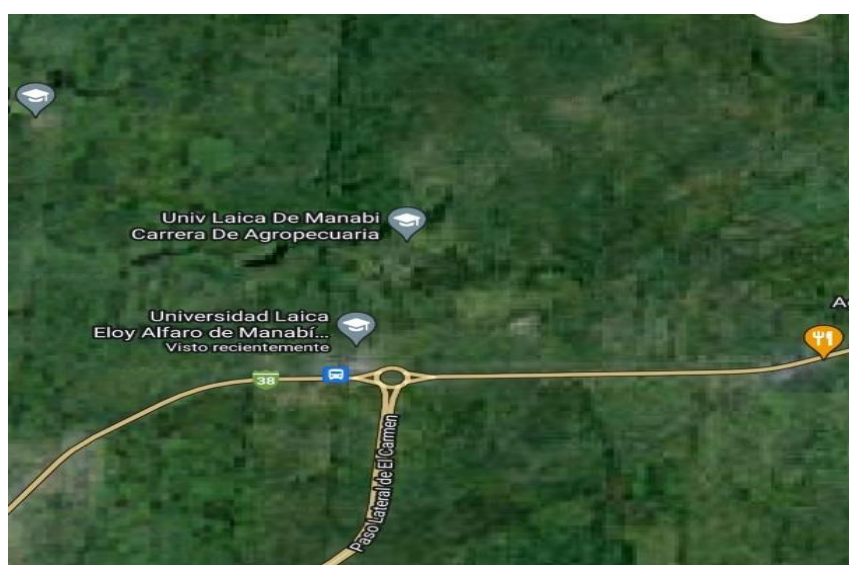
Los diferentes tiempos de centrifugación manual aplicados durante el procesamiento de la miel oscura de *Apis mellifera* generan diferencias significativas en los parámetros fisicoquímicos (°Brix, pH, viscosidad), las características organolépticas (color, olor, textura y sabor) y la eficiencia operativa del sistema de extracción.

1.1 METODOLOGÍA

1.1.1 Ubicación del ensayo

El experimento se ejecutó en la Granja Experimental Río Suma, ubicada en el margen derecho del redondel de la virgen del Carmen Madre, perteneciente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, en el cantón El Carmen, provincia de Manabí, Ecuador. El sitio de estudio se localiza en las coordenadas UTM: X = -0.262156; Y = -79.428218 m; a una altitud de 258 metros sobre el nivel del mar. La zona se caracteriza por presentar condiciones climáticas propias del trópico húmedo

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio



Fuente: Google Maps (2025).

En este contexto, la implementación del sistema de procesamiento tecnificado de miel oscura de *Apis mellifera* fue liderada por estudiantes de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la ULEAM, como parte de una estrategia formativa orientada a la integración teoría-práctica. Esta experiencia no solo permitió fortalecer sus competencias técnicas en el ámbito agroindustrial, sino que también promovió su vinculación con el entorno rural mediante una intervención con impacto social.

A través del diseño, montaje, puesta en marcha y validación del sistema, los estudiantes contribuyeron activamente al mejoramiento de la cadena de valor de la apicultura en el cantón El Carmen, ofreciendo una alternativa tecnológica accesible y replicable para los pequeños

productores locales. Esta sinergia entre formación académica y apoyo comunitario consolida el rol de la universidad como agente de transformación territorial.

1.2 Caracterización climatológica de la zona

Parámetros agroclimáticos representativos del cantón El Carmen (Tabla 1):

Tabla 1. *Características climatológicas de la localidad*

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86%
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022)

1.3 Métodos

a. Método experimental

Este estudio se sustentó en el método experimental, el cual permitió evaluar los efectos de la implementación de un sistema tecnificado de procesamiento sobre la calidad físico-química y microbiológica de la miel oscura de *Apis mellifera* (Machado-De-Melo et al., 2018). La manipulación controlada del tipo de procesamiento (artesanal vs. tecnificado) en condiciones reguladas garantizó la validez interna del análisis y permitió establecer relaciones causales entre los tratamientos aplicados y las variables de respuesta (Hidalgo, 2005).

b. Método observacional

Se aplicó un enfoque observacional para registrar directamente las condiciones operativas y sanitarias durante las fases de extracción, filtrado, decantación, envasado y almacenamiento de la miel (Jaramillo, 2018). Estas observaciones, realizadas sin intervenir el proceso natural de la actividad apícola, permitieron documentar fallas, fortalezas y puntos críticos del sistema, favoreciendo el diseño de una propuesta adaptada a la realidad del cantón El Carmen.

c. Método descriptivo

Se empleó un método descriptivo para caracterizar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la miel oscura obtenida. Este enfoque permitió analizar de forma sistemática variables como color, grados Brix, pH, humedad, conductividad eléctrica, capacidad

antioxidante y recuento microbiológico, proporcionando un perfil técnico del producto resultante bajo el nuevo sistema de procesamiento (Cisneros et al., 2024).

d. Análisis experimental

Se utilizó un análisis comparativo entre el sistema artesanal y el sistema tecnificado de procesamiento, con el fin de identificar diferencias significativas en las variables de calidad. Para ello, se aplicaron pruebas estadísticas (t de Student) para establecer si la implementación del sistema propuesto representa una mejora técnica y sanitaria sustancial frente al método tradicional.

1.4 Variables de estudio

1.4.1 Variable independiente

Tiempo de centrifugación manual aplicado durante el procesamiento de la miel.

1.4.2 Variables dependientes

a) Físicoquímicas

- Grados °Brix
- pH
- Viscosidad

b) Sensoriales (organolépticas)

- Color
- Olor
- Textura
- Sabor

c) Operativas

- Rendimiento de extracción

1.5 Tratamientos

Tabla 2. *Análisis de varianza del experimento*

Tratamiento	Descripción del procedimiento	Tiempo de centrifugación	Método de extracción
T1	Sin centrifugación	0	Escurreo directo
T2	Centrifugación manual 1 minuto	1	Centrifugación manual
T3	Centrifugación manual 2 minutos	2	Centrifugación manual

1.6 Análisis estadístico

Las variables °Brix, pH, viscosidad y rendimiento, al tratarse de mediciones cuantitativas continuas, se analizaron mediante un ANOVA de un factor con el propósito de establecer si los distintos tiempos de centrifugación generaban diferencias estadísticamente significativas, previa verificación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Shapiro–Wilk y Levene, respectivamente.

Cuando dichos supuestos se cumplieron, el ANOVA se aplicó con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ y, en presencia de diferencias significativas, se efectuó una comparación de medias mediante la prueba Tukey para identificar el tiempo de centrifugación que produjo variaciones relevantes en cada parámetro evaluado; en caso de incumplimiento de los supuestos paramétricos se recurrió a transformaciones o al procedimiento no paramétrico Kruskal–Wallis.

Paralelamente, el análisis sensorial correspondiente a color, olor, textura y sabor, obtenido mediante una encuesta con cuatro opciones de respuesta por atributo, se trató exclusivamente mediante estadística descriptiva basada en frecuencias absolutas y porcentajes, sin la aplicación de pruebas inferenciales ni modelos multivariados, dado que el objetivo consistió únicamente en describir las tendencias de percepción asociadas a cada modalidad de procesamiento.

Tabla 3. Esquema del análisis de varianza aplicado al procesamiento de miel oscura de *Apis mellifera*

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	11
Tiempos de centrifugaron de la miel	2
Error	9

1.7 Diseño Experimental

El experimento se estructuró bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), adecuado para condiciones de homogeneidad experimental y para evaluar el efecto de un solo factor: el tiempo de centrifugación manual aplicado durante el procesamiento de la miel oscura de *Apis mellifera*. El diseño consideró tres niveles del factor (sin centrifugación, 1 minuto y 2 minutos de centrifugación), cada uno con cuatro repeticiones independientes, conformando un total de 12 unidades experimentales.

1.8 Manejo del ensayo

El proceso de extracción inició con la selección de panales completamente operculados. Cada marco se destapó utilizando espátulas apícolas previamente desinfectadas. Una vez retiradas las capas de cera, los panales se colocaron en la centrífuga manual. Se establecieron tres tiempos de operación, 0 minutos (sin centrifugación): extracción por escurrido natural. 1 minuto de centrifugación: giro continuo a velocidad manual constante. 2 minutos de centrifugación: mismo giro sostenido en periodos prolongados.

La miel obtenida fluía hacia el fondo del tambor, donde fue recogida en recipientes de acero inoxidable previamente etiquetados. Cada unidad experimental se trabajó por separado para evitar mezclas entre tratamientos.

1.8.1 Tamizado y filtrado de la miel

Posteriormente se realizó el tamizado de la miel con un sistema doble de filtros. El primer tamizado retuvo partículas gruesas como restos de cera y pequeñas impurezas sólidas. El segundo tamizado, de malla más fina, permitió obtener una miel más limpia y uniforme, eliminando microresiduos sin alterar su composición. Ambos tamizados se efectuaron por gravedad sin aplicar presión externa para proteger la integridad fisicoquímica del producto.

1.8.2 Envasado del producto

Una vez tamizada, la miel se envasó inmediatamente en frascos de vidrio esterilizados a temperatura ambiente. Los envases se llenaron hasta un nivel uniforme, se sellaron herméticamente y se etiquetaron con códigos alfanuméricos para mantener el cegamiento durante la evaluación sensorial. Cada lote fue almacenado en un espacio libre de humedad y exposición solar directa para evitar alteraciones en °Brix, pH o viscosidad.

1.8.3 Análisis de resultados fisicoquímicos

Una vez envasados los lotes, se procedió al análisis de °Brix con un refractómetro calibrado, introduciendo una pequeña muestra limpia en la superficie lectora. El pH se determinó mediante pH-metro digital calibrado con soluciones patrón de 4.0 y 7.0. Para la viscosidad se utilizó un viscosímetro, aplicando el método correspondiente según el equipo disponible, verificando la estabilidad de lectura. Los datos obtenidos se registraron en hojas de cálculo para su análisis estadístico posterior mediante ANOVA de un factor según lo establecido en la metodología.

1.8.4 Evaluación organoléptica realizada dos días después

Transcurridos dos días del envasado, se llevó a cabo la evaluación organoléptica. Las muestras se mantuvieron a temperatura ambiente controlada y se presentaron a los evaluadores utilizando recipientes codificados para evitar sesgos.

El panel sensorial analizó los atributos de color, aroma, textura y sabor mediante una encuesta estructurada de selección simple con cuatro opciones de respuesta por atributo. La evaluación se desarrolló en un ambiente neutro, con iluminación adecuada, ausencia de olores externos y disponibilidad de agua para limpieza del paladar entre muestras.

1.9 Materiales e insumos

- Cuchillos apícolas y espátulas de acero inoxidable
- Mesa sanitaria grado alimentario
- Centrífuga manual apícola de acero inoxidable con capacidad para marcos Langstroth
- Recipientes colectores de acero inoxidable
- Filtros sanitarios de malla fina (tamiz de 200–400 micras)
- Coladores dobles para tamizado primario y secundario
- Refractómetro digital para °Brix
- pH-metro calibrado con soluciones patrón
- Viscosímetro de copa o viscosímetro digital según disponibilidad
- Frascos de vidrio esterilizados con tapa rosca
- Etiquetas codificadas para el sistema de aleatorización
- Paños sanitizados y solución desinfectante grado alimentario

1.9.1 Instrumento de evaluación de características organolépticas

Para la evaluación de las características organolépticas de la miel oscura de *Apis mellifera*, se realizó una evaluación sensorial mediante encuesta estructurada, aplicada a un panel conformado por diez personas, seleccionadas por su disponibilidad y capacidad de percepción sensorial básica. La evaluación se llevó a cabo en condiciones controladas en la Granja Experimental de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen.

El instrumento permitió valorar de manera sistemática los principales atributos sensoriales de la miel, considerando color, intensidad aromática, consistencia o fluidez, perfil de dulzor y calidad sensorial global. Cada participante evaluó las muestras correspondientes a los distintos métodos de extracción, emitiendo su apreciación de forma individual, sin interacción entre panelistas, con el fin de evitar sesgos en la percepción.

Los resultados obtenidos a partir de esta encuesta sensorial se utilizaron para identificar diferencias organolépticas asociadas al método de extracción y al tiempo de centrifugación, complementando el análisis fisicoquímico del producto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Las abejas

Las abejas melíferas (*Apis mellifera*) son insectos sociales pertenecientes al orden Hymenoptera, caracterizado por presentar dos pares de alas membranosas (Evans et al., 2013). Estas especies organizan su estructura social en tres castas bien definidas: una reina (encargada de la reproducción), un grupo de obreras (hembras estériles responsables del mantenimiento de la colmena), y un número variable de zánganos (machos), cuya presencia depende de la temporada y la disponibilidad de recursos florales (Seeley & Morse, 1976).

Tabla 4. Clasificación taxonómica de la abeja *Apis mellifera*

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	<i>Animalia</i>
Filo	<i>Arthropoda</i>
Clase	<i>Insecta</i>
Orden	<i>Hymenoptera</i>
Suborden	<i>Apocrito</i>
Superfamilia	<i>Apoidea</i>
Familia	<i>Apidae</i>
Subfamilia	<i>Apinae</i>
Tribu	<i>Apini</i>
Género	<i>Apis</i>
Especie	<i>mellifera</i>

Fuente: Seeley & Morse (1976).

Esta especie es considerada uno de los insectos de mayor importancia económica a nivel mundial, no solo por su capacidad de producir miel en cantidades superiores a sus necesidades, sino también por su papel esencial en la polinización de cultivos agrícolas y ecosistemas naturales, lo que repercute directamente en la seguridad alimentaria global y en la biodiversidad (Human et al., 2013).

2.2 Razas de abejas utilizadas en apicultura

Las razas más comúnmente empleadas en la apicultura moderna pertenecen a la especie *Apis mellifera*, originaria de Europa, África y Medio Oriente. Esta especie, ampliamente domesticada, ha sido seleccionada por su mansedumbre, productividad y capacidad de adaptación a diferentes climas (Scheiner et al., 2013). Cabe destacar que *Apis mellifera* no es

nativa del continente americano; en su lugar, existían múltiples especies de abejas silvestres sin aguijón que eran utilizadas por las culturas originarias, principalmente para la obtención de miel en pequeña escala (Human et al., 2013).

En 1956, la introducción de reinas africanas de *Apis mellifera scutellata* en Brasil, como parte de un experimento de mejoramiento genético, resultó en la hibridación no controlada con razas europeas, dando origen a la abeja conocida como africanizada (Seeley & Morse, 1976). Esta nueva raza, caracterizada por su gran rusticidad, capacidad de defensa y alto potencial productivo, se dispersó rápidamente por América del Sur, América Central y el sur de los Estados Unidos (Schneider et al., 2004). En Ecuador, la abeja africanizada fue reportada desde la década de 1970, y actualmente es la principal raza apícola manejada, especialmente en zonas tropicales como la provincia de Manabí, donde se ha adaptado con éxito a las condiciones climáticas y florísticas del país (Seeley & Morse, 1976).

Figura 2. *Apis mellifera*



Fuente: Abejapedia. Enciclopedia especializada Bogdanov et al., (2008)

2.3 Definición, origen y características generales de la miel

La miel es una sustancia natural de sabor dulce, elaborada por las abejas del género *Apis*, principalmente *Apis mellifera*, a partir del néctar de flores o de secreciones vegetales (Ríos, 2020). Este néctar es recolectado, modificado bioquímicamente mediante enzimas presentes en la saliva de las abejas y posteriormente almacenado en los panales, donde sufre procesos de maduración, deshidratación y conservación (Bogdanov et al., 2008).

Esta transformación convierte al néctar en un producto altamente estable, con una composición química compleja que incluye azúcares, enzimas, ácidos orgánicos, minerales, compuestos fenólicos y otros elementos bioactivos (Hossain et al., 2022).

El perfil sensorial y composicional de la miel es decir, su color, sabor, textura y aroma

depende directamente del tipo de floración disponible, la geografía del entorno y las condiciones climáticas (Hossain et al., 2022). Por ello, la miel presenta una amplia variabilidad según la región y la temporada, pudiendo clasificarse en distintos tipos como miel clara, ámbar o miel oscura, esta última rica en compuestos antioxidantes y minerales (Bekena & Greiling, 2017; Cianciosi et al., 2018; Velásquez & Goetschel, 2019).

Desde el enfoque alimentario, la miel cumple con múltiples funciones: es fuente rápida de energía, presenta propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y antioxidantes, y además es utilizada tanto en la industria alimentaria como en la farmacéutica y cosmética (Bekena & Greiling, 2017). Esta versatilidad la convierte en un producto estratégico dentro del desarrollo rural y agroindustrial, siendo un eje fundamental en la cadena apícola (Moreira-Macías et al., 2025).

En Ecuador, la miel constituye un producto con creciente demanda local, pero con limitaciones estructurales en su producción y procesamiento. La falta de tecnificación y de controles de calidad homogéneos limita su competitividad frente a los estándares internacionales, donde se exige trazabilidad, control microbiológico y etiquetado conforme a normas como la Codex Stan 12-1981 y la NTE INEN 1572 (Velásquez & Goetschel, 2019)

2.4 Características generales de la miel

La miel es un alimento complejo cuyo valor comercial y funcional está estrechamente relacionado con sus propiedades físico-químicas y sensoriales (Guangashi, 2018). Factores como la consistencia, el color, el aroma y el sabor están determinados por la flora de origen, las condiciones ambientales y el manejo postcosecha (Arcos-Farfán, 2016). Estas características permiten identificar el tipo botánico y geográfico del néctar, así como inferir el valor nutricional y las propiedades funcionales del producto (Bogdanov et al., 2008)

2.4.1 Consistencia

La consistencia de la miel está relacionada con el fenómeno natural de cristalización de los azúcares, principalmente glucosa, que al sobresaturarse en determinadas condiciones de temperatura y humedad, tienden a formar cristales (Lara, 2023). Esta cristalización puede ser total o parcial y determina la fluidez de la miel. Aunque la cristalización es un proceso físico natural y no implica deterioro del producto, suele ser percibida negativamente por el consumidor si no se explica adecuadamente (Moreira-Macías et al., 2025).

2.4.2 Color

El color es una de las principales variables para clasificar comercialmente la miel. Se determina mediante la escala de mm PFUND y varía desde tonos muy claros como el blanco agua hasta colores intensos como el ámbar oscuro o casi negro (Ríos, 2020). Esta variación está influenciada por la cantidad de pigmentos naturales presentes, como flavonoides, carotenoides, minerales como hierro y fósforo, y la concentración de polifenoles (Suescún & Vit, 2008). Las mieles oscuras, en particular, suelen tener mayor contenido antioxidante y concentración mineral, lo que incrementa su valor nutricional (Arias, 2018).

2.4.3 Origen floral

Las mieles pueden clasificarse como monoflorales, cuando provienen en su mayoría del néctar de una sola especie vegetal (como trébol, acacia o tilo), o multiflorales, cuando se originan de diversas especies botánicas sin un predominio claro. Este factor influye tanto en el perfil organoléptico como en la composición química del producto. Mieles como las de bosque o de pradera presentan una riqueza polínica y nutricional superior, pero con menor estandarización sensorial (FAO, 2000).

2.5 Composición química

La miel está compuesta principalmente por azúcares (glucosa y fructosa), agua, ácidos orgánicos, compuestos fenólicos, proteínas, enzimas, vitaminas y minerales (Ayala & Robalino, 2020). Aunque su composición puede variar según el origen floral y geográfico, estos componentes definen propiedades clave como la acidez, la capacidad antioxidante, la viscosidad, la conductividad eléctrica y la actividad antimicrobiana (García-Chaviano et al., 2022). Las características físico-químicas también influyen en su estabilidad durante el almacenamiento (Suescún & Vit, 2008).

Tabla 5. Principales características químicas de la miel de abeja

Parámetro	Rango típico	Unidad	Descripción	Referencia
Humedad	15,0 – 20,0	%	Afecta la estabilidad y conservación del producto. Valores altos favorecen fermentación.	Arcos-Farfán, (2016).

Parámetro	Rango típico	Unidad	Descripción	Referencia
pH	3,2 – 4,5	-	Refleja la acidez natural. pH bajo contribuye a la estabilidad microbiológica.	Suescún & Vit, (2008)
Acidez libre	≤ 50	meq/kg	Indicador de frescura. Aumenta por acción de enzimas y fermentación.	Ríos, (2020)
Sólidos solubles (°Brix)	78 – 83	°Brix	Representan el contenido de azúcares. Se asocia a la madurez de la miel.	Carvajal, (2023)
Conductividad eléctrica	0,2 – 0,8 (floral) >0,8 (miel oscura)	mS/cm	Asociada al contenido de sales minerales, ácidos y proteínas. Útil para clasificar mieles.	Suescún & Vit, (2008)
HMF (5-hidroximetilfurfural)	≤ 40	mg/kg	Compuesto generado por descomposición de azúcares. Su aumento indica sobrecalentamiento o envejecimiento.	Ríos, (2020)
Fructosa	30 – 44	%	Principal azúcar presente. Mayor proporción en mieles suaves.	Arcos-Farfán, (2016).
Glucosa	25 – 40	%	Azúcar que cristaliza más rápido.	Suescún & Vit, (2008)
Relación fructosa/glucosa	> 1 (típico)	-	Indicador del potencial de cristalización.	Alvarez-Suárez et al., 2010
Actividad antioxidante	20 – 65	% inhibición DPPH	Variable según color, flora y procesamiento. Alta en miel oscura.	Carvajal, (2023)

2.6 Propiedades biológicas de la miel

La miel de abejas no solo es un alimento energético, sino también un producto con alto potencial terapéutico gracias a su composición bioactiva (Snowdon & Cliver, 1996). Su aplicación en la medicina natural, particularmente en la apiterapia, ha sido documentada en múltiples estudios por su capacidad para favorecer la cicatrización, combatir infecciones y actuar como antioxidante natural (Alvarez-Suarez et al., 2013).

2.6.1 Actividad antibacteriana y cicatrizante

La miel posee una acción antimicrobiana atribuida a su bajo pH, alta osmolaridad y la presencia de compuestos como el peróxido de hidrógeno, defensinas, y flavonoides. Estos elementos crean un entorno hostil para el desarrollo de bacterias, facilitando además la regeneración de tejidos (Alvarez-Suarez et al., 2013). Por ello, su uso en heridas superficiales, quemaduras y úlceras ha sido ampliamente validado en la literatura científica (García-Chaviano

et al., 2022). La lisis osmótica generada por su alta concentración de azúcares interrumpe la membrana celular bacteriana, inhibiendo el crecimiento de patógenos como *Staphylococcus aureus* o *Pseudomonas aeruginosa* (Suescún & Vit, 2008).

2.6.2 Actividad antioxidante

La actividad antioxidante de la miel proviene de su contenido en polifenoles, flavonoides, ácidos fenólicos, vitamina C y compuestos nitrogenados (Suescún & Vit, 2008). Estos compuestos tienen la capacidad de neutralizar radicales libres y prevenir el daño oxidativo celular, lo que contribuye a la prevención de enfermedades crónicas como cáncer, afecciones cardiovasculares y procesos inflamatorios (Ayala & Robalino, 2020).

Además, se ha demostrado que ciertos flavonoides presentes en la miel activan la síntesis de óxido nítrico, favoreciendo la vasodilatación y la protección endotelial (Gutierrez et al., 2008).

2.6.3 Propiedades inmunomoduladoras y antiinflamatorias

La miel puede modular la respuesta inmunológica mediante la estimulación de células inmunocompetentes y la inhibición de citocinas proinflamatorias (Ayala & Robalino, 2020). Estos efectos son especialmente relevantes en el contexto de infecciones respiratorias, enfermedades intestinales y recuperación de tejidos lesionados (Israili, 2014). Adicionalmente, algunos compuestos de la miel contribuyen a una respuesta antiinflamatoria controlada sin comprometer los mecanismos naturales de defensa (Suescún & Vit, 2008).

2.7 Composición nutricional de la Miel

La miel es un alimento natural altamente energético compuesto, en su mayoría, por carbohidratos simples como la fructosa (alrededor del 38 %) y la glucosa (aproximadamente 31 %), los cuales representan más del 80 % de su contenido seco (Suescún & Vit, 2008).

Tabla 6. Composición de la miel (g/100 g)

Componente	Blossom honey (Promedio)	Rango min– max	Honeydew honey (Promedio)	Rango min– max
Agua	17,2	15,0 – 20,0	16,3	15,0 – 20,0
Monosacáridos				
Fructosa	38,2	30,5 – 44,3	31,9	28,0 – 40,0

Componente	Blossom honey (Promedio)	Rango min– max	Honeydew honey (Promedio)	Rango min– max
Glucosa	31,3	24,0 – 40,6	26,1	19,0 – 32,0
Disacáridos				
Sacarosa	0,7	0,1 – 4,7	0,6	0,1 – 4,7
Otros disacáridos	5,0	2,0 – 8,0	4,0	1,0 – 6,0
Trisacáridos				
Melezitosa	< 0,1	< 0,1 – 1,4	4,0	0,3 – 22,0
Erulosa	0,8	0,5 – 1,6	0,1	0,1 – 0,6
Otros trisacáridos	0,5	0,1 – 1,3	0,1	0,1 – 0,6
Oligosacáridos no determinados	3,1	-	3,1	-
Azúcares totales	79,7	80,0 – 85,0	80,0	80,0 – 85,0
Minerales	0,2	0,1 – 0,5	0,6	0,2 – 0,9
Aminoácidos y proteínas	0,3	0,2 – 0,4	0,8	0,4 – 0,7
Ácidos	0,4	0,2 – 1,0	0,8	0,5 – 1,5
pH	3,9	3,5 – 4,5	4,5	4,5 – 6,5

Fuente: tomado de Suescún & Vit,(2008).

Además, contiene pequeñas cantidades de disacáridos, trisacáridos, proteínas, aminoácidos, minerales (como potasio, calcio, hierro y zinc), ácidos orgánicos y vitaminas del complejo B (Ayala & Robalino, 2020). Esta composición no solo le confiere un elevado valor nutricional, sino también propiedades funcionales asociadas a la salud, como su acción antioxidante, antimicrobiana y prebiótica (Vivanco & Villavicencio, 2020).

2.8 Cuidados técnicos en la cosecha y manejo higiénico de la miel

La cosecha de miel constituye una fase crítica dentro del manejo apícola, ya que cualquier alteración en esta etapa puede comprometer la calidad, inocuidad y estabilidad del producto final. Para garantizar una miel madura y estable, se recomienda recolectar únicamente panales con un mínimo del 80 % de operculación, dado que este indicador refleja un contenido adecuado de humedad y evita la fermentación posterior, en concordancia con los lineamientos establecidos por la FAO (Suescún & Vit, 2008).

Durante la cosecha, el uso correcto de indumentaria sanitaria, herramientas limpias y prácticas higiénicas resulta indispensable para prevenir contaminación física, química y microbiológica, siguiendo las Buenas Prácticas Apícolas promovidas por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, 2018).

El manejo moderado del ahumador, utilizando materiales naturales y evitando

combustibles tóxicos, es esencial para reducir el estrés de las abejas y prevenir la transferencia de olores extraños a la miel (Vivanco & Villavicencio, 2020).

Asimismo, la manipulación cuidadosa de los panales evita la rotura de celdas, el derrame del producto y la alteración de estructuras internas de la colmena, lo que coincide con las recomendaciones técnicas descritas en los manuales de producción apícola de la FAO (Vivanco & Villavicencio, 2020). Una vez retirados los panales, deben transportarse en recipientes limpios y protegidos del calor y de la radiación solar directa, ya que la miel es higroscópica y puede absorber humedad ambiental, modificando su pH, viscosidad y estabilidad en almacenamiento (Suescún & Vit, 2008).

El área de extracción debe mantenerse libre de polvo, insectos y fuentes de contaminación, con superficies lavables, iluminación adecuada y acceso restringido. Durante el colado y tamizado, se deben eliminar restos de cera, partículas orgánicas y otras impurezas, mejorando la claridad y la fluidez del producto sin comprometer su composición.

Finalmente, la miel debe envasarse inmediatamente en recipientes de vidrio esterilizados y sellados herméticamente para evitar recontaminación y oxidación, lo que garantiza la conservación de sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales conforme a los estándares internacionales de inocuidad (Suescún & Vit, 2008).

TRABAJOS RELACIONADOS

Diversos estudios en América Latina han abordado las problemáticas técnicas, sanitarias y económicas del sector apícola, especialmente en relación con la calidad del producto y la sostenibilidad del sistema productivo. Vásconez (2017), en un análisis realizado en Ecuador, evidenció que la apicultura en el país se encuentra limitada por la informalidad en los procesos productivos y la falta de información confiable sobre costos reales. Su investigación propuso calcular el costo promedio de producción por kilogramo de miel en base a encuestas aplicadas a apicultores de Pichincha, con el objetivo de optimizar la toma de decisiones y mejorar la rentabilidad del sector.

Por su parte, Ríos (2018) centró su estudio en la región del Merendón, Honduras, donde desarrolló un manual de buenas prácticas para la cosecha y procesamiento de miel de *Melipona beecheii*. Este trabajo identificó que la elevada humedad de la miel de meliponas, sumada a una manipulación inadecuada, favorece la aparición de fermentaciones. La autora recomendó capacitaciones técnicas y protocolos estandarizados para asegurar la inocuidad del producto, destacando la necesidad de aplicar principios de higiene y control térmico tras la recolección.

En un enfoque complementario, Guangashi (2018) comparó la calidad físico-química y microbiológica de la miel producida por ASOPROACH con la de otros comercios en Ecuador, usando como referencia la norma NTE INEN 1572. Los resultados revelaron que, si bien la miel de ASOPROACH cumplió los parámetros de calidad especialmente en términos de hidroximetilfurfural (HMF) y número de diastasa, varios productos del mercado informal presentaron deficiencias, particularmente en la actividad enzimática, lo que evidenció posibles procesos de sobrecalentamiento o adulteración.

Tamayo (2015), señaló que el creciente interés de las familias de la ciudad de Loja por consumir productos naturales y más saludables responde a los problemas de salud y nutrición asociados al estilo de vida contemporáneo. En este contexto, la miel de abeja se ha consolidado como una alternativa alimenticia de alto valor, debido a sus propiedades funcionales y beneficios para el bienestar humano. No obstante, el autor evidenció que la demanda supera ampliamente la oferta disponible, situación atribuida al desconocimiento que muchos apicultores mantienen sobre los métodos apropiados de producción, extracción y conservación del producto. El estudio tuvo como propósito demostrar la viabilidad técnica y comercial de la producción de miel en la parroquia Bellavista, cantón Espíndola, provincia de Loja. La metodología se sustentó en los métodos inductivo y deductivo, apoyados en técnicas de

recolección de información como observación directa, encuestas y entrevistas. Para el levantamiento de datos se definió primero el mercado objetivo y posteriormente se calculó el tamaño de la muestra correspondiente a las familias de la ciudad de Loja. Los resultados obtenidos mostraron una aceptación considerable del producto, destacándose un consumo general de miel del 76,90 %, un consumo específico de miel de abeja del 92,49 %, así como una frecuencia de uso predominantemente mensual, reportada por el 70,48 % de las familias evaluadas, lo que valida el potencial de la actividad apícola en la zona.

CAPÍTULO III

3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 Descripción del sistema o proceso

3.1.1. Antecedentes

Diversos estudios han demostrado la creciente demanda de miel como producto natural y funcional, especialmente en contextos donde los consumidores buscan alternativas alimentarias más saludables. Tamayo (2015) reportó que, en la ciudad de Loja, la preferencia por miel alcanzó niveles superiores al 70 %, evidenciando un mercado altamente receptivo, pero limitado por la falta de tecnificación en los procesos de producción y extracción. Esta situación refleja la necesidad de implementar sistemas más eficientes, higiénicos y estandarizados que permitan mejorar la calidad del producto y satisfacer la demanda creciente. En este marco, la presente propuesta se sustenta en la importancia de fortalecer los procesos de cosecha, extracción y procesamiento de miel oscura de *Apis mellifera* mediante metodologías tecnificadas que garanticen calidad, uniformidad y viabilidad operativa.

En el artículo Exploring Consumers' Preferences and Attitudes to Honey: Generation Approach in Slovakia (Šedík et al., 2023) los autores analizaron la preferencia de los consumidores eslovacos por distintos tipos de miel mediante una encuesta online a 1 850 participantes. Se encontró que los consumidores de la “Silver Generation” (mayores de 50 años) preferían miel monofloral de color oscuro, mientras que los más jóvenes se inclinaban hacia miel polifloral y de color más claro.

3.2 Diseño y selección de tecnologías, herramientas o equipos a implementar

3.2.1. Ubicación de la propuesta

Latitud: 0°15' S

Longitud: 79°26' O

3.2.2. Metodología de la propuesta

La metodología de la propuesta se desarrolló mediante la implementación de un sistema tecnificado de procesamiento de miel oscura, estructurado en etapas secuenciales que incluyeron la extracción por centrifugación manual, el tamizado sanitario de la miel, el envasado higiénico y la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y sensoriales. Cada fase

fue ejecutada bajo estándares de buenas prácticas apícolas, utilizando equipos de acero inoxidable, técnicas de manipulación higiénica y procedimientos estandarizados que garantizaron la calidad del producto final. La propuesta incorporó además la valoración organoléptica realizada posterior al procesamiento, lo que permitió validar el efecto del sistema implementado sobre la aceptación del producto.

Figura 3. *Extractor manual de miel en tambor de acero inoxidable utilizado para la separación centrífuga de los panales de Apis mellifera*



Figura 4. Colmena Langstroth con ahumador sobre soporte metálico



Figura 5. Cuerpo de Colmena Langstroth con Marcos para Panales



Figura 6. Lámina de cera estampada para construcción de panales



Figura 7. Manejo y Revisión de Colonias de *Apis mellifera* durante la Cosecha de Miel



Figura 8. Implementos esenciales para el manejo y exploración de colonias de *Apis mellifera*

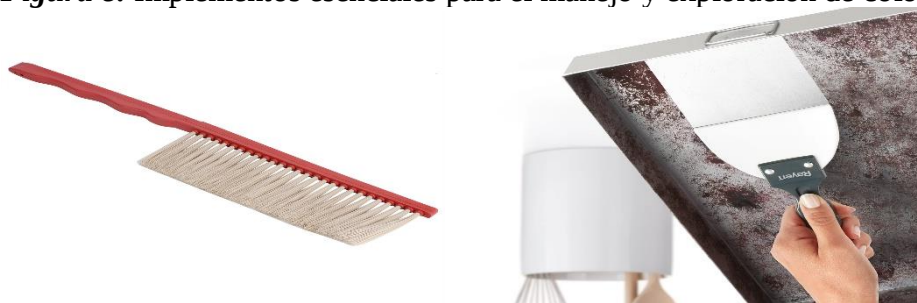


Figura 9. Filtros Sanitarios para el tamizado de miel en proceso de postcosecha



3.2.3. Descripción funcional de los componentes

A. centrífuga manual apícola

La centrífuga manual apícola es un equipo diseñado para extraer miel de los panales mediante la fuerza centrífuga generada por el giro mecánico (Alvarez-Suarez et al., 2013). Está construida generalmente en acero inoxidable de grado alimentario y posee un tambor cilíndrico en cuyo interior se colocan los marcos previamente desoperculados (Scheiner et al., 2013).

Al accionar la manivela, el tambor gira y expulsa la miel fuera de las celdas sin romper la estructura del panal, lo que permite reutilizar los cuadros en la colmena (Human et al., 2013). Su diseño facilita una extracción higiénica, rápida y con mínima manipulación del producto (García-Chaviano et al., 2022).

B. Los panales

Los panales son estructuras hexagonales construidas por las abejas obreras utilizando cera secretada por su propio cuerpo (Bogdanov et al., 2008). Están formados por miles de celdillas perfectamente alineadas y cumplen funciones esenciales dentro de la colmena (Alvarez-Suarez et al., 2013).

En estos panales, las abejas almacenan miel, polen y desarrollan la cría en diferentes estadios (huevo, larva y pupa) (Human et al., 2013). En el caso de la miel, las celdillas sirven como depósitos naturales donde el néctar es colocado, deshidratado por ventilación y finalmente operculado con una fina capa de cera una vez que alcanza la humedad adecuada para su conservación (García-Chaviano et al., 2022).

La forma hexagonal es la más eficiente para ahorrar espacio y material, permitiendo almacenar grandes cantidades sin comprometer la estabilidad del panal (Suescún & Vit, 2008).

C. El ahumador apícola

Es un equipo utilizado para producir humo frío dirigido hacia la colmena durante las actividades de inspección o cosecha (García-Chaviano et al., 2022). Su función principal es reducir el comportamiento defensivo de las abejas, ya que el humo interfiere temporalmente con sus feromonas de alarma, lo que disminuye la agresividad y facilita la manipulación de los panales (Bogdanov et al., 2008). Además, el humo induce a las abejas a consumir pequeñas cantidades de miel, lo que reduce su capacidad de picar (Human et al., 2013).

D. Filtro o colador de miel

El filtro de miel es un implemento utilizado en la etapa de postcosecha para remover impurezas físicas como restos de cera, partículas de polen grueso y pequeños fragmentos orgánicos. Generalmente está compuesto por dos niveles: un filtro de malla gruesa para la limpieza primaria y uno de malla fina para el refinado final (García-Chaviano et al., 2022).

E. Panales de la colmena

Los panales son estructuras hexagonales construidas por las abejas obreras a partir de cera secretada por sus glándulas abdominales. Cada panal está formado por cientos de celdillas donde las abejas almacenan miel, polen y desarrollan la cría en diferentes etapas (García-Chaviano et al., 2022). La geometría hexagonal es altamente eficiente, ya que permite maximizar el espacio y minimizar el uso de cera (Suescún & Vit, 2008).

F. Espátula apícola (palanca o “hive tool”)

La espátula apícola es una herramienta de acero inoxidable utilizada para separar marcos, raspar cera adherida y retirar restos de propóleo dentro de la colmena. Su diseño resistente permite hacer palanca sin dañar la estructura del panal o la caja de madera (García-Chaviano et al., 2022). Es un instrumento esencial en todas las tareas de inspección y cosecha, ya que facilita el acceso a los cuadros y mantiene limpios los espacios internos para garantizar una manipulación segura e higiénica (Suescún & Vit, 2008).

G. Sello o desoperculador

El desoperculador también llamado sello es la herramienta utilizada para retirar la fina capa de cera que cubre las celdillas llenas de miel madura. Esta capa, conocida como opérculo, debe ser retirada antes de colocar los panales en la centrífuga. El desoperculador puede ser de peine metálico, cuchillo o espátula dentada, y permite abrir las celdas sin romper la estructura

del panal (García-Chaviano et al., 2022).

3.2.4. Desglose de gastos

El proceso de cosecha y extracción de miel oscura de *Apis mellifera* en la Granja Experimental de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, requirió la utilización de implementos manuales y equipos básicos que permitieron realizar el desoperculado de los panales y la extracción del producto de manera adecuada. Estos materiales constituyeron los costos directos del sistema de procesamiento implementado.

Tabla 7. Desglose de gastos de implementos para la cosecha y extracción de miel

Implemento	Función en el proceso	Costo unitario (USD)
Centrifugadora manual de miel	Extracción de la miel por centrifugación	460,00
Cuchillo desoperculador	Retiro de la cera que sella los panales	25,00
Cepillo apícola	Limpieza de abejas adheridas a los panales	12,00
Espátula apícola	Separación y manipulación de cuadros	10,00
Balde plástico grado alimenticio	Recolección temporal de la miel	18,00
Colador o filtro de malla fina	Eliminación de restos de cera e impurezas	25,00
TOTAL		550,00

3.2.5. Cronograma

Tabla 8. Cronograma de actividades – Fase 1 2025 (1): Desarrollo de la Introducción y Marco Teórico

Fase 1: 2025 (1)	Primer parcial								Segundo parcial							
Actividades	Abril				Mayo				Junio				Julio			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN		X														
INTRODUCCIÓN (antecedentes)		X	X													
PROBLEMA (Justificación)				X	X											
OBJETIVOS (generales, específicos)						X										
METODOLOGÍA (Procedimiento, métodos, técnicas)							X	X								
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO									X	X						
DEFINICIONES											X	X				
ANTECEDENTES													X	X		
TRABAJOS RELACIONADOS															X	X

Tabla 9. Cronograma de actividades – Fase 2 2025 (2): Desarrollo de la Propuesta y Cierre del Proyecto

Fase 2: 2025 (2)							Segundo parcial							
Actividades	SEP		Oct				Nov					Dic		Ene
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA														
Descripción del sistema														
Diseño y Selección de tecnologías, herramientas o equipos a implementar	X	X												
Plan de implementación (incluye recursos e implementación)			X	X										
Descripción y pruebas de funcionamiento del equipo implementado					X	X								
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES							X	X						
CONCLUSIONES									X	X				
RECOMENDACIONES											X	X		
BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS													X	X

3.3. Plan de implementación

Actividad	Descripción técnica del procedimiento	Variable	Equipo o instrumento
Selección de panales	Se seleccionaron panales operculados con alto grado de madurez, asegurando que las celdas estuvieran mayoritariamente selladas para evitar miel inmadura con exceso de humedad.	Panales aptos para cosecha	Cuadros Langstroth
Desoperculado	Se retiró manualmente la capa de cera que cubría las celdas del panal, permitiendo la liberación de la miel durante el proceso de extracción.	Panales desoperculados	Cuchillo desoperculador
Tratamiento T1 (control)	La miel se obtuvo por escurrido directo, sin aplicación de centrifugación, permitiendo la salida natural del producto por gravedad.	Miel sin centrifugación	Recipiente de acero inoxidable
Tratamiento T2	Los panales se colocaron en la centrifugadora manual y se sometieron a 1 minuto de centrifugación, manteniendo velocidad constante.	Miel centrifugada 1 min	Centrifugadora manual
Tratamiento T3	Los panales se sometieron a 2 minutos de centrifugación manual continua, optimizando la extracción del contenido de las celdas.	Miel centrifugada 2 min	Centrifugadora manual
Filtrado	La miel obtenida en cada tratamiento se filtró para eliminar restos de cera y partículas sólidas sin alterar su composición.	Miel limpia y homogénea	Filtro de malla fina
Medición de °Brix	Se colocó una muestra de miel en el refractómetro digital, registrando el contenido de sólidos solubles totales.	°Brix	Refractómetro digital
Medición de pH	Se introdujo el electrodo del pH-metro directamente en la muestra de miel, previamente calibrado, registrando el valor de acidez.	pH	pH-metro digital
Medición de viscosidad	Se colocó la miel en el viscosímetro rotacional, configurando velocidad y rotor, y se registró la viscosidad en mPa·s.	Viscosidad	Viscosímetro digital rotacional
Registro de datos	Los valores obtenidos para cada tratamiento se anotaron en fichas técnicas y se organizaron en matrices de datos para análisis estadístico.	Base de datos experimental	Hojas de registro / Excel
Análisis estadístico	Los datos fueron sometidos a ANOVA para determinar diferencias	Resultados estadísticos	Software estadístico

Actividad	Descripción técnica del procedimiento	Variable	Equipo o instrumento
	significativas entre tratamientos, considerando el tiempo de centrifugación como factor.		
Evaluación integral	Se relacionaron los parámetros fisicoquímicos con el método de extracción para evaluar eficiencia operativa y estabilidad del producto.	Interpretación técnica	Análisis comparativo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.4.1 Calidad organoléptica de la miel oscura obtenida mediante centrifugación en la Granja ULEAM El Carmen

A. Color

El resultado de la evaluación sensorial del color mostró que la categoría con el valor más alto fue “oscuro estable”, con una frecuencia de 8 panelistas (53,3 %), reflejando la mayor aceptación visual de la miel oscura. Por otro lado, la categoría con el valor más bajo, excluyendo respuestas nulas, fue “ámbar equilibrado”, con 3 panelistas (20,00 %), lo que indicó una menor preferencia en comparación con las demás categorías evaluadas.

Tabla 10. Evaluación del color de la miel, en función de la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (*Apis mellifera*) en la granja de ULEAM El Carmen

Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Muy oscuro y homogéneo	4	26,70
Oscuro estable	8	53,30
Ámbar equilibrado	3	20,00
Total	15	100

El método de extracción influye directamente en la estabilidad cromática de la miel, especialmente en mieles oscuras ricas en compuestos fenólicos, donde la remoción eficiente de impurezas mejora la percepción visual del producto final (Bogdanov et al., 2004).

B. Olor

Respecto a la intensidad aromática, el 50,00 % de los evaluadores percibió la miel con un aroma intenso equilibrado, siendo esta la respuesta predominante. Un 30,00 % la calificó con aroma moderado, mientras que el 20,00 % indicó un aroma muy intenso y persistente. No se reportaron percepciones de aroma débil, lo que reflejó una buena aceptación aromática.

Tabla 11. Intensidad aromática percibida, en función de la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (*Apis mellifera*) en la granja de ULEAM El Carmen

Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Aroma muy intenso y persistente	3	20,00
Aroma intenso equilibrado	8	53,30
Aroma moderado	4	26,70
Total	15	100

Según Tian et al. (2018), los métodos de extracción ejercieron una influencia directa sobre la retención de compuestos volátiles responsables del aroma de la miel, debido a que dichos compuestos resultaron altamente sensibles a factores como la fricción mecánica, la aireación y el aumento de temperatura durante el procesamiento.

En este contexto, la centrifugación se identificó como uno de los procedimientos más adecuados, ya que permitió la separación eficiente de la miel sin alterar de manera significativa su matriz físico-química, favoreciendo la conservación de aromas característicos y la estabilidad sensorial del producto (Arcos-Farfán, 2016).

C. Consistencia y fluidez

La evaluación de la consistencia y fluidez evidenció que la categoría con el valor más alto fue “moderadamente viscosa”, con 6 panelistas (40,00 %), reflejando una percepción favorable del cuerpo y textura de la miel. En contraste, la categoría con el valor más bajo distinto de cero fue “fluida estable”, con 4 panelistas (26,70 %), lo que indicó una menor preferencia en comparación con las demás categorías evaluadas.

Tabla 12. *Consistencia y fluidez de la miel, en función de la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (Apis mellifera) en la granja de ULEAM El Carmen*

Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Muy densa y de alta viscosidad	5	33,30
Moderadamente viscosa	6	40,00
Fluida estable	4	26,70
Total	15	100

Diversos estudios han señalado que la uniformidad del método de extracción incide de manera directa en la estabilidad reológica de la miel, ya que reduce variaciones en su estructura físico-química y limita la dilución del producto. En este sentido, la centrifugación ha sido identificada como una técnica que favorece el mantenimiento de una textura consistente, estable y sensorialmente aceptable, al minimizar alteraciones en la viscosidad y preservar las propiedades naturales de la miel, lo que coincide con lo reportado por (Tian et al., 2018b; Tripodi et al., 2025).

D. Perfil de dulzor

La evaluación del perfil de dulzor evidenció que las categorías con el valor más alto fueron “dulzor intenso con notas florales” y “dulzor equilibrado”, ambas con 6 panelistas (40,00 %), lo que reflejó una percepción sensorial positiva y balanceada del dulzor de la miel. En contraste, la categoría con el valor más bajo distinto de cero fue “dulzor tenue”, con 3 panelistas (20,00 %), indicando una menor preferencia frente a las categorías predominantes.

Tabla 13. *Dulzor de la miel, en función de la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (Apis mellifera) en la granja de ULEAM El Carmen*

Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Dulzor intenso con notas florales	6	40,00
Dulzor equilibrado	6	40,00
Dulzor tenue	3	20,00
Total	15	100

En mieles obtenidas sin centrifugación, la salida desigual del producto puede generar fracciones con distinta concentración de sólidos solubles. Esto coincide con lo reportado por Ávila-Sarabia (2021) y Ayala & Robalino (2020), quienes señalaron que la homogeneidad del proceso de extracción influye en la percepción sensorial del dulzor.

E. Calidad sensorial global

La valoración general de la calidad sensorial indicó que la categoría con el valor más alto fue “buena”, con 6 panelistas (40,00 %), lo que evidenció una percepción favorable del producto evaluado. En contraste, la categoría con el valor más bajo distinto de cero fue “aceptable”, con 4 panelistas (26,70 %), reflejando que una menor proporción de los evaluadores presentó una percepción sensorial moderada de la miel.

Tabla 14. *Valoración general de la calidad sensorial, en función de la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (Apis mellifera) en la granja de ULEAM El Carmen*

Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Excelente	5	33,30
Buena	6	40,00
Aceptable	4	26,70
Total	15	100

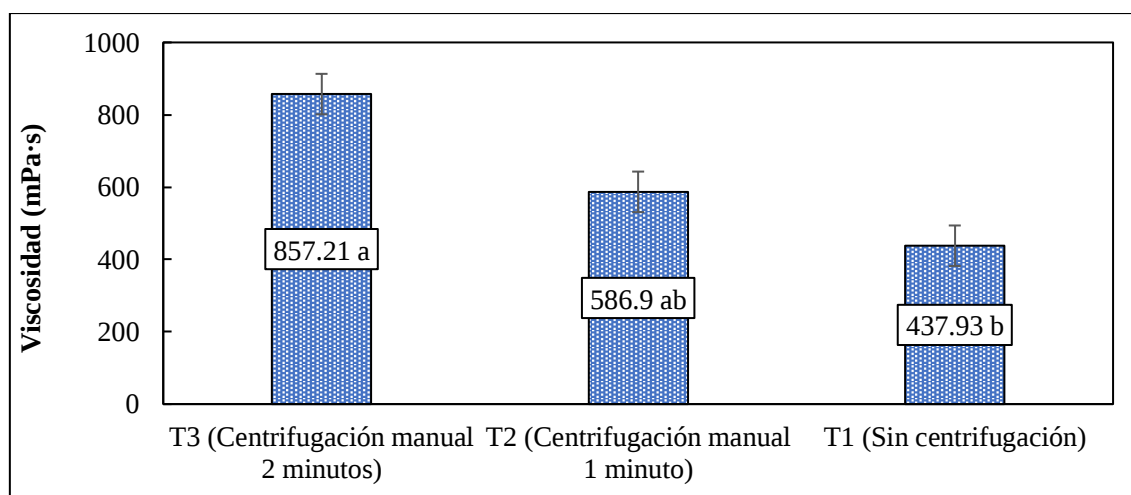
La mayor aceptación sensorial de la miel centrifugada se explicó por la mejora conjunta

de color, aroma, textura y dulzor, confirmando que el método de extracción influyó directamente en la calidad final del producto. La literatura científica coincide en que la centrifugación constituye una práctica clave para asegurar uniformidad y estabilidad sensorial en mieles destinadas al consumo directo (Yanniotis et al., 2006).

3.4.2 Evaluación de la viscosidad de la miel oscura obtenida mediante el sistema de procesamiento implementado

La viscosidad de la miel presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, de acuerdo con el Análisis de Varianza, registrándose un valor de $p = 0,0012$, lo que evidenció que el tiempo de centrifugación influyó de manera significativa sobre esta variable; el tratamiento T3 (centrifugación manual durante 2 minutos) presentó la media más alta de viscosidad, con 857,21 mPa·s, mientras que el tratamiento T1 (sin centrifugación) registró la media más baja, con 437,93 mPa·s, evidenciándose un incremento progresivo de la viscosidad conforme aumentó el tiempo de centrifugación.

Figura 10. Comportamiento de la viscosidad, en función de la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (*Apis mellifera*) en la granja de ULEAM El Carmen



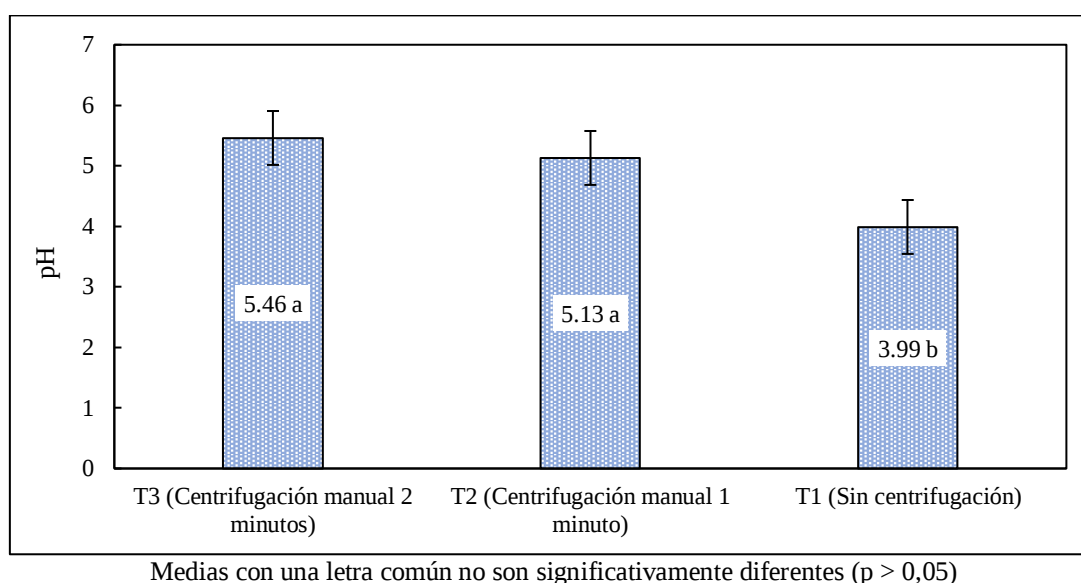
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Se ha demostrado que la presencia de dextranas de alto peso molecular genera un incremento significativo en la consistencia del sistema, alcanzando valores de viscosidad cercanos a 200 cP cuando se trabaja con concentraciones elevadas del polímero (Rendón, 2021). sin embargo, en el presente estudio se obtuvieron valores de viscosidad superiores sin la adición de dextranas u otros polisacáridos externos, lo que indicó que el método de extracción aplicado a la miel permitió incrementar su consistencia de manera natural.

3.4.3 Comportamiento del pH de la miel oscura bajo diferentes métodos de extracción

Para la variable pH, el análisis de varianza evidenció la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p = 0,0037$), lo que indicó que el método de extracción influyó sobre esta variable. En cuanto a la comparación de medias, el tratamiento T3 presentó el valor promedio más alto de pH (5,46), mientras que el tratamiento T1, correspondiente a la miel obtenida sin centrifugación, registró el valor promedio más bajo de pH (3,99), diferenciándose estadísticamente de los tratamientos centrifugados.

Tabla 15. Parámetros estadísticos del pH, en función de la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (*Apis mellifera*) en la granja de ULEAM El Carmen



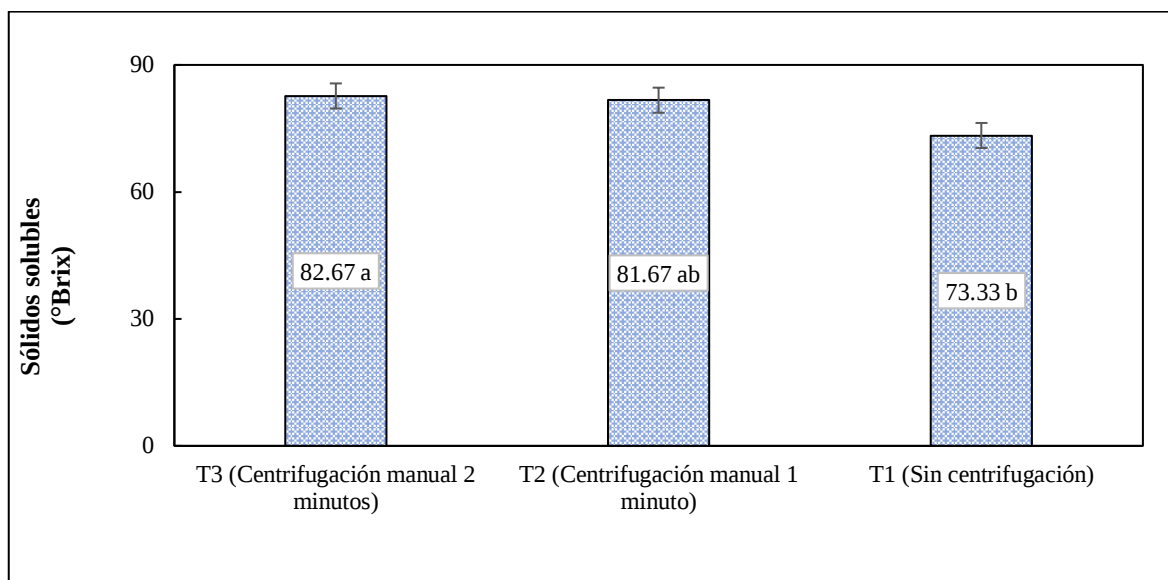
Los valores de pH obtenidos se ubicaron dentro del rango característico de las mieles maduras de buena calidad (3,5–5,5), lo que evidenció una adecuada estabilidad del producto. Esta acidez se atribuyó a la presencia de ácidos orgánicos, principalmente ácido glucónico, responsable del pH ácido de la miel. Dichos valores contribuyeron a la estabilidad microbiológica y conservación del producto, al inhibir el crecimiento de microorganismos indeseables (Ulloa et al., 2010).

3.4.4 Sólidos solubles (°Brix)

Para la variable °Brix, el análisis de varianza mostró la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p = 0,0001$), evidenciando el efecto del método de extracción sobre el contenido de sólidos solubles. En la comparación de medias, el

tratamiento T3 presentó el valor promedio más alto de °Brix (82,67), seguido de T2 (81,67), sin diferencias significativas entre ambos; mientras que el tratamiento T1, correspondiente a la miel obtenida sin centrifugación, registró el valor promedio más bajo (73,33).

Tabla 16. *Parámetros estadísticos del pH, en función de la implementación de un sistema de procesamiento de miel oscura de abeja (*Apis mellifera*) en la granja de ULEAM El Carmen*



Los valores de °Brix obtenidos reflejaron un alto contenido de azúcares, característico de mieles maduras y de buena calidad. El mayor °Brix registrado en la miel centrifugada evidenció una mayor concentración y homogeneidad del producto, en comparación con la miel obtenida por escurrido directo (Gavidia et al., 2013).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

- En relación con la caracterización de los parámetros fisicoquímicos, se concluyó que el tiempo de centrifugación influyó de manera significativa sobre la viscosidad, el pH y el contenido de sólidos solubles (°Brix) de la miel. El tratamiento T3 (centrifugación manual durante 2 minutos) presentó los valores más altos de viscosidad (857,21 mPa·s), pH (5,46) y °Brix (82,67), diferenciándose estadísticamente del tratamiento sin centrifugación (T1), lo que evidenció que la centrifugación favoreció una mayor concentración y estabilidad fisicoquímica del producto.
- Respecto al análisis de los atributos organolépticos, la miel procesada mediante centrifugación presentó una aceptación sensorial favorable, destacándose la categoría “oscuro estable” como el color predominante (53,3 %), un aroma intenso equilibrado percibido por el 50,0 % de los panelistas, una textura moderadamente viscosa (40,0 %) y un perfil de dulzor equilibrado o intenso con notas florales (40,0 %). Estos resultados evidenciaron que el método de extracción tecnificado no afectó negativamente las características sensoriales, sino que contribuyó a una percepción positiva y balanceada del producto.
- En cuanto a la eficiencia operativa del sistema de extracción tecnificado, se determinó que la centrifugación manual permitió obtener una miel con mayor uniformidad, estabilidad y calidad general, reflejada en la valoración sensorial global “buena” (40,0 %) y en la mejora progresiva de los parámetros fisicoquímicos conforme aumentó el tiempo de centrifugación. El tratamiento T3 se identificó como el más eficiente, al optimizar el rendimiento del proceso y asegurar una mayor homogeneidad del producto final en comparación con la extracción sin centrifugación.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar la centrifugación manual con un tiempo aproximado de 2 minutos como método de extracción de la miel, debido a que este tratamiento permitió obtener los valores más altos y estables de viscosidad, pH y °Brix, favoreciendo la concentración de sólidos solubles y la calidad fisicoquímica del producto final.
- Se sugiere incorporar evaluaciones sensoriales periódicas mediante paneles estructurados en los procesos de extracción de miel, con el fin de monitorear de manera sistemática los atributos de color, aroma, textura y sabor, asegurando que el método de centrifugación mantenga una aceptación sensorial favorable y consistente.
- Se recomienda adoptar sistemas de extracción tecnificados de forma progresiva, priorizando la estandarización del tiempo de centrifugación, ya que ello contribuye a mejorar la uniformidad, estabilidad y eficiencia operativa del proceso, garantizando un producto de calidad homogénea y con mejores características para su comercialización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez-Suarez, J., Giampieri, F., & Battino, M. (2013). Honey as a source of dietary antioxidants: Structures, bioavailability and evidence of protective effects against human chronic diseases. *Current medicinal chemistry*, 20(5), 621-638.
- Arcos-Farfán, L. J. (2016). *Análisis Físico Químico De La Miel De Abeja Clase II*. [Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7713>
- Arias, C. P. (2018). *Efecto de la congelación en las características fisicoquímicas y sensoriales de la miel de abeja (Apis mellifera)* [Tesis de Grado]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Ávila-Sarabia, A. F. (2021). *Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura basándose en la Resolución ARCSA-DE-067-2015-GGG, en la empresa “Miele & Sweet”, para mejorar su sistema de calidad*. [Tesis de Grado, Universidad Tecnica Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8188>
- Ayala, P. B., & Robalino, J. V. (2020). Análisis de los costos de producción de miel de abeja en Ecuador como insumo en la generación de políticas públicas que estimulen su producción: Caso Pichincha. *Revista UNIANDES Episteme*, 7(1), 1326-1340.
- Bekena, N., & Greiling, J. (2017). Quality focused apiculture sector value chain development in Ethiopia. *J. Agric. Sci. Technol. A*, 7(3), 107-116.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., & Gallmann, P. (2008). Honey for nutrition and health: A review. *Journal of the American college of Nutrition*, 27(6), 677-689.
- Bogdanov, S., Ruoff, K., & Oddo, L. P. (2004). Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: A review. *Apidologie*, 35(Suppl. 1), S4-S17.
- Carvajal, A. R. (2023). *Manual de Buenas Prácticas de manufactura (BPM) en la empresa de miel Salinas ubicada en la zona de Huachi La Libertad, cantón Ambato* [Tesis de Grado, Universidad Técnica Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/de5a480f-0ad5-45da-b7ce-1d45ee48ecc0/content>
- Cianciosi, D., Forbes-Hernández, T. Y., Afrin, S., Gasparrini, M., Reboredo-Rodriguez, P., Manna, P. P., Zhang, J., Bravo Lamas, L., Martínez Flórez, S., & Agudo Toyos, P. (2018). Phenolic compounds in honey and their associated health benefits: A review. *Molecules*, 23(9), 2322.
- Cisneros, J. A. M., Cantos-Cruz, M. V., Alcalá-Escamilla, K. I., & Intriago-Mendoza, F. (2024). Abejas y Economía: Analizando la Interconexión de la Apicultura con los Sistemas

- Productivos Modernos. *Revista Social Fronteriza*, 4(Especial), e4-Especial.
- Evans, J. D., Schwarz, R. S., Chen, Y. P., Budge, G., Cornman, R. S., De la Rua, P., De Miranda, J. R., Foret, S., Foster, L., & Gauthier, L. (2013). Standard methods for molecular research in *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 52(4), 1-54.
- García-Chaviano, M. E., Armenteros-Rodríguez, E., Escobar-Álvarez, M. del C., García-Chaviano, J. A., Méndez-Martínez, J., & Ramos-Castro, G. (2022). Composición química de la miel de abeja y su relación con los beneficios a la salud. *Revista Médica Electrónica*, 44(1), 155-167.
- Gavidia, A., Carbajal, R., Reyna, L., Hidalgo, C., Guevara, C., Cabellos, J., & Rojas, J. (2013). Efecto de la temperatura y la concentración del jarabe de inmersión en la difusividad efectiva y aceptación sensorial en cubos de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) osmodeshidratado. *Agroindustrial Science*, 3(1), 65-70.
- Google Maps. (2025). 0°15'35.0"N 79°25'35.0"W. https://www.google.com.ec/maps/@-0.2621007,-79.443577,2416m/data=!3m1!1e3?entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MDUyNi4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D
- Guangashi, L. (2018). *Valoración comparativa de mieles de abeja de la Asociación de Producción Apícola de Chimborazo con mieles existentes en el mercado según norma NTE INEN 1572*. [Tesis de grado, Escuela politécnica del Chimborazo]. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/4aa8823c-8abb-453c-94b1-9bb71e899fd4>
- Gündoğdu, E., Çakmakçı, S., & Şat, İ. G. (2019). An overview of honey: Its composition, nutritional and functional properties. *J. Food Sci. Eng*, 9(1), 10-14.
- Guo, N., Zhai, X.-Q., & Fan, G.-Q. (2023). Chemical composition, health benefits and future prospects of Paulownia flowers: A review. *Food chemistry*, 412, 135496.
- Hidalgo, I. V. (2005). Tipos de estudio y métodos de investigación. *Recuperado el Noviembre de*, 20(1).
- Hossain, M. L., Lim, L. Y., Hammer, K., Hettiarachchi, D., & Locher, C. (2022). A review of commonly used methodologies for assessing the antibacterial activity of honey and honey products. *Antibiotics*, 11(7), 975.
- Human, H., Brodschneider, R., Dietemann, V., Dively, G., Ellis, J. D., Forsgren, E., Fries, I., Hatjina, F., Hu, F.-L., & Jaffé, R. (2013). Miscellaneous standard methods for *Apis mellifera* research. *Journal of Apicultural Research*, 52(4), 1-53.
- INAMHI. (2022, abril 16). *Anuario meteorológico*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

- http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf.
- Israili, Z. H. (2014). Antimicrobial properties of honey. *American journal of therapeutics*, 21(4), 304-323.
- Jaramillo, J. T. (2018). *Diseño, construcción y automatización de un extractor de lixiviados a partir de humus de lombriz californiana (Eiseniafoetida)*. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8790>
- Lara, A. P. (2023). *Suplementación alimenticia en pollos de engorde con harina de zanahoria (Daucus carota) y su incidencia en la pigmentación*. [Tesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/4606>
- Machado-De-Melo, A. A., Almeida-Muradian, L. B. de, Sancho, M. T., & Pascual-Maté, A. (2018). Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. *Journal of apicultural research*, 57(1), 5-37.
- Masaquiza-Moposita, D. A., Martin, D., Zapata, J., Soldado, G., & Salas, D. (2023). Apicultura ecuatoriana: Situación y perspectiva. *Tesla Revista Científica*, 3(2), e252-e252.
- Moreira-Macías, N. M., Castillo-García, A. A., Romero-Salguero, E. J., & Plua-Montiel, J. A. (2025). Efecto de dos aditivos en la calidad bromatológica de biomasa de pasto Cuba 22 y botón de oro en distintas proporciones. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 5(2), e829-e829.
- Pryce-Jones, J. (1950). The composition and properties of honey. *Bee world*, 31(1), 2-6.
- Ramírez, J. S. (2016). *Producción y comercialización de miel de abejas meliponas en la ciudad de Quito* [bachelorThesis, Universidad de las Américas, 2016]. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/5958>
- Rendón, H. (2021). *Evaluación del impacto de polisacáridos sobre el desempeño de la cristalización en la producción de azúcar* [Tesis de Grado]. Universidad de Antioquia,.
- Ríos, G. N. (2020). *Manual de buenas prácticas de manufactura para cosecha y procesamiento de miel de abeja (Melipona beecheii) por productores del Merendón, Cortés, Honduras* [Tesis de grado]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Scheiner, R., Abramson, C. I., Brodschneider, R., Crailsheim, K., Farina, W. M., Fuchs, S., Grünwald, B., Hahshold, S., Karrer, M., & Koeniger, G. (2013). Standard methods for behavioural studies of *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 52(4), 1-58.
- Šedík, P., Hudecová, M., & Predanócyová, K. (2023). Exploring consumers' preferences and attitudes to honey: Generation approach in Slovakia. *Foods*, 12(10), 1941.

- Seeley, T., & Morse, R. (1976). The nest of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Insectes Sociaux*, 23(4), 495-512.
- Snowdon, J. A., & Cliver, D. O. (1996). Microorganisms in honey. *International journal of food microbiology*, 31(1-3), 1-26.
- Suescún, L., & Vit, P. (2008). *Control de calidad de la miel de abejas producida como propuesta para un proyecto de servicio comunitario obligatorio*.
- Tamayo, D. M. (2015). *Proyecto de Factibilidad para la Producción de Miel de Abeja en la Parroquia Bellavista del Cantón Espíndola, y su Comercialización en la Ciudad de Loja* [Tesis de Grado, Loja, 18 de Abril]. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/10793>
- Tian, H., Shen, Y., Yu, H., & Chen, C. (2018a). Aroma features of honey measured by sensory evaluation, gas chromatography-mass spectrometry, and electronic nose. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 1755-1768.
- Tian, H., Shen, Y., Yu, H., & Chen, C. (2018b). Aroma features of honey measured by sensory evaluation, gas chromatography-mass spectrometry, and electronic nose. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 1755-1768.
- Tripodi, G., Merlino, M., Torre, M., Condurso, C., Verzera, A., & Cincotta, F. (2025). Characterization of Aroma, Sensory Properties, and Consumer Acceptability of Honey from *Capparis spinosa* L. *Foods*, 14(11), 1978.
- Ulloa, J. A., MONDRAGON CORTEZ, P., Rodríguez Rodríguez, R., Reséndiz Vázquez, J. A., & Rosas Ulloa, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. *CONACYT*, 1(5), 1-9.
- Velásquez, D., & Goetschel, L. (2019). Determinación de la calidad físico-química de la miel de abeja comercializada en Quito y comparación con la miel artificial. *Enfoque UTE*, 10(2), 52-62.
- Vivanco, I. M., & Villavicencio, V. (2020). El mercado de la producción de miel de abeja en la provincia del Guayas (Ecuador). *Revista ESPACIOS. ISSN*, 798(1), 1015.
- Wang, H., Li, L., Lin, X., Bai, W., Xiao, G., & Liu, G. (2023). Composition, functional properties and safety of honey: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(14), 6767-6779.
- Yanniotis, S., Skaltsi, S., & Karaburnioti, S. (2006). Effect of moisture content on the viscosity of honey at different temperatures. *Journal of food engineering*, 72(4), 372-377.
- Zhang, F., Zuo, J., & Zillante, G. (2012). Identification and evaluation of the key social competencies for Chinese construction project managers—ScienceDirect. *Revista Internacional de Gestión de Proyectos*, 31(5), 748-759.

ANEXOS

Anexo 1. *Análisis en la varianza de la viscosidad, en función del procesamiento de miel oscura de abeja (Apis mellifera) mediante la implementación de una máquina centrífuga*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,37	3	0,46	7,54	0,0012*
Tratamientos	1,37	3	0,46	7,54	0,0012*
Error	0,72	12	0,06		
Total	2,09	15			
CV (%)					23,18

Anexo 2. *Análisis en la varianza de los sólidos solubles (°Brix), en función del procesamiento de miel oscura de abeja (Apis mellifera) mediante la implementación de una máquina centrífuga*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,71	3	2,24	3,05	0,0001***
Tratamientos	6,71	3	2,24	3,05	0,0001***
Error	85,19	116	0,73		
Total	91,9	119			
CV (%)					16,34

Anexo 3. *Análisis en la varianza de la variable Ph, en función del procesamiento de miel oscura de abeja (Apis mellifera) mediante la implementación de una máquina centrífuga*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,51	3	0,84	19,72	0,0037*
Tratamientos	2,51	3	0,84	19,72	0,0037*
Error	0,51	12	0,04		
Total	3,02	15			
CV (%)					6,34

Anexo 4. *Acta de Donación de Bienes*

Anexo 5. Encuesta sensorial de miel oscura de *Apis mellifera*

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ **Extensión El Carmen – Granja Experimental** **ENCUESTA SENSORIAL DE MIEL OSCURA DE *Apis mellifera***

1. ¿Cómo describe el color de la miel evaluada?

- ☐ Muy oscuro y homogéneo
- ☐ Oscuro estable
- ☐ Ámbar equilibrado
- ☐ Claro o poco definido

¿Cómo percibe la intensidad aromática de la miel?

- ☐ Aroma muy intenso y persistente
- ☐ Aroma intenso equilibrado
- ☐ Aroma moderado
- ☐ Aroma débil o casi imperceptible

¿Cómo percibe la consistencia y fluidez de la miel?

- ☐ Muy densa y de alta viscosidad
- ☐ Moderadamente viscosa
- ☐ Fluida estable
- ☐ Excesivamente líquida

¿Cómo describe el perfil de dulzor de la miel?

- ☐ Dulzor intenso con notas florales
- ☐ Dulzor equilibrado
- ☐ Dulzor tenue
- ☐ Dulzor bajo o poco perceptible

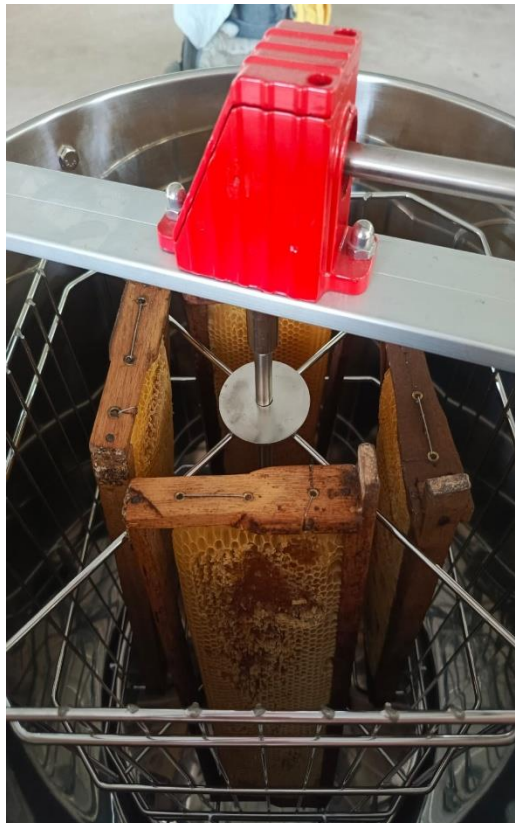
Valoración general de la calidad sensorial de la muestra

- ☐ Excelente
- ☐ Buena
- ☐ Aceptable
- ☐ Deficiente

Anexo 6. Registro fotográfico del proceso de cosecha



Anexo 7. Sistema de extracción por centrifugación manual



Anexo 8. Registro visual de la medición de parámetros fisicoquímicos





Anexo 9. Evidencia fotográfica del análisis sensorial de la miel







Tesis Shirley Hidalgo

6%
Textos sospechosos

6% Similitudes
0 % similitudes entre comillas (ignorado)
0 % entre las fuentes mencionadas (ignorado)
6% Idiomas no reconocidos (ignorado)
18% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Tesis Shirley Hidalgo.docx
ID del documento: a49b1cd468bbfe249d113ec21d335f84458871b7
Tamaño del documento original: 3.35 MB

Depositante: Marco De la Cruz Chicaiza
Fecha de depósito: 3/2/2026
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 3/2/2026

Número de palabras: 13.010
Número de caracteres: 89.910

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.uleam.edu.ec Efecto de seis plaguicidas sobre mortalidad en la esp... https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/4603 6 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (155 palabras)
2	PAT-04-F-010-Certificado-de-tutor(1).docx Melany.docx PAT-04-F-010... #51b20a Viene de de mi grupo 4 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (115 palabras)
3	repositorio.uleam.edu.ec https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4606/1/ULEAM-AGRO-0130.pdf 6 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (120 palabras)
4	repositorio.uleam.edu.ec Beneficios de la aplicación del protocolo de pediasuit... https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/5390 4 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (97 palabras)
5	repositorio.uleam.edu.ec La Auditoría de Gestión de Informática para determi... https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/7890 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (90 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	ciencialatina.org https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/5241	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
2	doi.org Exploring Consumers' Preferences and Attitudes to Honey: Generation A... https://doi.org/10.3390/foods12101941	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
3	doi.org Factores que determinan las propiedades fisicoquímicas de la miel de a... https://doi.org/10.21789/22561498.1851	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
4	www.scielo.org.mx http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v43n4/0187-7380-rfm-43-04-453.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (31 palabras)
5	repositorio.utm.edu.ec Caracterización de la miel de abeja en la provincia de Im... http://repositorio.utm.edu.ec/handle/123456789/7883	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)

Fuentes ignoradas

Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Tesis Steven Angulo.docx Tesis Steven Angulo #24c342 Viene de de mi biblioteca	8%		Palabras idénticas: 8% (992 palabras)
2	Tesis Gabriela Moreira.docx Tesis Gabriela Moreira #146f0a Viene de de mi biblioteca	6%		Palabras idénticas: 6% (809 palabras)
3	Tesis Bryan Baque.docx Tesis Bryan Baque #30a51d Viene de de mi biblioteca	6%		Palabras idénticas: 6% (751 palabras)
4	MACIAS NURY.docx MACIAS NURY #64a084 Viene de de mi grupo	3%		Palabras idénticas: 3% (333 palabras)
5	DEFAZ VANESSA.docx DEFAZ VANESSA #be5f6e Viene de de mi grupo	2%		Palabras idénticas: 2% (300 palabras)
6	TESIS_FINAL (EDISON ALAVA).docx TESIS_FINAL (EDISON ALAVA) #b6781c Viene de de mi grupo TESIS_FINAL (EDISON ALAVA).docx TESIS_FINAL (EDISON ALAVA) #b6781c Viene de de mi grupo	2%		Palabras idénticas: 2% (257 palabras)