



**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**

**“Análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen,  
provincia de Manabí”**

**AUTORA:** Edwin Esteven Angulo Saltos

**TUTOR:** Ing. De la Cruz Chicaiza Marco Vinicio MS c.

El Carmen, febrero del 2026

	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b> <b>CERTIFICADO DE TUTOR(A)</b>	<b>CÓDIGO:</b> PAT-04-F-004
	<b>PROCEDIMIENTO:</b> TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	<b>REVISIÓN:</b> 1 Página II de 2

## CERTIFICACIÓN

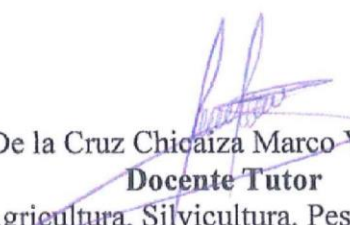
En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del **Edwin Esteven Angulo Saltos** legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico (2025-2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí”**

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 sometido 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, 23 de Enero del 2026.

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



# Uleam

*Extensión El Carmen*

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 "ANÁLISIS DE LA CERA DE ABEJA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UNA LAMINADORA EN EL CARMEN, PROVINCIA DE MANABÍ", cuyo autor es Edwin Esteven Angulo Saltos de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria y como Tutor de Trabajo de Titulación el Ing. De la Cruz Chicaiza Marco Vinicio MSc.

El Carmen, 23 de febrero de 2026

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

Ing. Nexar Cobeña Loor, Mg.  
Miembro del tribunal de titulación

Ing. Pedro Nivelá, Mg.  
Miembro del tribunal de titulación



**Uleam**  
*Extensión El Carmen*

### DECLARACIÓN DE AUTORIA

La responsabilidad de este proyecto de Titulación: “**ANÁLISIS DE LA CERA DE ABEJA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UNA LAMINADORA EN EL CARMEN**” corresponde exclusivamente a **Edwin Esteven Angulo Saltos** con C.I 1310948755 y los derechos patrimoniales del mismo a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

El Carmen – Manabí

  
Edwin Esteven Angulo Saltos  
C.I 1310948755

**Uleam**

## **1 DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis, de manera especial, a mi madre Narcisa Saltos Zambrano y a mi padre Marlon Angulo Cedeño, por su esfuerzo, amor y apoyo incondicional a lo largo de mi formación académica. A mis hermanos Erika y Fabian Angulo Saltos, por su acompañamiento, motivación y confianza constante. Asimismo, dedico este logro a mi sobrino Kevin Angulo Pazmiño, como testimonio de que la disciplina y la perseverancia permiten alcanzar metas significativas.

De manera muy especial, dedico también esta tesis a mi mascota Niña, por su compañía silenciosa y constante durante las madrugadas de estudio y elaboración del trabajo, brindándome calma y ánimo en los momentos de mayor cansancio.

## **2 AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta aquí y por darme la fortaleza necesaria para culminar este proyecto. Agradezco a mi familia por su respaldo incondicional, por comprender los sacrificios del proceso y por sostenerme con ánimo cuando más lo necesité.

De manera especial, agradezco a los docentes que contribuyeron con sus enseñanzas y recomendaciones. Finalmente, agradezco a todas las personas e instituciones que apoyaron directa o indirectamente el desarrollo de la investigación.

### 3 ÍNDICE

1	TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2	DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
3	DEDICATORIA .....	V
4	AGRADECIMIENTO .....	VI
6	ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
7	ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
8	ÍNDICE DE ANEXOS .....	XI
9	RESUMEN .....	XII
9.1	CAPÍTULO I.....	1
1.1	TÍTULO .....	1
9.2	INTRODUCCIÓN .....	1
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	¡Error! Marcador no definido.
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
1.4	OBJETIVOS .....	2
1.4.1	Objetivo general .....	2
1.4.2	Objetivos específicos .....	2
1.5	HIPÓTESIS.....	¡Error! Marcador no definido.
1.6	METODOLOGÍA .....	3
1.6.1	Ubicación del ensayo.....	3
1.6.2	Caracterización climatológica de la zona.....	4
1.6.3	Materiales e insumos .....	4
1.6.4	Métodos .....	5
1.6.5	Variables de estudio .....	6
1.6.6	Descripción y medición de las variables de estudio .....	7
1.6.7	Análisis estadístico.....	8
1.6.8	Diseño experimental .....	8
1.6.9	Tratamientos .....	9
1.6.10	Manejo del ensayo .....	9
1.6.11	Instrumento de evaluación de características organolépticas .....	11
10	CAPÍTULO II .....	12
11	MARCO TEÓRICO .....	12
2.1	Las abejas.....	12
2.2	Razas de abejas utilizadas en apicultura .....	13
2.3	Definición, origen y características generales de la cera de abeja .....	14
2.4	Características generales de la cera de abeja.....	15

2.4.1	Consistencia (plasticidad y comportamiento térmico).....	15
2.5	Origen del material ceroso y entorno floral.....	16
2.6	Composición química de la cera de abeja.....	16
2.7	Propiedades biológicas y funcionales de la cera de abeja .....	16
2.8	Cuidados técnicos en la cosecha y manejo higiénico de la miel .....	17
12	TRABAJOS RELACIONADOS .....	¡Error! Marcador no definido.
13	CAPITULO III .....	21
14	DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	21
3.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO .....	21
3.1.1.	Ubicación de la propuesta.....	21
3.1.2.	Metodología de la propuesta.....	21
3.1.3.	Descripción funcional de los componentes.....	24
a.	Descripción técnica de la laminadora de cera .....	24
b.	Las bisagras .....	24
c.	Filtro o colador de cera.....	24
d.	La agarradera (mango de sujeción) .....	24
e.	Aceite vegetal y brocha .....	25
f.	Desglose de gastos.....	25
3.1.4.	Cronograma.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.	Plan de implementación .....	27
3.3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
3.3.1.	Características organolépticas de la lámina de cera.....	28
3.3.2.	El pH.....	31
3.3.3.	Espesor.....	31
3.3.4.	Flexibilidad .....	32
14.1	CONCLUSIONES .....	34
14.2	RECOMENDACIONES .....	35
15	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	XXXVI
16	ANEXOS .....	XLI

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características agroecológicas de la localidad .....	4
<b>Tabla 2.</b> Esquema del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a las propiedades físicas de la cera de abeja laminada .....	8
<b>Tabla 3.</b> Tratamientos evaluados en el proceso de laminación de cera de abeja .....	9
<b>Tabla 4.</b> Clasificación taxonómica de <i>Apis mellifera</i> .....	12
<b>Tabla 5.</b> Desglose de gastos de implementos para elaboración de láminas de cera (T2).....	25
<b>Tabla 6.</b> Cronograma de la Primera Fase .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Tabla 7.</b> Cronograma de la segunda Fase.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Tabla 8.</b> Evaluación del color de la lámina para el análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí.....	28
<b>Tabla 9.</b> Evaluación del color de la lamina para el análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí.....	29
<b>Tabla 10.</b> Evaluación de la textura de la lámina para el análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí.....	30
<b>Tabla 11.</b> Evaluación de la apariencia general de la lámina para el análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí .....	30

#### 4 ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización de la Granja Experimental Río Suma.....	3
<b>Figura 2.</b> <i>Apis mellifera</i> .....	14
<b>Figura 3.</b> Laminadora tipo libro con molde hexagonal de silicona y cierre tipo “tostadora” de <i>Apis mellifera</i> .....	21
<b>Figura 4.</b> <i>Colmena Langstroth con ahumador soporte metálico</i> .....	22
<b>Figura 5.</b> <i>Cuerpo de Colmena Langstroth con Marcos para Panales</i> .....	22
<b>Figura 6.</b> <i>Lámina de cera estampada para construcción de panales</i> .....	22
<b>Figura 7.</b> <i>Manejo y recolección de cera en Colonias de Apis mellifera</i> .....	23
<b>Figura 8.</b> Agente de desmolde para la laminadora tipo libro) molde.....	23
<b>Figura 9.</b> <i>Filtros Sanitarios para la impureza de propóleos en proceso de postcosecha</i> .....	23
<b>Figura 10.</b> Evaluación de pH para el análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí.....	31
<b>Figura 11.</b> Evaluación del espesor para el análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí.....	32

## 5 ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Cuadro de análisis de la varianza de la variable pH para el Análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí .....	XLI
<b>Anexo 2.</b> Cuadro de análisis de la varianza de la variable Espesor para el Análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí .	XLI
<b>Anexo 3.</b> Entrega de acta recepción.....	XLI
<b>Anexo 5.</b> Laminadora de cera tipo libro artesanal .....	XLII
<b>Anexo 6.</b> Recolección de cera en la Granja experimental de la Uleam de El Carmen .....	XLIII
<b>Anexo 7.</b> Selección de la cera de abeja <i>Apis mellifera</i> .....	XLIII
<b>Anexo 8.</b> Incorporación de lámina elaborada en marco para panales.....	XLIII
<b>Anexo 9.</b> Manejo y revisión de aceptación de láminas de cera en colmena .....	XLIV
<b>Anexo 10.</b> Toma de datos de parámetros como textura, apariencias generales, .....	XLIV
<b>Anexo 11.</b> Encuesta sensorial de la lámina de cera de <i>Apis mellifera</i> .....	XLV
<b>Anexo 12.</b> Prototipo de Laminadora de cera tipo libro artesanal .....	XLV

## 6 RESUMEN

El estudio evaluó el efecto de la temperatura de disolución sobre las características organolépticas y propiedades físicas de la cera de abeja (*Apis mellifera*) mediante un sistema artesanal de laminación tipo libro. Se aplicó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos térmicos (60, 65, 70 y 75 °C) y un control (cera comercial). Los resultados mostraron alta aceptación sensorial de la cera laminada: el olor fue calificado como muy agradable por el 66,7 % de los evaluadores y como agradable por el 25,0 %. En color, el 83,2 % de las respuestas se ubicó en las categorías claro y muy claro. La apariencia general alcanzó aceptación total, con 66,7 % de valoraciones como muy homogénea y 33,3 % como homogénea. La textura fue considerada suave o muy suave por el 91,7 % del panel. En propiedades físicas, el pH se mantuvo ligeramente ácido (5,50–5,90). El tratamiento a 75 °C registró el mayor espesor promedio (1,2 mm) y la mayor flexibilidad, sin fisuras durante la manipulación. Se concluyó que 75 °C permitió obtener láminas de mejor calidad física y alta aceptación sensorial, siendo el tratamiento más adecuado para uso apícola.

**Palabras clave:** Cera de abeja, *Apis mellifera*, laminación, lámina estampada, prototipo, espesor, evaluación sensorial.

## ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of dissolution temperature on the organoleptic characteristics and physical properties of honeybee wax (*Apis mellifera*) using an artisanal book-type lamination system. A completely randomized design was applied with four thermal treatments (60, 65, 70, and 75 °C) and a control (commercial wax). The results showed high sensory acceptance of the laminated wax: odor was rated as very pleasant by 66.7% of the evaluators and as pleasant by 25.0%. Regarding color, 83.2% of the responses fell into the light and very light categories. Overall appearance achieved total acceptance, with 66.7% of ratings as very homogeneous and 33.3% as homogeneous. Texture was considered soft or very soft by 91.7% of the panel. Concerning physical properties, pH remained slightly acidic (5.50–5.90). The 75 °C treatment yielded the greatest average thickness (1.2 mm) and the highest flexibility, with no cracks during handling. It was concluded that 75 °C produced wax sheets with better physical quality and high sensory acceptance, making it the most suitable treatment for beekeeping use.

**Keywords:** beeswax, *Apis mellifera*, lamination, comb foundation, prototype, thickness, sensory evaluation

## 6.1 CAPÍTULO I

### 1.1 TÍTULO

“Análisis de cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen - Manabí”

### 6.2 INTRODUCCIÓN

La apicultura constituye una actividad productiva de gran importancia ecológica, económica y social, debido al papel fundamental que desempeña *Apis mellifera* en la polinización y en la generación de productos apícolas como miel, propóleos, polen y cera (Calle, 2025; León-Montenegro, 2021).

Entre estos, la cera de abeja ocupa un lugar esencial por su función biológica dentro de la colmena y por su valor industrial y apícola, ya que es el material con el que las abejas construyen los panales destinados al almacenamiento de alimentos y al desarrollo del nido de cría (Argel & Reyes, 2022). Su calidad influye directamente en la eficiencia de la colonia, pues panales deteriorados, envejecidos o adulterados pueden afectar la postura de la reina, la salud de la cría y la productividad general (Cornejo & Sandoval, 2024).

En Ecuador, la apicultura ha experimentado un crecimiento progresivo en los últimos años, impulsada por la diversificación productiva y el aumento de pequeños productores rurales (Calle, 2025; Silva, 2003). Sin embargo, aún persisten limitaciones en cuanto al manejo técnico, la disponibilidad de insumos especializados y el control de la calidad de la cera utilizada en las colmenas (Hoyos, 2019).

Muchos apicultores dependen de proveedores externos o emplean métodos artesanales para obtener láminas de cera, lo que genera altos costos y riesgos de adulteración, afectando la sostenibilidad y productividad de los apiarios (Masaquiza-Moposita et al., 2023; Salazar-Solano et al., 2024). Ante esta problemática, surge la necesidad de implementar sistemas locales de producción de láminas de cera, que permitan obtener un material uniforme, seguro y de alta calidad para las colmenas.

En este contexto, el presente trabajo incorpora la implementación de una laminadora de cera tipo libro en la Granja Experimental del cantón El Carmen, Manabí, como una alternativa tecnológica que favorece la autonomía de los apicultores y mejora las condiciones de manejo de las colonias. Esta herramienta permite transformar cera recuperada y purificada en láminas

estampadas, facilitando la renovación de panales y fortaleciendo el desarrollo del nido (Argel & Reyes, 2022).

La presente investigación busca contribuir al fortalecimiento del sector apícola local mediante la generación de información técnica sobre la calidad de la cera procesada y el impacto del uso de láminas estandarizadas en el manejo sustentable de colmenas de *Apis mellifera*.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo general**

Implementar un sistema de laminación de cera de abeja (*Apis mellifera*), en la granja experimental “Río Suma” perteneciente a los predios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión El Carmen.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Evaluar las características organolépticas de la cera de abeja de *Apis mellifera*
- Analizar las propiedades físicas de la cera de abeja (*Apis mellifera*), mediante métodos técnico sensorial.

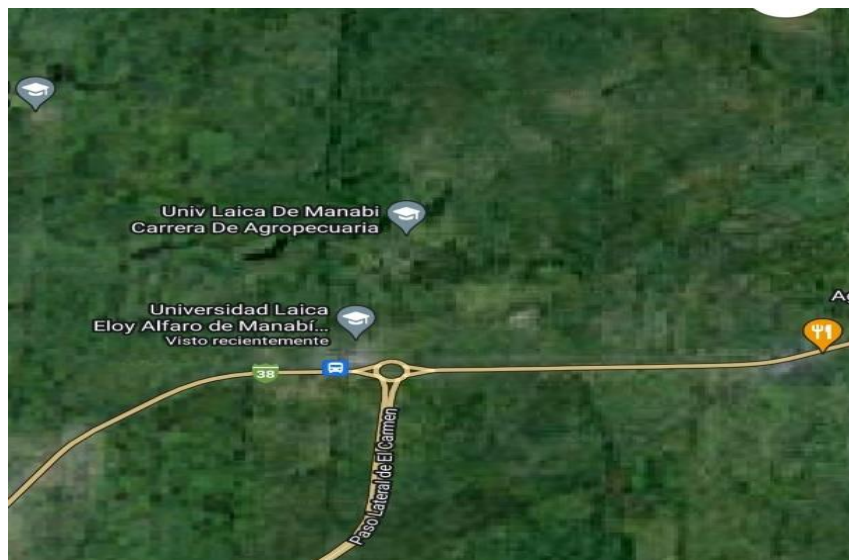
## 1.3 METODOLOGÍA

### 1.3.1 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 = -0.262155; Y = -79.428219 m; a una altitud de 259 metros sobre el nivel del mar. La zona se caracteriza por presentar condiciones climáticas propias del trópico húmedo

**Figura 1.** Localización de la Granja Experimental Río Suma



**Fuente:** Google Maps (2025).

La implementación del sistema de laminación de cera de abeja (*Apis mellifera*) se desarrolló en la granja experimental “Río Suma” de la ULEAM extensión El Carmen, como parte de un proceso de aprendizaje aplicado orientado a articular los fundamentos teóricos de la transformación de productos apícolas con la práctica tecnológica en campo.

La ejecución fue conducida por el equipo de trabajo del proyecto (estudiantes y docentes responsables), priorizando el desarrollo de competencias en diseño de prototipos, selección de materiales, control básico de proceso y aseguramiento de calidad, además de fortalecer la vinculación universitaria con actores apícolas del cantón mediante una intervención de carácter demostrativo y con pertinencia productiva.

### 1.3.2 Caracterización climatológica de la zona

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

**Tabla 1.** *Características agroecológicas de la localidad*

<b>Características</b>	<b>El Carmen</b>
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	20,4°C – 29, 2°C
Humedad Relativa (%)	87,45
Precipitación media anual (mm)	233,83
Altitud (msnm)	260
Topografía	Irregular
Tipo de suelo	Franco arenoso
Pluviosidad	60
Heliofanía	1283,80 horas de brillo solar

**Fuente:** *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017)*

### 1.3.3 Materiales e insumos

#### 1.6.3.1 Materiales

- Moldes de silicona para laminación tipo libro
- Espátulas de acero inoxidable
- Termómetro de inmersión (rango  $\geq 100$  °C)
- Recipientes resistentes al calor
- Superficie lisa para enfriamiento
- Papel encerado o láminas antiadherentes
- Guantes térmicos de seguridad

#### 1.6.3.2 Insumos

- Cera de abeja natural (*Apis mellifera*)
- Cera comercial (tratamiento control)
- Agua potable (para baño María y limpieza)

#### 1.6.3.3 Equipos

- Cocina de gas
- Baño María
- Balanza digital de precisión
- Sistema artesanal de laminación tipo libro

### 6.2.1.1 Materiales para construcción de la laminadora tipo libro

- Tablas de madera (base y tapa), dimensionadas según el área útil de laminación.
- Bisagras metálicas (sistema de apertura/cierre).
- Sistema de cierre tipo “tostadora” (broche/pestillo frontal o seguro mecánico que mantenga presión constante).
- Silicona para molde con patrón hexagonal (relieve tipo panal).
- Tornillería, escuadras, adhesivo compatible, lijas y recubrimiento protector para la madera (según diseño).

### Insumos y equipos para el proceso de laminación

- Cera de abeja (*Apis mellifera*) identificada por lote/procedencia (materia prima).
- Recipientes resistentes al calor para fundido/trasiego (preferible acero inoxidable u otro material apto para temperatura).
- Espátulas/paletas para manipulación de cera fundida.
- Mallas o telas filtrantes.
- Superficie plana y limpia para enfriamiento (bandejas/mesa).

### 1.3.4 Métodos

#### a. Método experimental

Se aplicó el método experimental para evaluar, bajo condiciones controladas, el efecto del uso de una laminadora en el procesamiento de cera de abeja (*Apis mellifera*). Se manipularon variables operativas como temperatura de la cera, presión de laminado y espesor de las láminas obtenidas, con el fin de analizar su influencia sobre la homogeneidad, plasticidad y calidad final del producto (Álvarez & Sierra, 1995). Este método permitió comparar el proceso tecnificado con prácticas artesanales, generando información confiable sobre eficiencia y rendimiento del laminado en la Granja Experimental Río Suma.

#### b. Método observacional

Se utilizó el método observacional para registrar de manera directa el comportamiento de la cera durante las etapas de fundido, enfriamiento y laminado, así como el desempeño operativo del equipo. Se observaron aspectos como consistencia del material, facilidad de manejo y aceptación visual de las láminas, sin alterar el desarrollo normal del proceso. Este seguimiento permitió identificar condiciones prácticas que influyeron en la calidad final del producto laminado (Namakforoosh, 2000).

### **c. Método descriptivo**

El método descriptivo permitió caracterizar técnicamente las láminas de cera obtenidas, considerando parámetros físicos como espesor, uniformidad superficial, flexibilidad y acabado. Asimismo, se describieron los tiempos de operación y el rendimiento del proceso, generando información útil para la estandarización del laminado de cera en sistemas apícolas locales (EISMAN, 1997).

### **d. Análisis documental**

Se empleó el análisis documental para sustentar técnicamente el estudio, mediante la revisión de manuales apícolas, normas de calidad, literatura científica y documentos técnicos relacionados con el procesamiento de cera de abeja y el uso de laminadoras (Zúñiga et al., 2023). La revisión se enfocó en fuentes actualizadas y pertinentes al contexto ecuatoriano, permitiendo contrastar los resultados obtenidos con criterios técnicos aceptados y fortalecer la validez del trabajo.

## **1.3.5 Variables de estudio**

### **1.3.5.1 Variable independiente**

Temperatura de disolución de la cera de abeja

#### **Niveles de la variable:**

- 60 °C
- 65 °C
- 70 °C
- 75 °C
- Cera comercial laminada (testigo tecnológico)

### **1.3.5.2 Variables dependientes**

#### **a) Características organolépticas**

- Color
- Aroma
- Apariencia
- Textura / consistencia

#### **b) Parámetros fisicoquímicos**

- pH
- Espesor
- Flexibilidad

### 1.3.6 Descripción y medición de las variables de estudio

Las características organolépticas se evaluaron mediante una escala sensorial tipo Likert de cinco puntos, aplicada a un panel de evaluadores, considerando los siguientes atributos:

- **Textura (al tacto):** Se determinó mediante la percepción táctil directa de las láminas de cera, evaluando el grado de suavidad o áspera al contacto manual, con valores desde “muy áspera” hasta “muy suave”.
- **Olor (aroma):** Se evaluó por percepción olfativa directa, calificando la intensidad y aceptación del aroma característico de la cera, en una escala que varió desde “muy desagradable” hasta “muy agradable”.
- **Color:** Se determinó por observación visual directa bajo condiciones de iluminación natural, valorando la tonalidad de la cera desde “muy oscuro” hasta “muy claro”.
- **Apariencia general:** Se evaluó visualmente considerando la uniformidad, homogeneidad y presentación global de la lámina, calificándose desde “muy irregular” hasta “muy homogénea”.
- **pH:** En la cera sólida, el pH no se mide directamente debido a su naturaleza hidrofóbica; Por lo tanto, se determinó como pH del extracto acuoso (mediciones indirectas). Para ello se preparó un extracto controlando el contacto entre la cera y el agua destilada (relación y tiempo estandarizados) y se registró el valor del pH con un pHmetro previamente calibrado con soluciones tampón (pH 4,00 y 7,00). El resultado se informó como el valor medio por tratamiento y repetición.
- **Espesor:** se determinó mediante medición directa en milímetros (mm) usando un Calibre/micrómetro Vernier. En cada lámina, se midió el espesor en puntos específicos y repetibles (por ejemplo, áreas central y lateral) y se calculó la repetibilidad media. Los valores se informaron tratados con estadística descriptiva (valor medio, valor mínimo-máximo), lo que permite contrastar la concordancia dimensional entre las condiciones de temperatura y presión.
- **Flexibilidad:** Esto se evaluó mediante una prueba de flexión simple en condiciones ambientales controladas, que registra la capacidad de la lámina para deformarse sin agrietarse ni romperse durante la manipulación. Cada muestra se dobló gradualmente hasta un ángulo estandarizado (por ejemplo, 180°) y se calificó en una escala ordinal de

5 puntos. Los resultados se informaron por tratamiento como media categórica y frecuencia.

### 1.3.7 Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las variables espesor y flexibilidad se organizaron por tratamiento y repetición en una matriz de datos para su análisis. Para la variable espesor, expresada en milímetros (mm), se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ , con el objetivo de determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Cuando se detectaron diferencias significativas, se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para identificar los tratamientos con comportamiento estadísticamente distinto.

La variable flexibilidad se evaluó mediante una prueba de flexión manual, utilizando una escala sensorial cualitativa de cuatro categorías, las cuales describieron el comportamiento mecánico de las láminas de cera frente a la deformación. Las categorías consideradas fueron: muy flexible, flexible, poco flexible y rígida. Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva, considerando frecuencias y promedios por tratamiento, lo que permitió comparar el efecto de la temperatura de disolución de la cera sobre esta propiedad física.

Asimismo, los resultados obtenidos a partir de las encuestas sensoriales se sistematizaron y analizaron mediante distribución de frecuencias, permitiendo identificar tendencias y diferencias en la percepción de la calidad física de las láminas entre los tratamientos evaluados. Los resultados se presentaron en tablas y gráficos para facilitar su interpretación.

**Tabla 2.** Esquema del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a las propiedades físicas de la cera de abeja laminada

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	19
Genotipos	4
Error	15

### 1.3.8 Diseño experimental

La investigación se desarrolló bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), debido a la homogeneidad de las condiciones de trabajo y de las unidades experimentales. El factor en estudio fue la temperatura de disolución de la cera de abeja de *Apis mellifera* previa al

proceso de laminado, incluyendo un tratamiento control con cera comercial previamente laminada.

Se evaluaron cinco tratamientos, correspondientes a cuatro niveles de temperatura y un control, con cuatro repeticiones por tratamiento, totalizando 20 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo constituida por una lámina de cera obtenida y evaluada de manera independiente.

### 1.3.9 Tratamientos

Se seleccionaron cuatro niveles de temperatura (60, 65, 70 y 75 °C), considerando que el manejo térmico influye directamente en la fluidez, homogeneidad y comportamiento mecánico de la cera durante su transformación. Estas temperaturas permitieron analizar de forma progresiva cómo el incremento térmico afectó el espesor y la flexibilidad de las láminas obtenidas.

Adicionalmente, se incluyó un tratamiento control correspondiente a cera comercial previamente laminada, utilizada como referencia tecnológica, lo que permitió comparar el desempeño del laminado artesanal frente a un producto estándar empleado comúnmente en la actividad apícola. De esta manera, los tratamientos definidos facilitaron una evaluación integral del efecto del proceso térmico sobre la calidad física de la cera laminada.

**Tabla 3.** *Tratamientos evaluados en el proceso de laminación de cera de abeja*

Tratamiento	Temperatura disolución (°C)	Descripción del tratamiento
T1	60	Cera de abeja disuelta a baja temperatura,
T2	65	Cera de abeja disuelta a temperatura media-baja
T3	70	Cera de abeja disuelta a temperatura media-alta
T4	75	Cera de abeja disuelta a alta temperatura
T5 (Control)	—	Cera comercial previamente laminada,

### 1.3.10 Manejo del ensayo

#### 1.6.10.1 Ubicación del ensayo (laminadora de cera)

El ensayo se desarrolló en un área destinada a la laminación artesanal de cera de abeja, equipada con una laminadora tipo libro y acondicionada para el manejo térmico del material.

El espacio permitió el control de la temperatura, la manipulación segura de la cera fundida y el enfriamiento de las láminas a temperatura ambiente, garantizando condiciones homogéneas durante la ejecución del experimento.

#### **1.6.10.2 Implementación del ensayo**

Se utilizó cera de abeja proveniente de colonias de *Apis mellifera*. Para cada tratamiento, la cera fue disuelta en un volumen fijo de 100 mL, con el propósito de asegurar la homogeneidad del material y la comparabilidad entre tratamientos. La disolución se realizó a las temperaturas establecidas (60, 65, 70 y 75 °C), manteniendo control térmico constante hasta alcanzar la completa fluidez de la cera.

Posteriormente, la cera fundida fue sometida al proceso de laminación tipo libro, obteniéndose láminas uniformes que se dejaron enfriar a temperatura ambiente. Cada tratamiento contó con cuatro repeticiones, considerando como unidad experimental una lámina de cera elaborada de manera independiente.

#### **Toma de datos**

Las láminas obtenidas fueron identificadas y codificadas para evitar sesgos durante la evaluación. Se midieron las variables físicas correspondientes al espesor de las láminas y su flexibilidad, evaluada durante la manipulación manual. Adicionalmente, se determinó el pH de la cera laminada, con el fin de caracterizar sus propiedades físicas y químicas en función de la temperatura de disolución aplicada en cada tratamiento.

#### **Realización de encuestas**

La evaluación sensorial se llevó a cabo mediante encuestas estructuradas aplicadas a un panel de evaluadores. Se consideraron los atributos organolépticos de olor, color, apariencia general y textura, empleando escalas de valoración previamente definidas.

#### **Tabulación de datos y análisis estadístico**

Los datos obtenidos de las variables físicas (pH, espesor y flexibilidad) y de la evaluación sensorial fueron organizados y tabulados en matrices de registro para su posterior análisis, permitiendo la comparación entre tratamientos térmicos y la interpretación del efecto de la temperatura sobre la calidad de la cera laminada.

### **1.3.11 Instrumento de evaluación de características organolépticas**

Para la evaluación de las características organolépticas de la cera de abeja (*Apis mellifera*) y de las láminas obtenidas mediante los tratamientos del estudio, se aplicó una evaluación sensorial mediante encuesta estructurada. El panel estuvo conformado por doce participantes seleccionados por disponibilidad y por presentar capacidad de percepción sensorial básica, considerando que el objetivo del instrumento es registrar atributos sensoriales evidentes (color, olor, textura y limpieza visual) de forma sistemática.

La evaluación se realizó en condiciones controladas en la Granja Experimental “Río Suma” de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), Extensión El Carmen, asegurando un ambiente adecuado para minimizar interferencias (iluminación suficiente, ausencia de olores externos y orden del espacio).

El procedimiento se ejecutó con medidas básicas de higiene y control del entorno de trabajo, coherentes con lineamientos nacionales aplicables como referencia de buenas prácticas en contextos apícolas y de manipulación/transformación (AGROCALIDAD; ARCSA).

## 7 CAPÍTULO II

### 8 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Las abejas

Las abejas melíferas, particularmente *Apis mellifera*, constituyen un grupo de insectos del orden Hymenoptera, ampliamente reconocido por incluir abejas, avispas y hormigas, y por su relevancia biológica y económica (Vásquez-Armijos, 2024). Dentro de este orden, *A. mellifera* se caracteriza por una organización social altamente estructurada (eusocialidad), en la que la colonia funciona como una unidad cooperativa con división del trabajo y coordinación colectiva (Seeley & Morse, 1976).

En condiciones naturales y manejadas, la colonia presenta castas funcionales: reina (hembra fértil encargada de la reproducción), obreras (hembras generalmente no reproductivas responsables de tareas de mantenimiento, defensa y forrajeo) y zánganos (machos cuya presencia varía según la dinámica reproductiva y la época) (Tamayo, 2015). Esta diferenciación se asocia con la estructura del nido y la organización espacial del panal (almacenamiento de miel, zona de cría y reservas de polen), descrita en estudios clásicos de ecología de nidos de *A. mellifera* (Human et al., 2013).

Desde una perspectiva productiva, *Apis mellifera* es la especie más utilizada en apicultura por la generación de productos de la colmena (miel, cera, propóleos, entre otros) y por su papel como polinizador manejado (Quilambaqui et al., 2017). La polinización mediada por abejas se vincula directamente con el rendimiento y la calidad de diversos cultivos, además de contribuir a objetivos amplios de sostenibilidad y seguridad alimentaria, por lo que su conservación y manejo técnico se consideran estratégicos en sistemas agroalimentarios (Montenegro-Pazmiño et al., 2020).

**Tabla 4.** Clasificación taxonómica de *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:** Tomado de Montenegro-Pazmiño et al., (2020).

## **2.2 Razas de abejas utilizadas en apicultura**

En la apicultura moderna, la especie de mayor importancia productiva es *Apis mellifera*, cuya distribución nativa comprende África, Europa y el Medio Oriente, y que, debido a la actividad humana, ha sido trasladada e introducida en múltiples regiones fuera de su rango original (Cabrera, 2018). En concordancia con documentos técnicos y literatura especializada, en los sistemas apícolas se emplean principalmente razas o subespecies de *A. mellifera* (frecuentemente denominadas “razas” en textos apícolas), las cuales presentan variaciones adaptativas vinculadas al clima, a la disponibilidad de recursos florales y a características de manejo (p. ej., defensividad y tendencia a enjambrazón) (Human et al., 2013).

La apicultura basada en *A. mellifera* en el continente americano responde a un hecho biogeográfico relevante: no existen especies de abejas del género *Apis* naturalmente originarias en las Américas; por ello, la apicultura con abejas melíferas se consolidó históricamente mediante la introducción de *A. mellifera* desde el Viejo Mundo (Jiménez, 2023; Zugasti & Fernández-Galiano, 2007). En contraste, antes y paralelamente a la expansión de *A. mellifera*, diversas sociedades indígenas de América desarrollaron prácticas de aprovechamiento y crianza de abejas nativas sin aguijón (*Meliponini*), actividad conocida como meliponicultura, documentada como parte de sistemas bioculturales de manejo y uso de miel y cera en Mesoamérica (Seeley & Morse, 1976).

Un hito determinante para la apicultura tropical del continente fue el proceso de africanización. En 1956 se introdujo en Brasil la subespecie africana *Apis mellifera scutellata* con fines de mejoramiento y adaptación a condiciones tropicales; posteriormente, la reproducción e hibridación con abejas de origen europeo favoreció la expansión de poblaciones “africanizadas” por gran parte de América Latina y, más tarde, hacia el sur de Estados Unidos (Seeley & Morse, 1976). La literatura científica describe que estas poblaciones presentan alta capacidad de colonización en ambientes cálidos, con rasgos de comportamiento frecuentemente asociados a mayor defensividad y elevada dinámica reproductiva, características relevantes para su manejo técnico y para la seguridad en zonas pobladas (Jiménez, 2023).

En el caso de Ecuador, la evidencia académica nacional reporta que la abeja africanizada es la más manejada por apicultores y que su ingreso al país se sitúa en la década de 1970, observándose su utilización en colmenas tecnificadas y en contextos rurales (y periurbanos)

donde su manejo requiere precauciones por su comportamiento defensivo (Seeley & Morse, 1976). Este antecedente es particularmente pertinente para estudios apícolas en zonas tropicales como Manabí, donde la apicultura se desarrolla bajo condiciones ambientales que favorecen la actividad de *A. mellifera* y donde la gestión sanitaria y operativa demanda estandarización de prácticas, conforme a criterios técnicos nacionales (Salazar et al., 2009).

**Figura 2.** *Apis mellifera*



**Fuente:** Abeja pedia. Bogdanov et al., (2008)

### **2.3 Definición, origen y características generales de la cera de abeja**

La cera de abeja (*beeswax*, INS/E 901) es un producto natural elaborado por las obreras de *Apis mellifera* mediante secreciones ceríferas, que luego es moldeado y utilizado como material estructural del panal (Galindo-Cardona et al., 2017). En términos técnicos, se reconoce como una sustancia orgánica compleja empleada ampliamente como agente de recubrimiento y material funcional en diversas industrias, bajo especificaciones de identidad y pureza difundidas por organismos internacionales (Bogdanov et al., 2008).

Desde la perspectiva apícola, la cera es estratégica porque permite la construcción de celdas hexagonales para cría y almacenamiento (miel y polen) (Sánchez & Cascales, 2022). En el ámbito productivo, la cera se recupera principalmente de opérculos, panales renovados y residuos de la colmena, constituyendo la materia prima para la fabricación de láminas de cera estampada (cera base) (Galindo-Cardona et al., 2017). La calidad de la cera recuperada depende del grado de limpieza, del historial de uso del panal y del manejo térmico durante su fundido y clarificación, aspectos que justifican su control en procesos de transformación como la laminación (Salazar et al., 2009).

En Ecuador, el manejo técnico de unidades apícolas y la producción/cosecha/poscosecha de productos de la colmena se respaldan por lineamientos

institucionales como la Guía de Buenas Prácticas Apícolas de AGROCALIDAD, que orienta condiciones de higiene, orden y control de proceso aplicables de forma indirecta al aprovechamiento de cera como insumo para transformación (Velásquez & Goetschel, 2019).

## **2.4 Características generales de la cera de abeja**

La cera de abeja se caracteriza por propiedades termo-mecánicas que determinan su aptitud para ser fundida, clarificada y conformada en láminas (Vit, 2005). En especificaciones técnicas internacionales se reporta un rango de fusión típico de 62–65 °C, además de parámetros fisicoquímicos útiles para control de calidad como el valor ácido, saponificación y peróxidos (Sánchez & Cascales, 2022).

En investigación aplicada y control de calidad, se recomienda estandarizar el acondicionamiento del material (fundido, filtrado/decantación, enfriamiento) y documentar condiciones operativas, ya que variaciones del proceso o de la composición pueden reflejarse en defectos del producto final (fisuras, burbujas, deformación del relieve) (Parra et al., 2013). La metodología y el control de variables en estudios de cera se respaldan en compendios metodológicos especializados (Baena-Díaz et al., 2022).

### **2.4.1 Consistencia (plasticidad y comportamiento térmico)**

La consistencia de la cera se expresa principalmente como dureza, plasticidad y cohesión, propiedades que cambian con la temperatura y con la composición del material (Blanco-Estupiñán & Lorena-Cardenas, 2023). El documento técnico de JECFA describe que la cera amarilla puede comportarse como un sólido relativamente quebradizo en frío y volverse más maleable a temperaturas moderadas (aprox. alrededor de 35 °C), lo cual es relevante para su conformación mecánica (Moposita et al., 2020).

En el contexto de laminación, una consistencia adecuada favorece (i) el llenado del relieve hexagonal, (ii) el desmolde sin fracturas y (iii) la estabilidad dimensional de la lámina. Por ello, en esta tesis la consistencia se operacionaliza mediante indicadores observables vinculados a la textura al tacto, la resistencia a fisuras y la integridad durante el desmolde, en concordancia con prácticas de estandarización recomendadas para investigación en cera (Lara, 2023).

#### **2.4.1.1 Color**

El color de la cera es un indicador sensorial y comercial asociado con el grado de limpieza, el origen del material (opérculo/panal) y el manejo térmico. En términos técnicos, se distinguen formas comerciales como cera amarilla y cera blanca, y se reconoce que el tono puede variar hacia amarillos intensos o pardos según el material incorporado (resinas/propóleos, polen) y el historial de uso del panal (Zelada-Salazar & Castro-Alayo, 2025).

#### **2.5 Origen del material ceroso y entorno floral**

En cera, el “origen floral” no opera como clasificación directa del producto (como en miel), pero el entorno botánico y el manejo apícola influyen indirectamente en la calidad del material recuperado (Vaca-Cárdenas et al., 2022). La presencia de propóleos/resinas y polen, así como el uso prolongado del panal (especialmente en zonas de cría), tienden a incrementar el oscurecimiento y la carga de impurezas, afectando atributos sensoriales (olor, color) y el comportamiento durante el fundido o laminado (Vargas-Valero et al., 2025).

#### **2.6 Composición química de la cera de abeja**

La cera de abeja consiste principalmente en una mezcla de ésteres de ácidos grasos y alcoholes grasos, hidrocarburos parafínicos y ácidos grasos libres, con cantidades menores de alcoholes libres y otros compuestos minoritarios. Esta composición explica su función estructural en el panal y su utilidad tecnológica en procesos de conformación (p. ej., laminación).

Para control de identidad y calidad, organismos internacionales describen parámetros fisicoquímicos típicos: rango de fusión (62–65 °C), valor ácido (17–24 mg KOH/g), valor de saponificación (87–104 mg KOH/g) y valor de peróxidos ( $\leq 5$ ), entre otros (Sánchez & Cascales, 2022). Estos criterios son útiles como marco comparativo, porque variaciones relevantes pueden asociarse a cambios de composición por envejecimiento del material o por mezclas con otras ceras (adulteración), con impacto potencial en propiedades mecánicas y calidad de láminas (de Isolbi & Contreras, 2025).

#### **2.7 Propiedades biológicas y funcionales de la cera de abeja**

Aunque la cera se utiliza principalmente por sus propiedades funcionales (material hidrofóbico, formador de película, agente de recubrimiento y liberante), la literatura científica

ha descrito también actividad antimicrobiana y aplicaciones potenciales en formulaciones tópicas, con evidencia variable según el método de obtención y la matriz evaluada (Laban et al., 2025a). La revisión metodológica sobre cera y los documentos técnicos institucionales resaltan la necesidad de asegurar identidad y pureza del material, debido a que la variabilidad composicional y el procesamiento térmico pueden modificar tanto su desempeño tecnológico como atributos asociados a calidad (Laban et al., 2025b).

En Ecuador, el empleo de buenas prácticas en el manejo de productos de la colmena se sustenta en lineamientos institucionales (AGROCALIDAD) y, para procesos de transformación/manipulación, pueden adoptarse como referencia criterios generales de higiene y control documental difundidos por ARCSA para BPM en alimentos procesados, especialmente para justificar orden, limpieza, segregación por lote y trazabilidad de muestras en investigación aplicada (Alvarez-Suarez et al., 2013).

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

La obtención y manejo de la cera de abeja constituye una fase crítica dentro del manejo apícola, ya que las decisiones adoptadas durante la recolección y el acondicionamiento del material determinan la pureza, la limpieza, el olor, el color y, en consecuencia, la aptitud de la cera para procesos posteriores como el fundido, clarificación y laminación (Sánchez & Cascales, 2022).

En Ecuador, los criterios de orden, higiene, bioseguridad y control básico del entorno de manejo apícola se respaldan en la Guía de Buenas Prácticas Apícolas de AGROCALIDAD, que enfatiza medidas de higiene del personal, limpieza de equipos y prevención de contaminación durante el manejo de productos de la colmena (Laban et al., 2025b).

Selección y recolección del material ceroso. Para fines de transformación, se prioriza la recolección de cera procedente de opérculos y/o panales destinados a renovación, procurando minimizar la incorporación de impurezas (fragmentos de madera, tierra, insectos, restos orgánicos) y evitando mezclar material de distinta naturaleza sin registro (Vargas-Valero et al., 2025).

Debido a que la procedencia influye en atributos sensoriales (oscurecimiento, olor a propóleos) y en la carga de residuos asociados al uso prolongado del panel. Manuales técnicos de FAO sobre productos apícolas destacan que, para cualquier uso, la cera debe fundirse y

limpiarse (rendering/cleaning) antes de su almacenamiento o transporte, precisamente para asegurar estabilidad y calidad del material (Vit, 2005).

Higiene del personal y de los implementos. Durante la cosecha y manipulación del material ceroso, es indispensable el uso de indumentaria apícola y la aplicación de prácticas de higiene (ropa limpia, manos limpias, utensilios en buen estado y superficies libres de contaminantes). Estas medidas reducen contaminación física y favorecen la trazabilidad, coherente con los lineamientos de buenas prácticas apícolas de AGROCALIDAD y con recomendaciones técnicas generales de FAO para manejo de productos de la colmena (Velásquez & Goetschel, 2019).

Transporte y resguardo del material. Una vez recolectada, la cera (opérculos o panales) debe trasladarse en recipientes limpios, cerrados y protegidos de polvo y plagas, evitando exposición directa al sol o fuentes de calor que favorezcan el ablandamiento y el atrapamiento de partículas (Vit, 2005).

Para procesos de transformación en instalaciones, los criterios de control higiénico del área (superficies lavables, facilidad de limpieza y desinfección, minimización de contaminación externa y control de plagas) se sustentan en normativa ecuatoriana de buenas prácticas aplicable a establecimientos de alimentos procesados, útil como marco de referencia para justificar orden, limpieza y control del entorno en ensayos tecnificados o semitecnificados (de Isolbi & Contreras, 2025)

Fundido, clarificación y almacenamiento. La etapa de acondicionamiento consiste en fundir la cera y eliminar impurezas mediante filtración, hasta obtener un material limpio. FAO recomienda que la cera se almacene únicamente en forma limpia y ya procesada (bloques sólidos), lo que facilita su conservación y transporte sin deterioro relevante, además de disminuir riesgos de infestación o contaminación durante el almacenamiento (Laban et al., 2025b).

Trazabilidad y control documental. Finalmente, el manejo higiénico se complementa con rotulación por lote/procedencia, fecha de recolección y registro de etapas (fundido–filtrado–enfriamiento), de modo que cada unidad experimental y cada bloque de cera mantenga trazabilidad, en coherencia con los criterios de documentación y control de proceso promovidos tanto por buenas prácticas apícolas como por lineamientos sanitarios de higiene (Vit, 2005).

## 9 CAPITULO III

### 10 ESTADO DEL ARTE

En la cadena apícola, la cera de abeja constituye un insumo estratégico para la fabricación de láminas de cera estampada (comb foundation), utilizadas como base-guía en cuadros móviles. La FAO define la lámina estampada como una hoja delgada de cera con un patrón de hexágonos del tamaño equivalente a la base de celdas naturales; su uso acelera la construcción del panal y orienta a las abejas hacia una estructura de celdas uniforme, lo cual favorece el manejo del apiario y la organización del cuadro (Vargas-Valero et al., 2025).

Sin embargo, la funcionalidad de la lámina depende de la calidad y composición del material ceroso. En documentos técnicos de la FAO se advierte que las abejas no aceptan fundaciones elaboradas con ceras sintéticas (por ejemplo, parafina) y que incluso mezclas con parafina pueden condicionar la aceptación, enfatizando la necesidad de controlar la pureza, el manejo térmico y la clarificación/filtrado de la cera antes del conformado. En concordancia, metodologías estandarizadas para investigación de cera resaltan la importancia de procedimientos reproducibles, registro de condiciones y control de variables de proceso en estudios aplicados (de Isolbi & Contreras, 2025).

Desde el marco de control higiénico-operativo, Ecuador dispone de lineamientos oficiales aplicables al manejo de productos apícolas. La guía nacional de Buenas Prácticas Apícolas establece criterios sobre materiales apícolas, almacenamiento, protección contra contaminación y control de condiciones en el manejo de productos de la colmena, aspectos pertinentes cuando la cera se acondiciona para transformación (fundido, filtrado/decantación, moldeo y almacenamiento) (Vit, 2005).

En el contexto nacional, existen antecedentes académicos orientados a mecanizar u optimizar la fabricación de láminas. En la Escuela Politécnica Nacional se reportó el diseño y construcción de una laminadora–estampadora continua para cera, aportando un marco ingenieril sobre dosificación, enfriamiento y estampado mediante rodillos. Asimismo, en la ESPOCH se documentó el diseño validado mediante software de una máquina laminadora y estampadora para marcos Langstroth, evidenciando el interés en incrementar productividad y estandarización del producto. Adicionalmente, literatura académica ecuatoriana reciente describe la construcción de prototipos de laminado/estampado y justifica su pertinencia por la necesidad de optimizar la producción de láminas en escenarios con limitaciones tecnológicas.

Paralelamente, la evidencia científica ha señalado que la calidad de láminas comerciales puede verse afectada por variaciones composicionales y adulteración (Albo & Pérez, 2025).

Ledjanac et al. (2024) evaluaron láminas base comerciales y reportaron, mediante FTIR-ATR y GC-MS, indicios de adulterantes compatibles con parafina en un conjunto de muestras, destacando la importancia del control de calidad del material destinado a fundación.

Castillo et al. (2025), analizó la necesidad de optimizar la producción de láminas estampadas de cera para la actividad apícola en la provincia de Bolívar, específicamente en la ciudad de Guaranda, donde las limitaciones tecnológicas y los elevados costos de importación de maquinaria representan una barrera para los productores locales. Frente a esta problemática, el autor diseñó y construyó un prototipo semiautomático de rodillos estampadores para cera de abeja, orientado a mejorar la eficiencia del proceso productivo. El desarrollo del prototipo se apoyó en el uso de software de ingeniería, lo que permitió simular su funcionamiento y optimizar el rendimiento del sistema antes de su fabricación física. Los resultados demostraron que el equipo diseñado incrementó significativamente la eficiencia en la producción de láminas de cera, al tiempo que redujo costos operativos. Además, el diseño incorporó criterios de portabilidad y facilidad de uso, aspectos que favorecen su adopción en contextos productivos de pequeña y mediana escala.

## 11 CAPITULO III

### 12 METODOLOGÍA

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO

##### 3.1.1. Ubicación de la propuesta

Latitud: 0°15' S y Longitud: 79°26' O

##### 3.1.2. Metodología de la propuesta

La propuesta se desarrolló mediante la implementación y validación aplicada de un sistema de laminación de cera de abeja producida por *Apis mellifera*, basado en un prototipo tipo “libro”. La metodología se estructuró en etapas secuenciales y estandarizadas, orientadas a garantizar la trazabilidad por tratamiento y repetición, el control de contaminación física y la comparabilidad técnica de los resultados frente a una lámina comercial utilizada como referencia (*benchmark*).

Cada ciclo de laminación se ejecutó bajo condiciones operativas controladas, registrando las variables críticas del proceso (temperatura de disolución y presión de cierre) y evaluando indicadores verificables del producto, tales como espesor, fidelidad del estampado, flexibilidad, presencia de defectos, tiempo de ciclo y rendimiento. Este enfoque permitió asegurar la reproducibilidad del proceso y la validez de la comparación entre tratamientos. Las condiciones de orden, limpieza, rotulación y control documental se fundamentaron en los lineamientos de AGROCALIDAD y en los criterios generales de ARCSA, garantizando prácticas adecuadas de higiene y manejo durante la ejecución del ensayo en la Granja Experimental “Río Suma”.

**Figura 3.** Laminadora tipo libro con molde hexagonal de silicona y cierre tipo “tostadora” de *Apis mellifera*



Laminadora con base y tapa de madera incorporada la silicona con filos de acero para sostener y evitar riegue

*de material*

**Figura 4.** Bisagra soporte metálico



*Bisagra para la unión de las bases principales para un anejo eficiente y seguro*

**Figura 5.** Cuerpo de Colmena Langstroth con Marcos para Panales



*Agarradera para tener un mejor apoyo y precisión en el laminado*

**Figura 6.** Lámina de cera estampada para construcción de panales



*Cera como base principal para del molde de silicona y tener unos hexagonales más homogéneo y presiso*

**Figura 7.** Manejo y recolección de cera en Colonias de *Apis mellifera*



**Figura 8.** Aceite como agente de desmolde



*Utilizamos aceite vegetal para evitar que la lámina no se adhiera al molde de silicona y sea más práctico y sin tener grieta en el mismo*

**Figura 9.** Filtros Sanitarios para la impureza de propóleos en proceso de postcosecha



*Manejo adecuado y filtrado correcto para evitar impurezas y otros residuos que puedan dificultar el manejo*

### **3.1.3. Descripción funcional de los componentes**

#### **a. Descripción técnica de la laminadora de cera**

La laminadora de cera utilizada en el ensayo estuvo compuesta por una estructura metálica resistente, fabricada principalmente en acero al carbono, lo que garantizó estabilidad mecánica y durabilidad durante el proceso de laminación. El sistema de laminado estuvo conformado por dos rodillos cilíndricos de acero, dispuestos de forma paralela, los cuales permitieron la formación uniforme de las láminas de cera mediante presión controlada.

#### **b. Las bisagras**

En el presente estudio, las bisagras constituyen el componente mecánico clave que permite la apertura y cierre controlados de la laminadora tipo libro, asegurando la alineación y el paralelismo de las placas durante el proceso de estampado (Estrada de Isolbi, G., & Espíritu Contreras, Z. E., 2025). Su función es mantener un movimiento articulado estable y repetible, por lo que atributos como la rigidez del ensamble, la estabilidad del giro, la ausencia de holguras y la conservación de la presión de contacto se interpretan como indicadores de qué tan adecuadamente el sistema de laminación garantiza un estampado uniforme, con relieve homogéneo y sin defectos (fisuras, deformaciones o zonas incompletas). En consecuencia, el desempeño de las bisagras influye directamente en la fidelidad del patrón obtenido y en la comparabilidad de la lámina final con la referencia comercial (García-Chaviano, M. E., Armenteros-Rodríguez, E., Escobar-Álvarez, M. del C., García-Chaviano, J. A., Méndez-Martínez, J., & Ramos-Castro, G., 22).

#### **c. Filtro o colador de cera**

El filtro o colador para cera de abeja es un implemento utilizado durante el acondicionamiento del insumo (fundido y clarificación) para remover impurezas físicas antes de la conformación de láminas. En el procesamiento de cera, la filtración es una práctica recomendada tras el derretido, ya que permite separar restos de opérculo, partículas orgánicas, fragmentos de propóleos, sedimentos y otros cuerpos extraños que, de permanecer en la masa cerosa, se traducen en defectos del producto final (García-Chaviano et al., 2022).

#### **d. La agarradera (mango de sujeción)**

En el presente estudio, la agarradera constituye un elemento ergonómico y funcional que mejora el apoyo, el control del movimiento y la precisión operativa durante el laminado en

la laminadora tipo libro, al facilitar una sujeción estable y reducir variaciones involuntarias en la aplicación de fuerza y en la trayectoria de cierre (de Isolbi & Contreras, 2025). Su finalidad es proporcionar un punto de agarre que permita accionar el sistema con mayor estabilidad, por lo que atributos como la comodidad de la empuñadura, la seguridad antideslizante, la rigidez estructural, la ausencia de vibración, y la repetibilidad del cierre se interpretan como indicadores de desempeño. En consecuencia, un mejor control proporcionado por la agarradera se asocia con un laminado más uniforme, con relieve homogéneo y menor probabilidad de defectos (fisuras, deformaciones o zonas incompletas), favoreciendo la comparabilidad del producto final con una referencia comercial (García-Chaviano, M. E., Armenteros-Rodríguez, E., Escobar-Álvarez, M. del C., García-Chaviano, J. A., Méndez-Martínez, J., & Ramos-Castro, G., 2022).

#### **e. Aceite vegetal y brocha**

El aceite vegetal aplicado con brocha se emplea como agente de desmolde en la laminadora tipo libro, con el fin de reducir la adhesión de la lámina al molde hexagonal y facilitar el desmolde sin deformaciones (Olaya et al., 2025). Funcionalmente, el aceite forma una película delgada que disminuye la fricción y evita que la cera se adhiera a la superficie del molde, contribuyendo a mejorar la integridad de la lámina y a disminuir defectos como desgarros, arrastre del relieve, bordes incompletos o fisuras asociadas al desprendimiento (Suescún & Vit, 2008).

#### **f. Desglose de gastos**

La implementación del sistema de laminación de cera de abeja (*Apis mellifera*) en la Granja Experimental “Río Suma” (ULEAM, Extensión El Carmen) requirió insumos y equipos orientados a: (i) la fabricación del prototipo tipo libro, (ii) el acondicionamiento de la cera (fundido, clarificación y manejo), y (iii) el control de calidad y registro de variables del proceso y del producto (espesor, defectos, fidelidad del estampado, tiempos y costo unitario). Estos recursos constituyen los costos directos asociados a la implementación del sistema.

El costo de la máquina laminadora de cera tipo libro fue de 224,00 USD, constituyéndose como el principal componente del sistema. En conjunto, la implementación total del sistema de laminación de cera de abeja representó un costo global de 314,00 USD, considerando equipos, materiales e insumos necesarios para el proceso.

**Tabla 5.** Desglose de gastos de implementos para elaboración de láminas de cera (T2)

<b>Implemento/ material</b>	<b>Función en el proceso</b>	<b>Costo unitario (USD)</b>
Laminadora de cera tipo libro artesanal	Moldeador de láminas de cera	224,00
Aceite Vegetal + Brocha	Agente desmolde	15,00
Brocha apícola	Para dispersar el aceite	5,00
Láminas de cera	Referencia externa para comparación	15,00
Recipiente para fundido (acero inox. o apto calor)	Fundido y trasiego de cera	-
Colador o filtro de malla fina	Remoción de impurezas (clarificación)	45,00
Paños + solución de limpieza	Limpieza de área y utensilios (control higiénico)	10
<b>TOTAL</b>		<b>314,00</b>

### 3.2. Plan de implementación

Actividad	Descripción técnica del procedimiento (en función de los tratamientos)	Variable registrada	Equipo / instrumento
Recepción y selección de cera	Selección de cera limpia (opérculos y cera clara). Eliminación manual de impurezas y codificación por tratamiento y repetición.	Código de tratamiento; masa inicial (g)	Bandejas; balanza digital
Fundido y purificación	Fundido indirecto en baño María y filtración en caliente para eliminar residuos sólidos. Control térmico para evitar deterioro del color y textura.	Temperatura (°C); tiempo de fundido (min)	Olla baño María; termómetro; malla filtrante
Aplicación de tratamientos térmicos	Disolución de la cera a <b>60, 65, 70 y 75 °C</b> según tratamiento definido. El control corresponde a lámina comercial.	Temperatura del tratamiento (°C)	Termómetro; recipientes
Laminación	Formación de láminas mediante laminadora tipo libro para los tratamientos térmicos. La lámina comercial no se procesa.	Tiempo de ciclo (min); presión aplicada	Laminadora tipo libro; cronómetro
Enfriamiento y desmolde	Enfriamiento sobre superficie plana hasta rigidez adecuada y desmolde cuidadoso para evitar deformaciones.	Tiempo de enfriamiento (min)	Mesa plana; cronómetro
Medición de variables físicas	Determinación de pH, espesor y flexibilidad de las láminas obtenidas en cada tratamiento.	pH; espesor (mm); flexibilidad	pH-metro; Vernier; ficha técnica
Evaluación sensorial	Evaluación de color, olor, textura y apariencia mediante encuesta sensorial aplicada a 12 evaluadores.	Escala sensorial (1–5)	Ficha sensorial
Comparación con control	Comparación de los resultados de los tratamientos térmicos con la lámina comercial.	Diferencias descriptivas	Registros y fichas

### 3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.3.1. Características organolépticas de la lámina de cera

##### 3.3.1.1. Olor

La evaluación sensorial del olor de la lámina de cera laminada evidenció una percepción olfativa mayoritariamente positiva por parte del panel evaluador. El 66,7 % de las respuestas correspondió a la categoría “muy agradable”, lo que indicó una alta aceptación del material y la ausencia de olores extraños o indeseables. Asimismo, el 25,0 % de los evaluadores calificó el olor como “agradable”, reforzando la percepción de limpieza y naturalidad de la cera procesada. En contraste, solo el 8,3 % de las respuestas se ubicó en la categoría “neutral”, sin registrarse valoraciones negativas.

**Tabla 6.** Evaluación del olor de la lámina para el análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí

<b>Puntuación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
3 (Neutral)	1	8,3%
4 (Agradable)	3	25,0%
5 (Muy agradable)	8	66,7%
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

El color claro y homogéneo de la lámina de cera favoreció su aceptación por las colonias de *Apis mellifera*, ya que reproduce visualmente la cera natural producida por las abejas, estimulando el estiramiento de celdas y la construcción del panal. Estudios previos señalan que láminas con tonalidades oscuras o irregulares reducen la actividad constructiva, mientras que ceras limpias y de color natural optimizan la producción de miel al acelerar la ocupación del cuadro (Abdel-Baset et al., 2025a).

##### 3.3.1.2. Color

La evaluación sensorial del color de la cera laminada mostró una percepción mayoritariamente favorable hacia tonalidades claras y visualmente aceptables. De acuerdo con la escala utilizada, la puntuación 3 correspondió a un color intermedio, la puntuación 4 a un color claro, y la puntuación 5 a un color muy claro, considerado óptimo para el uso apícola.

Los resultados indicaron que 2 de los 12 evaluadores (16,7 %) asignaron la puntuación

3, lo que reflejó una percepción de color intermedio sin rechazo, pero con menor preferencia. Por su parte, 5 evaluadores (41,6 %) calificaron el color con puntuación 4, identificándolo como claro y visualmente adecuado. Asimismo, 5 evaluadores (41,6 %) otorgaron la puntuación 5, correspondiente a un color muy claro y altamente aceptable.

**Tabla 7.** Evaluación del color de la lamina para el análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí

<b>Puntuación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
3 (Color intermedio)	2	16,7 %
4 (Color claro)	5	41,6 %
5 (Color muy claro)	5	41,6 %
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100 %</b>

El predominio de valoraciones en las categorías color claro y muy claro indicó que la cera laminada presentó una tonalidad visualmente aceptable para su uso apícola. La literatura señala que ceras claras y homogéneas favorecen la aceptación por las colonias de *Apis mellifera*, ya que estimulan el estiramiento de celdas y la construcción eficiente del panel, contribuyendo indirectamente a la producción de miel (Abdel-Baset et al., 2025b).

### 3.3.1.3. Textura

La evaluación de la apariencia general (homogeneidad superficial y uniformidad percibida del relieve) mostró una valoración consistentemente alta. La puntuación 5 concentró la mayor proporción de respuestas (66,7%), mientras que la puntuación 4 representó el 33,3%. No se registraron puntuaciones inferiores, lo que sugiere que la lámina fue percibida como homogénea y con una presentación adecuada para su uso como lámina base.

La predominancia de valoraciones en las categorías textura suave y muy suave indicó que la cera laminada presentó una adecuada plasticidad para su manipulación y uso en cuadros apícolas. Una textura flexible y homogénea facilita la fijación de la lámina y favorece su aceptación por las colonias de *Apis mellifera*, ya que reduce el riesgo de fracturas durante el estiramiento de celdas y mejora la eficiencia en la construcción del panel (Crane, 2013; Laban et al., 2025).

**Tabla 8.** Evaluación de la textura de la lámina para el análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí

<b>Puntuación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
3 (Moderadamente suave)	1	8,3 %
4 (Suave)	4	33,3 %
5 (Muy Suave)	7	58,4 %
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100 %</b>

#### 3.3.1.4. Apariencia general

La evaluación sensorial de la textura de la lámina de cera evidenció una percepción mayoritariamente favorable por parte del panel evaluador. La puntuación 5 (muy suave) concentró la mayor frecuencia, con 7 de los 12 evaluadores (58,4 %), lo que indicó una alta aceptación de la textura y una adecuada plasticidad del material laminado.

Asimismo, 4 evaluadores (33,3 %) calificaron la textura como suave (puntuación 4), reflejando una consistencia apropiada para su manipulación y uso en cuadros apícolas. En contraste, solo 1 evaluador (8,3 %) asignó la puntuación 3 (moderadamente suave), sin registrarse valoraciones asociadas a texturas ásperas.

**Tabla 9.** Evaluación de la apariencia general de la lámina para el análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí

<b>Puntuación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
3 (Moderadamente suave)	1	8,3 %
4 (Suave)	4	33,3 %
5 (Muy suave)	7	58,4 %
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100 %</b>

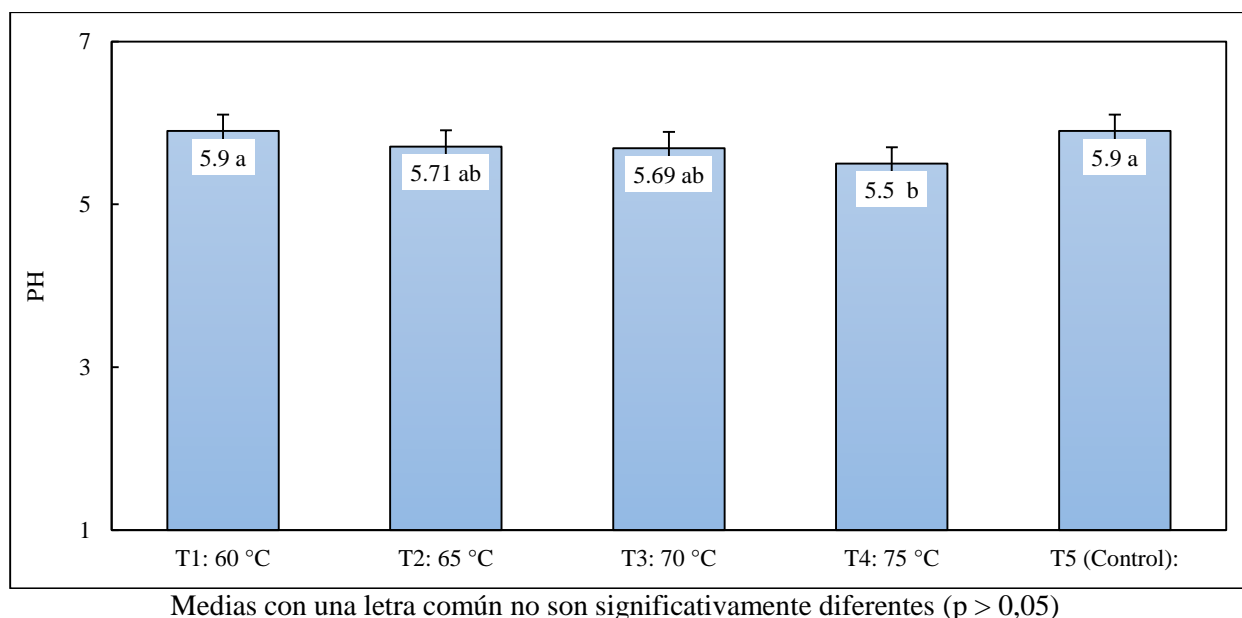
El predominio de valoraciones en la categoría muy suave indicó que la lámina de cera presentó una textura adecuada para su manipulación y uso en cuadros apícolas. Una cera con buena plasticidad favorece la fijación de la lámina y reduce el riesgo de fracturas durante el estiramiento de celdas, lo que incrementa la eficiencia en la construcción del panal por parte de las colonias de *Apis mellifera* (Laban et al., 2025).

### 3.3.2. El pH

El pH de la cera laminada mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados ( $p = 0,0023$ ). Los valores promedio de pH oscilaron entre 5,50 y 5,90, evidenciando variaciones asociadas a la temperatura de disolución de la cera y a la condición de referencia comercial.

El tratamiento T1 (60 °C) presentó uno de los valores promedio más altos de pH (5,9), mientras que el T4 (75 °C) registró el valor más bajo (5,5), lo que sugiere que el incremento de la temperatura influyó en la acidez del material ceroso. El tratamiento control (T5) mostró un valor de pH similar a T1 (5,9), ubicándose dentro del rango natural de la cera de abeja.

**Figura 10.** Evaluación de pH para el análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí



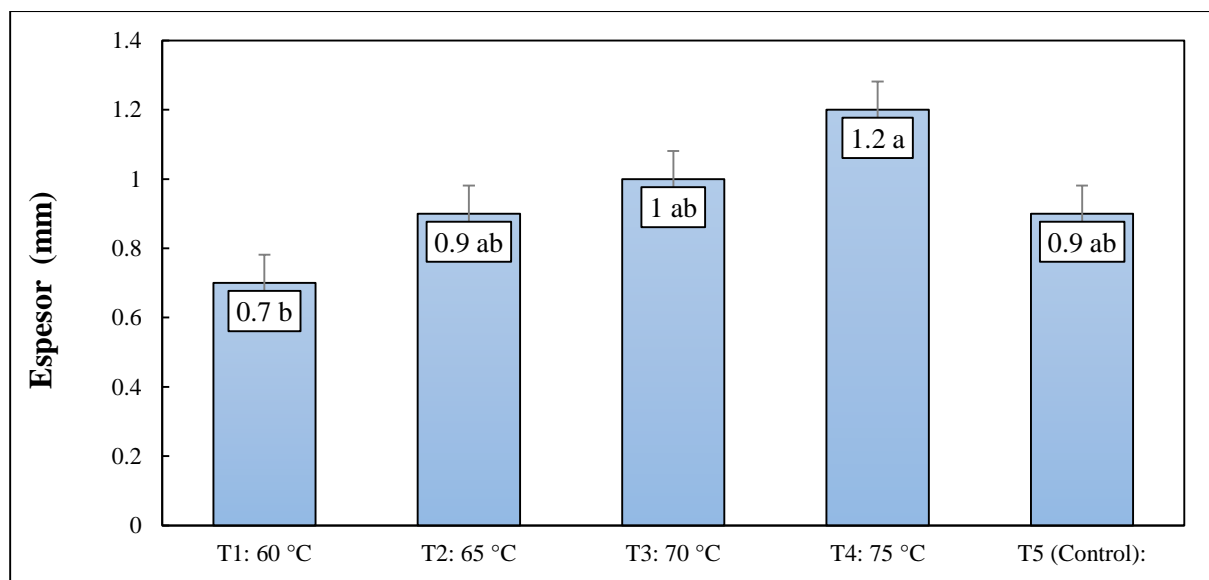
Las variaciones observadas en el pH de la cera laminada evidenciaron que el manejo térmico durante el proceso de disolución influyó en la acidez del material ceroso. Sin embargo, los valores registrados se mantuvieron dentro del rango ligeramente ácido característico de la cera natural de *Apis mellifera*, lo que indicó que las temperaturas aplicadas no provocaron alteraciones químicas severas ni procesos de degradación del material (Laban et al., 2025a).

### 3.3.3. Espesor

El análisis de varianza (ANOVA) aplicado al espesor de la lámina de cera evidenció diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos evaluados ( $p = 0,0001$ ).

El mayor espesor promedio se registró en el tratamiento T4 (75 °C), con un valor aproximado de 1,2 mm, mientras que el menor espesor correspondió al tratamiento T1 (60 °C), con 0,7 mm.

**Figura 11.** Evaluación del espesor para el análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí



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

El mayor espesor observado a 75 °C se asoció a una mayor fluidez de la cera durante el proceso de laminación, lo que favoreció la acumulación de material y la formación de láminas más gruesas. En contraste, a 60 °C la menor fluidez limitó la extensión de la cera, originando láminas más delgadas. Este comportamiento concuerda con lo reportado en la literatura, donde se señala que el manejo térmico de la cera influye directamente en sus propiedades físicas y en la conformación de láminas base empleadas en cuadros apícolas de *Apis mellifera* (Ledjanac et al., 2024).

### 3.3.4. Flexibilidad

La evaluación de la flexibilidad de las láminas de cera mostró un comportamiento directamente asociado al incremento de la temperatura de disolución. El tratamiento T4 (75 °C) presentó la mayor flexibilidad, evidenciando una alta capacidad de flexión sin fisuras, lo que facilitó la manipulación de la lámina durante su manejo.

En contraste, el tratamiento T1 (60 °C) registró la menor flexibilidad, observándose una mayor rigidez del material durante la prueba de flexión. Los tratamientos intermedios, T2 (65

°C) y T3 (70 °C), presentaron valores de flexibilidad media y alta, respectivamente, mostrando una mejora progresiva conforme aumentó la temperatura aplicada.

El tratamiento control (cera comercial) exhibió una flexibilidad media, comparable a los tratamientos intermedios. Estos resultados evidenciaron que el incremento de la temperatura favoreció la plasticidad de la cera, mejorando su comportamiento mecánico y su aptitud para el uso apícola en cuadros de *Apis mellifera*.

<b>Tratamiento</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Flexibilidad observada</b>
<b>T1</b>	60	Baja
<b>T2</b>	65	Media
<b>T3</b>	70	Alta
<b>T4</b>	75	Muy alta
<b>T5 (Control)</b>	—	Media

El aumento progresivo de la flexibilidad de las láminas de cera con el incremento de la temperatura de disolución evidenció que el manejo térmico influyó directamente en la plasticidad del material. A temperaturas más elevadas, la cera presentó un comportamiento mecánico más dúctil, lo que facilitó la flexión sin fisuras y mejoró su aptitud para el manejo en cuadros apícolas (Ledjanac et al., 2024).

## CAPÍTULO IV

### 12.1 CONCLUSIONES

En relación con las características organolépticas, la cera laminada presentó una alta aceptación sensorial por parte del panel evaluador. El olor fue calificado como muy agradable por el 66,7 % de los evaluadores y como agradable por el 25,0 %, sin registrarse percepciones negativas, lo que evidenció un adecuado proceso de fundido y laminación. El color mostró una valoración favorable, con un 83,2 % de respuestas concentradas en las categorías claro y muy claro (puntuaciones 4 y 5), consideradas óptimas para el uso apícola. Asimismo, la apariencia general alcanzó una aceptación total, con el 66,7 % de valoraciones en la categoría muy homogénea y el 33,3 % en homogénea, confirmando una adecuada uniformidad superficial de las láminas.

En cuanto a las propiedades físicas, el manejo térmico influyó de manera determinante en el comportamiento de la cera de *Apis mellifera*. El tratamiento T4 (75 °C) concentró simultáneamente el mayor espesor promedio (1,2 mm), la mayor flexibilidad y el pH más bajo (5,5), manteniéndose dentro del rango ligeramente ácido característico de la cera natural. Estos resultados evidenciaron que el incremento de la temperatura de disolución favoreció la plasticidad y la conformación física de las láminas, sin comprometer su estabilidad química, identificando a 75 °C como la condición térmica más favorable para la obtención de láminas con mejores propiedades físicas para el uso apícola.

## **12.2 RECOMENDACIONES**

- Utilizar 75 °C como temperatura de disolución para obtener láminas de cera con mayor espesor y flexibilidad.
- Mantener un control térmico adecuado durante el fundido para conservar el pH natural de la cera.
- Aplicar pruebas sensoriales y físicas básicas como control de calidad previo al uso de las láminas en el apiario.

### 13 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abdel-Baset, M., MM Helaly, W., & Gouda, H. I. A.-A. (2025a). Several factors affect the drawing out of wax foundations in honey bee hives. *Journal of Apicultural Research*, 1-9.
- Abdel-Baset, M., MM Helaly, W., & Gouda, H. I. A.-A. (2025b). Several factors affect the drawing out of wax foundations in honey bee hives. *Journal of Apicultural Research*, 1-9.
- Albo, G. N., & Pérez, R. C. (2025). Biología de la abeja melífera. *Libros de Cátedra*.
- Álvarez, C., & Sierra, V. (1995). Metodología de la investigación científica. *Santiago de Cuba: Universidad de Oriente*.
- 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.
- Argel, M. F., & Reyes, D. M. (2022). *Estudio Comparativo del Proceso Productivo de Miel de Abeja de la Empresa Cclyc S.A.S Según lo Establecido por el Manual técnico de Apicultura (APIS Mellifera) de Agrosavia* [Tesis de grado, Universidad Pontificia Bolivariana]. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/10956>
- Baena-Díaz, F., Chévez, E., Ruiz de la Merced, F., & Porter-Bolland, L. (2022). Apis mellifera en México: Producción de miel, flora melífera y aspectos de polinización. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(2), 525-548.
- 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.
- Cabrera. (2018). *La Apicultura en el Ecuador: Antecedentes Históricos*. Por: José Cabrera. *Laboratorios La Melífera, Quito Ecuador*,. <https://1library.co/document/q23211jz-apicultura-ecuador-antecedentes-hist%C3%B3ricos-cabrera-laboratorios-mel%C3%ADfera-ecuador.html>
- Calle, E. A. (2025). *Diseño de una máquina semiautomatizada para extracción de miel para apicultores del cantón Pujilí provincia de Cotopaxi* [bachelorThesis, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29637>
- Castillo, L. Y., Lopez, M. J. Y., & Loor, R. B. S. (2025). Diseño y construcción de un prototipo de una máquina de laminadora de cera de abeja. *InGenio Journal*, 8(1), 21-31. <https://doi.org/10.18779/ingenio.v8i1.866>
- Cornejo, G. B., & Sandoval, L. A. (2024). *Implementación de un equipo electrónico de*

- supervisión y control para la extracción de miel por medio del centrifugado*. [Tesis de grado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- de Isolbi, G. C. E., & Contreras, Z. E. E. (2025). Diálogos interespecie: Cocrear con las abejas. *ANIAV-Revista de Investigación en Artes Visuales*, (17), 13-31.
- EISMAN, L. Buend. (1997). La investigación observacional. *Métodos de investigación en psicopedagogía*, 157.
- Galindo-Cardona, A., QUIROGA, O. B., Bianchi, E., & Ayup, M. M. (2017). Primer reporte de un área de congregación de zánganos de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) de Argentina. *Revista de la sociedad entomológica Argentina*, 76(1-2), 0-0.
- 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.
- 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](https://www.google.com.ec/maps/@-0.2621007,-79.443577,2416m/data=!3m1!1e3?entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MDUyNi4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D)
- Hoyos, A. (2019). *Diseñar e implementar proceso administrativo o productivo dentro de la gestión agropecuaria para la empresa APIMACIZO (Asociación de Apicultores del Macizo Colombiano)*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/31580>
- 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.
- Jiménez, M. G. H. (2023). Ordenanza que protege a las abejas como agentes polinizadores y fortalecimiento de las actividades apícolas en el cantón Tulcán, Provincia del Carchi, Ecuador. *AIS: Ars Iuris Salmanticensis*, 11(1), 37-41.
- Laban, L. Y. C., Lopez, M. J. Y., & Loor, R. B. S. (2025a). Diseño y construcción de un prototipo de una máquina de laminadora de cera de abeja. *Revista InGenio*, 8(1), 21-31.
- Laban, L. Y. C., Lopez, M. J. Y., & Loor, R. B. S. (2025b). Diseño y construcción de un prototipo de una máquina de laminadora de cera de abeja. *InGenio Journal*, 8(1), 21-31. <https://doi.org/10.18779/ingenio.v8i1.866>
- 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>
- Ledjanac, S., Hoxha, F., Jasnić, N., Tasić, A., Jovanović, M., Blagojević, S., Plavša, N., & Tosti, T. (2024). The Influence of the Chemical Composition of Beeswax Foundation Sheets on Their Acceptability by the Bee's Colony. *Molecules*, 29(23), 5489.
- León Montenegro, H. X. (2021). *Proyecto para la implementación de un centro de acopio de miel de abeja en la ciudad de Macas, provincia de Morona Santiago*. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://dspace.esoch.edu.ec/items/74e222ac-eff5-4248-97c1-23eceb101835>
- Leonardo Blanco-Estupiñán, D., & Lorena Cardenas, Á. (2023). Influencia de la presión y temperatura en etapas de desencerado de piezas microfundidas. *Revista Tecno Lógicas*, 26(56).
- 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.
- Montenegro-Pazmiño, E. C., Delgado, B., & León, J. (2020). Educación ambiental en el proyecto de reintroducción del Guacamayo Verde Mayor (*Ara ambiguus*) en Ecuador. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (28), 144-162. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.28.2020.4321>
- Moposita, D. M., Rodríguez, L. M. C., & Cruz, A. A. (2020). Africanización de la abeja melífera (*Apis mellifera* L.). Revisión de Literatura. *Agrisost*, 26(2), 1-13.
- Namakforoosh, M. N. (2000). *Metodología de la investigación*. Editorial Limusa.
- Olaya, A. M., Pino, L. E. B., Gómez, L. D. M., Rodríguez, J. A. B., Chaves, D. M. S., Barinas, L. C. R., & Rubiano, M. M. Q. (2025). Las abejas; tremendo caos! Riesgo biológico-Picaduras. *Catálogo Editorial*, 19-27.
- Parra, G. N., MONTROYA, P., Chamorro, F. J., Ramírez, N., Giraldo, C., & Obregón, D. (2013). Origen geográfico y botánico de mieles de *Apis mellifera* (Apidae) en cuatro departamentos de Colombia. *Acta biológica colombiana*, 18(3), 427-438.
- Quilambaqui, M., Sanchez García, J., Castro Valladares, L., Merino Gaibor, N., & Zabala Ortíz, G. (2017). Diagnóstico de la producción agroindustrial de la miel de abeja en cuatro localidades rurales del Ecuador. *Proceedings of the 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Global Partnership for Development and Engineering Education"*. The 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Global Partnership for Development and Engineering Education". <https://doi.org/10.18687/LACCEI2017.1.1.370>

- Salazar, L. A., Medina, F., Donoso, F., Barrientos, L., & Sanhueza, A. (2009). Acción antimicrobiana in vitro de la miel de abejas sobre los microorganismos cariogénicos estreptococos del grupo mutans. *International Journal of Morphology*, 27(1), 77-82.
- Salazar-Solano, V., Torres-García, G., Velázquez-Contreras, L., Salazar-Solano, V., Torres-García, G., & Velázquez-Contreras, L. (2024). Propuesta de innovación en la estructura orgánica tradicional para el desarrollo sustentable de la apicultura en Nayarit. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 34(64). <https://doi.org/10.24836/es.v34i64.1457>
- Sánchez, O. M., & Cascales, B. P. (2022). Moldeado y vaciado del natural en cera para el prototipo de fundición. *TECHNO REVIEW. International Technology, Science and Society Review/Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, 11(4), 1-19.
- Seeley, T., & Morse, R. (1976). The nest of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Insectes Sociaux*, 23(4), 495-512.
- Silva, J. A. P. (2003). *Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (Apis mellifera) con avellana chilena (Gevuina avellana Mol) para consumo humano* [Tesis de grado, UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/fap222d/pdf/fap222d.pdf>
- Suárez, K. P., & Gamboa, I. E. (2018). *Implementación de colmenas semiautomáticas (Flow hive frames) como medio para la producción y cosecha de miel* [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/68d75754-8ea1-4c3f-8641-027c6e2977d5/content>
- Suescún, L., & Vit, P. (2008). *Control de calidad de la miel de abejas producida como propuesta para un proyecto de servicio comunitario obligatorio*.
- Tamayo, 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, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ac306426-9286-4838-ade7-f21d3ccd08d6/content>
- Vaca-Cárdenas, M. L., Oleas-López, J. M., Peralta-Congia, M. V., & Hidalgo-Almeida, L. E. (2022). Evaluación Físico-Mecánicas del Acabado Catiónico con Diferentes Niveles de Cera de Cuero Pulible de Cabra. *Polo Del Conocimiento*, 7(2), 1568-1584.
- Vargas-Valero, A., Vivas-Rodríguez, J. A., Dzul-Uuh, D., Espinoza-Hernández, J. C., & Gaspar-Ramírez, O. (2025). Residuos de plaguicidas en miel y cera de abejas *Apis*

- mellifera de municipios de la Península de Yucatán. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 16(3), 714-729.
- Vásconez-Armijos, J. R. (2024). *Prevalencia de Nosemosis en los diferentes Ecotipos de abejas (Apis mellifera) presentes en las tres regiones del Ecuador* [Tesis de grado, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica e Cotopaxi (UTC)]. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/12767>
- 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.
- Vit, P. (2005). Productos de la colmena secretados por las abejas: Cera de abejas, jalea real y veneno de abejas. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 36(1), 35-42.
- Zelada Salazar, D. E., & Castro Alayo, E. M. (2025). *Chocolates oscuros resistentes al calor con adición de microencapsulados de propóleo y cera de abeja*.
- Zugasti, M. P., & Fernández-Galiano, M. T. (2007). Las abejas: Un proyecto didáctico para educación primaria. *Revista de Educación En Biología*, 10(2), 36-41.
- Zúñiga, P. I. V., Cedeño, R. J. C., & Palacios, I. A. M. (2023). Metodología de la investigación científica: Guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i4.7658](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658)

## 14 ANEXOS

**Anexo 1.** Cuadro de análisis de la varianza de la variable pH para el Análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	0,19	2	0,1	2,93	0,0293	
Tratamientos	0,19	2	0,1	2,93	0,0023	*
Error	0,2	6	0,03			
Total	0,39	8				
CV (%)					8,9	

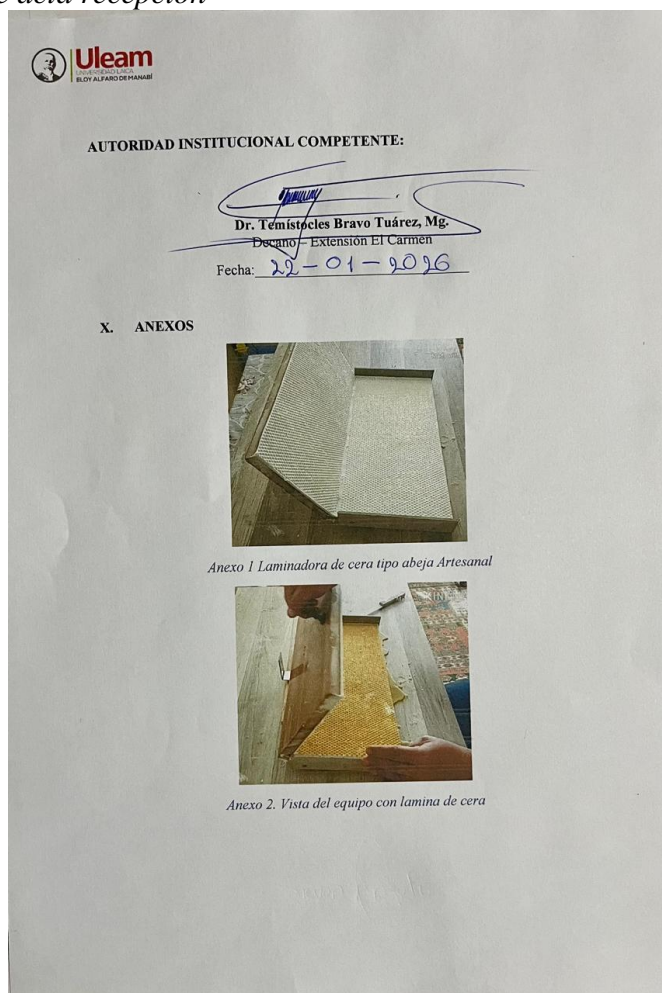
CV: 4.75

**Anexo 2.** Cuadro de análisis de la varianza de la variable Espesor para el Análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	84,63	2	42,31	6,39	0,0326	
Tratamientos	84,63	2	42,31	6,39	0,0326	*
Error	39,71	6	6,62			
Total	124,34	8				
CV (%)					8,9	

CV: 3.39

**Anexo 3.** Entrega de acta recepción



**Anexo 4. Encuesta sensorial para el para el Análisis de la cera de abeja mediante la aplicación de una laminadora en El Carmen, provincia de Manabí**

**Anexo 5. Laminadora de cera tipo libro artesanal**

Extensión El Carmen – Granja Experimental

**ENCUESTA SENSORIAL DE CERA DE ABEJA DE**  
*Apis mellifera*

Datos del Evaluador  
Nombre: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_  
Muestra evaluada: [Procesada] \_\_\_\_\_

Preguntas de Evaluación Sensorial (Subjetiva)

**EVALUACIÓN SENSORIAL (Escala de 5 puntos)**

**1. Textura (al tacto)**

<input type="checkbox"/> 1 Muy áspera	<input type="checkbox"/> 1 Muy áspera
<input type="checkbox"/> 2 Áspera	<input type="checkbox"/> 2 Moderadamente suave
<input type="checkbox"/> 3 Moderadamente suave	<input type="checkbox"/> 4 Suave
<input type="checkbox"/> 4 Suave	<input type="checkbox"/> 5 Muy suave

**2. Olor**

<input type="checkbox"/> 1 Muy desagradable	<input type="checkbox"/> 1 Muy desagradable
<input type="checkbox"/> 2 Desagradable	<input type="checkbox"/> 2 Desagradable
<input type="checkbox"/> 3 Neutro	<input type="checkbox"/> 4 Agradable
<input type="checkbox"/> 4 Agradable	<input type="checkbox"/> 5 Muy agradable

**3. Color**

<input type="checkbox"/> 1 Muy oscuro	<input type="checkbox"/> 1 Muy oscuro
<input type="checkbox"/> 2 Oscuro	<input type="checkbox"/> 2 Oscuro
<input type="checkbox"/> 3 Intermedio	<input type="checkbox"/> 3 Intermedio
<input type="checkbox"/> 4 Claro	<input type="checkbox"/> 4 Claro

**4. Apariencia general**

<input type="checkbox"/> 1 Muy irregular	<input type="checkbox"/> 1 Muy irregular
<input type="checkbox"/> 2 Irregular	<input type="checkbox"/> 2 Irregular
<input type="checkbox"/> 3 Medianamente homogénea	<input type="checkbox"/> 4 Homogénea
<input type="checkbox"/> 5 Muy homogénea	<input type="checkbox"/> 5 Muy homogénea



*Proceso de laminación de cera de abeja mediante laminadora artesanal, utilizada para el análisis de las variables flexibilidad, espesor, y pH, en el cantón El Carmen, provincia de Manabí*

**Anexo 6.** *Recolección de cera en la Granja experimental de la Uleam de El Carmen*



*Proceso de recolección de panales de cera de abeja en la granja Experimental de la Uleam- El Carmen, como etapa inicial para la obtención del material prima empleado en el análisis experimental*

**Anexo 7.** *Selección de la cera de abeja Apis mellifera*



*Etapa de proceso de selección, filtrado y control de temperatura de la cera de abeja, aplicadas en diferentes tratamientos experimentales previos a la laminación*

**Anexo 8.** *Incorporación de lámina elaborada en marco para panales*



*Proceso de incorporación de láminas de cera elaboradas en los marcos para panales, como etapa previa a su colocación en las colmenas.*

**Anexo 9. Manejo y revisión de aceptación de láminas de cera en colmena**



*Proceso de manejo apícola y revisión de la aceptación de las láminas de cera incorporando en la colmena, como parte de la evaluación posterior a su instalación*

**Anexo 10. Toma de datos de parámetros como textura, apariencias generales,**



*Evaluando las láminas de cera una vez enmarcada por la laminadora para la aceptación según la colmena establecidas*



Toma y registro para evaluar las propiedades físicas y química de la cera de abeja (*Apis mellifera*), como flexibilidad, pH, espesor y entre otros datos esenciales según la investigación.



Registro de datos evaluados, los tratamientos y repeticiones según corresponden la investigación evidenciando datos promoviendo una producción sostenible y responsables

### Anexo 11. Encuesta sensorial de la lámina de cera de *Apis mellifera*



Evaluación de las características organolépticas y comparación de lámina cera de abeja de *A. mellifera* por parte de los apicultores y técnicos de la zona

### Anexo 12. Prototipo de Laminadora de cera tipo libro artesanal





# Tesis Steven Angulo

5%  
Textos sospechosos

- 6% Similitudes
  - < 1% similitudes entre comillas (ignorado)
  - < 1% entre las fuentes mencionadas (ignorado)
- 6% Idiomas no reconocidos (ignorado)
- 23% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Tesis Steven Angulo.docx  
ID del documento: 24e3428bd1e38cdf9c2056a39b2da24319423cad  
Tamaño del documento original: 33,02 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: 13.256  
Número de caracteres: 90.582

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes de similitudes

### Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>TESIS_FINAL_(EDISON ALAVA).docx</b>   TESIS_FINAL_(EDISON ALAVA) #b6781c Viene de de mi grupo 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (62 palabras)
2	<b>doi.org</b>   Diseño y construcción de un prototipo de una máquina de laminadora d... https://doi.org/10.18779/ingenio.v8i1.866 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (74 palabras)
3	<b>repositorio.uleam.edu.ec</b> https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/5181/1/ULEAM-AGRO-0278.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (53 palabras)
4	<b>ciencialatina.org</b> https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/5241 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (54 palabras)
5	<b>Documento de otro usuario</b> #507fe2 Viene de de otro grupo 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (55 palabras)

### Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>www.scielo.sa.cr</b>   Eficacia del aceite esencial de ruda (Ruta graveolens) y el ácid... http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212025000100045	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
2	<b>repositorio.uleam.edu.ec</b> https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4606/1/ULEAM-AGRO-0130.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
3	<b>dspace.esPOCH.edu.ec</b> http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8791/1/17T1554.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
4	<b>repositorio.uteq.edu.ec</b> https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5951/1/T-U-TEQ-0025.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
5	<b>hdl.handle.net</b>   Factores determinantes de la nosemosis en "Apis mellifera iberi... https://hdl.handle.net/20.500.14352/11148	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)

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

* N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>Tesis Shirley Hidalgo.docx</b>   Tesis Shirley Hidalgo #aa9b1c Viene de de mi biblioteca	7%		Palabras idénticas: 7% (974 palabras)
2	<b>Tesis Bryan Baque.docx</b>   Tesis Bryan Baque #30a81d Viene de de mi biblioteca	3%		Palabras idénticas: 3% (430 palabras)
3	<b>repositorio.uleam.edu.ec</b> https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/7203/1/ULEAM-AGRO-0350.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (104 palabras)
4	<b>dspace.utb.edu.ec</b>   Análisis del Proceso de Producción de Bebida Alcohólica Fer... http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16342	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (82 palabras)
5	<b>Tesis. Nathaly Mercedes Merchan.docx</b>   Tesis. Nathaly Mercedes Merc... #2be18a Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (78 palabras)
6	<b>Documento de otro usuario</b> #7ada2e Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (60 palabras)