

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**COMPARACIÓN DE TRES SUSTRATOS DURANTE EL
TRASLARVE DE ABEJA *Apis mellifera* UTILIZANDO EL
MÉTODO DOOLITTE Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN
DE JALEA REAL**

ANA PAULINA JULIAN RAMOS

Licenciada en Zootecnia

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**COMPARACIÓN DE TRES SUSTRATOS DURANTE EL
TRASLARVE DE ABEJA *Apis mellifera* UTILIZANDO EL MÉTODO
DOOLITTE Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE JALEA REAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

ANA PAULINA JULIAN RAMOS

Al conferírsele el título profesional de

Zootecnista

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II	Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta
VOCAL III	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV	Br. Yasmín Adalí Sian Gamboa
VOCAL V	Br. Maria Fernanda Amézquita Estévez

ASESORES

LIC. ZOOT. EDGAR AMILCAR GARCÍA PIMENTEL

M.A. CARLOS ENRIQUE CORZANTES CRUZ

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

COMPARACIÓN DE TRES SUSTRATOS DURANTE EL TRASLARVE DE ABEJA *Apis mellifera* UTILIZANDO EL MÉTODO DOOLITTE Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE JALEA REAL

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

LICENCIADA EN ZOOTECNIA

ACTO QUE DEDICO

A MI ABUELA PAULINA:

Siempre te llevo en mi corazón, te recuerdo como la persona más dulce y amorosa que he conocido.

A MIS MADRECITAS:

Por todo su amor incondicional.

A MI FAMILIA:

Por ser un pilar importante en mi vida.

A MIS CATEDRÁTICOS:

Que contribuyeron a mi formación a lo largo de estos años de estudio.

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA:

Por todas las enseñanzas y por proveerme las herramientas necesarias para mi formación profesional.

A MIS ASESORES:

Lic. Zoot. Edgar Pimentel y M.A. Enrique Corzantes por todo el apoyo brindado durante el desarrollo de mi trabajo de tesis.

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS:** Quien me dio la vida y por su infinita bondad.
- A MIS ABUELOS:** Por su amor infinito, un abrazo hasta el cielo.
- A MI MADRE:** Por el amor incondicional que siempre me has dado, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos, por ser la mujer que me dio la vida y me enseñó a disfrutarla. Gracias por creer y confiar en mí.
- GERALDINE GRAJEDA:** Por inculcarme el amor hacia mi alma mater, por su amor, comprensión y sacrificio, pero sobre todo por enseñarme a soñar y a creer en mí.
- A MIS HERMANOS:** Por los consejos, los buenos momentos y por ser ejemplos de vida.
- A MIS TIAS Y TIOS:** Por todo el apoyo y cariño demostrado a lo largo de mi vida.
- A:** Universidad de San Carlos de Guatemala por ser convertirse en mi segundo hogar y enseñarme que todo esfuerzo tiene su recompensa.

A MIS ASESORES:

Lic. Edgar Pimentel y M.A. Enrique Corzantes, por toda la paciencia y dedicación para que esta meta fuera una realidad.

A MIS CATEDRÁTICOS:

Por compartir todas sus enseñanzas y conocimientos, especialmente a Licda. Margarita Pérez, M.Sc. Antonio Hernández, M.Sc. Axel Godoy y Lic. Vinicio de la Rosa.

JAVIER GARCÍA:

Porque fue la persona que me abrió las puertas de su apiario para que pudiera realizar la fase experimental de esta investigación, pero sobre todo por el conocimiento compartido, la paciencia y los buenos recuerdos.

A MIS AMIGOS:

Por su sincera amistad, por escucharme, alegrarme y compartir conmigo.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. HIPÓTESIS.....	2
III. OBJETIVOS.....	3
3.1 Objetivo general.....	3
3.2 Objetivos específicos.....	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
4.1 Generalidades de la jalea real.....	4
4.2 Origen de la jalea real.....	5
4.3 Características físicas y químicas de la jalea real.....	6
4.4 Métodos para la producción de jalea real.....	7
4.5 Método Doolitte para traslarve.....	7
4.5.1 Preparación del apiario.....	8
4.5.2 Selección e identificación de colmenas.....	8
4.5.3 Materiales para utilizar el traslarve.....	9
4.5.4 Traslarve.....	10
4.5.5 Montaje de marcos criadores.....	11
4.5.6 Cosecha de jalea real.....	11
4.5.7 Alimentación para la colmena criadora.....	11
4.5.7.1 Alimentación líquida o jarabe de azúcar.....	12
4.5.7.2 Alimentación en pasta o torta.....	12
4.5.8 Producción de jalea real.....	12
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
5.1 Materiales.....	14
5.1.1 Recursos humanos.....	14
5.1.2 Recursos materiales.....	14
5.1.3 Equipo apícola.....	15
5.1.4 Equipo de escritorio.....	15

5.2	Metodología.....	15
5.2.1	Localización.....	15
5.2.2	Identificación y selección de colmenas progenitoras y criadoras.....	16
5.2.2.1	Colmenas progenitoras.....	16
5.2.2.2	Colmenas criadoras.....	16
5.2.3	Preparación de materiales.....	16
5.2.3.1	Preparación de los marcos criadores.....	17
5.2.3.2	Preparación de copa celdas.....	17
5.2.4	Preparación de alimentos.....	17
5.2.4.1	Torta proteica.....	18
5.2.4.2	Jarabe de azúcar.....	19
5.2.5	Preparación de sustratos.....	19
5.2.5.1	Jalea real.....	19
5.2.5.2	Gelatina sin sabor.....	20
5.2.5.3	Bebida carbonatada sabor cola.....	20
5.2.6	Preparación del área para realizar el traslarve.....	20
5.2.7	Método Doolitte.....	21
5.2.7.1	Metodología para el traslarve.....	21
5.2.8	Montaje de los marcos criadores.....	21
5.2.9	Suministro del alimento.....	22
5.2.10	Cosecha de jalea real.....	22
5.3	Diseño experimental.....	22
5.4	Análisis de costo.....	24
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
6.1	Resultados de las variables medidas.....	25
6.2	Análisis económico.....	27
VII.	CONCLUSIONES.....	28
VIII.	RECOMENDACIONES.....	29
IX.	RESUMEN.....	30

SUMMARY.....	31
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	
Primer análisis químico de jalea real.....	4
Cuadro 2	
Composición química de la jalea real.....	6
Cuadro 3	
Ingredientes utilizados para la elaboración de 454 gr de torta proteica.....	18
Cuadro 4	
Descripción de los tratamientos evaluados durante el traslarve.....	23
Cuadro 5	
Resultados del análisis de la prueba de medias, Kruskal Wallis, para la variable porcentaje de viabilidad.....	25
Cuadro 6	
Resultados del análisis de la prueba de medias, Tukey, para la variable producción de jalea real.....	26
Cuadro 7	
Análisis costo-beneficio de los tratamientos evaluados durante el traslarve.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	
Marco criador con copa.....	17
Figura 2	
Etapas en la elaboración de 454 gramos de torta proteica.....	19

I. INTRODUCCIÓN

La jalea real es un producto natural que se obtiene de la transformación de néctar, agua y proteína en las glándulas hipofaríngeas de las abejas nodrizas. El producto final es una sustancia blanquecina, la cual como lo menciona Rodríguez (2007) es ofrecida a la reina como alimento durante toda su vida ya que, es la única con capacidad de postura de huevos fecundados y sin fecundar; cualidad que es concedida debido al alto contenido proteico y la presencia de sustancias minerales, vitaminas y oligoelementos en la jalea real.

Por su composición química se considera a la jalea real un producto con beneficios nutricionales muy importantes, sin embargo, la colecta del mismo puede significar un proceso largo y económicamente poco viable. El método más utilizado para la producción de jalea real se conoce como Doolitte, el cual consiste en la transferencia de larvas a copa celdas artificiales, en las cuales exista un sustrato capaz de sostener a las larvas y que contenga la humedad necesaria para evitar la deshidratación de la larva.

El sustrato tradicional utilizado para el cebaje de copa celdas es la jalea real, sin embargo, el apicultor tendrá un tiempo de trabajo de al menos 8 días, enfrentando como problema la ligereza con el cual dicho sustrato se seca, provocando una alta mortalidad en las larvas que ya han sido traslarvadas.

Por lo anterior se busca comprobar de forma científica el efecto que puedan tener diferentes sustratos sobre la viabilidad de las larvas y la producción final de jalea real. Los sustratos alternativos a utilizar son de bajo costo, fácil acceso en el mercado y con las propiedades húmedo-acuosas favorables.

II. HIPÓTESIS

Los sustratos utilizados durante el traslarve de abeja *Apis mellifera* no afectan la viabilidad de las larvas.

Los sustratos utilizados durante el traslarve de abeja *Apis mellifera* no afectan la producción de jalea real.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Generar información sobre nuevos sustratos para mayor viabilidad y producción de jalea real en el traslarve de abeja *Apis mellifera*.

3.2 Objetivos Específicos

- Comparar el efecto de tres sustratos (jalea real, gelatina sin sabor y bebida carbonatada) sobre el porcentaje de viabilidad de larvas.
- Cuantificar la producción total de jalea real utilizando el método Doolitte con tres sustratos (jalea real, gelatina sin sabor y bebida carbonatada) durante el traslarve.
- Determinar la relación beneficio costo de cada tratamiento mediante un análisis.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Generalidades de la jalea real

A mitad del siglo XVII se reportó por primera vez la existencia de jalea real, en 1921 el doctor Alemán J. Langer descubre que la jalea real es una secreción que proviene de las glándulas hipofaríngeas de abejas jóvenes. En 1939 se realizó un análisis químico a la jalea real tomada de celdas que tenían larvas de 3 a 4 días, el resultado se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 1 Primer análisis químico de jalea real

Elemento	Porcentaje
Humedad	66,05
Extracto seco	33,95
Proteínas	12,34
Grasa	5,46
Azúcares reductores	12,49
Cenizas	0,82
Materias indeterminadas	2,84

Fuente: Root, 1959

El nombre de jalea real fue dado por el suizo Francois Huber, en el siglo XVIII (Rodríguez, 2007). A inicios de los años cincuenta la prensa apícola francesa mostró interés por publicar los beneficios del consumo de jalea real para el ser humano, debido a la importancia de este producto dentro de la colmena. Con ello inició la curiosidad científica por demostrar dichas teorías y conocer a ciencia

cierta los beneficios de la jalea real, sin embargo, no se encontraron los fundamentos necesarios (Krell, 1996).

Años después de su primera comercialización, la jalea real se dio a conocer rápidamente lo cual incremento su demanda y obligó a los apicultores a perfeccionar técnicas para producciones intensivas, al mismo tiempo que fueron creciendo las investigaciones sobre el control de calidad del producto y la identificación de sus propiedades biológicas y químicas.

4.2 Origen de la jalea real

La jalea real es un producto endógeno segregado por las glándulas hipofaríngeas, las cuales se presentan en forma de rosarios situados simétricamente a la derecha e izquierda de la cabeza de la abeja obrera y por las glándulas mandibulares de las abejas nodrizas. Estas glándulas están ausentes en los zánganos, poco desarrolladas en las reinas y muy desarrolladas en las nodrizas y obreras (Barrera, 2004).

La alimentación que reciben las larvas es fundamental, durante los primeros tres días todas las larvas son alimentadas con jalea real. Al cabo del tercer día, los machos y las destinadas a ser obreras pasan a ser alimentadas con polen y miel (López, 2012).

Las larvas destinadas a ser reinas son alimentadas siempre con jalea real durante 15 días por lo que utilizan más de 140 mg de polen, siendo esta la razón por la cual su desarrollo ocurre con mayor rapidez, lo que influye directamente en el correcto desarrollo sexual de la reina (Rodríguez, 2007).

La jalea real es suministrada a las larvas directamente por el probóscide de la abeja nodriza. Durante los primeros cuatro días de vida de la larva, la nodriza no

coloca el alimento dentro de anillo que forma la larva sino en la orilla de la celda, esto con el fin de que la larva este rodeada por alimento, al principio solo para cubrir el fondo, pero luego para cubrir por completo la celda real (Root, 1959).

La alimentación de la larva ocurre cada dos minutos por una nodriza, si ocurre un tiempo mayor, por efecto del calor propio de la colmena la jalea real se secará con lo que ocurriría la muerte de la larva (Jean-Prost, 2007).

4.3 Características físicas y químicas de la jalea real

La jalea real es un producto cremoso de color blanquecino, de sabor ácido y ligeramente picante, su pH oscila en 3,5 – 4,5. Al momento de cosecharlo debe tenerse en cuenta que es un producto que se descompone fácilmente si se expone a la luz y el calor. Contrario a lo que se piensa la jalea real no presenta un sabor dulce (Rodríguez, 2007).

La composición química de la jalea real incluye una amplia variedad de elementos nutritivos como proteínas, lípidos, sales minerales, vitaminas, agua, entre otros. A continuación, se detalla un examen bioquímico.

Cuadro 2 Composición química de la jalea real

Elemento	Porcentaje (%)
Agua (humedad)	60 – 70
Proteínas	11 – 15
Azúcares	10 – 15
Lípidos	5 – 7
Cenizas	0,8 – 1
pH	3,6

Fuente: Rodríguez, 2007

Los valores del producto pueden variar ya que es una secreción animal y depende de los factores externos e internos que pueden influir, entre ellos se puede mencionar la zona de procedencia de la colmena, período de recolección, naturaleza o edad de las larvas.

4.4 Métodos para la producción de jalea real

Para la producción de jalea real los apicultores deben simular las condiciones naturales por las cuales las abejas iniciarían la crianza de reinas, es decir una condición de orfanización. Los métodos a implementar serán útiles siempre que las mismas abejas cuiden y alimenten a las crías, no obstante, el apicultor debe decidir si desea una producción limitada o abundante.

Para una producción menor a 50 gramos por colmena, se puede utilizar un método de orfanización sin introducción de celdas artificiales en el cual las abejas realizarán la selección de las larvas y la elaboración completa de las celdas reales. Para producciones más intensivas puede utilizarse el método de orfanización con introducción de celdas artificiales en el cual se obtendrá una producción mayor a 100 gramos por colmena.

Para el segundo método existen muchas variantes sin embargo existen principios fundamentales para obtener los resultados esperados, entre ellos la correcta selección de cría, supervisión, alimentación y manejo de la colmena (Rodríguez, 2007).

4.5 Método Doolitte para traslarve

Este método se utiliza para la comercialización de reinas y consiste en el traslarve de larvas de menos de un día de nacidas a celdas artificiales también llamadas copa celdas, en las cuales las abejas nodrizas se encargarán de crear

celdas reales al mismo tiempo que alimentan a la larva con jalea real (Barrera, 2004).

El tiempo de trabajo con el método Doolitte varía entre 4 a 6 días, dependiendo del manejo de cada apicultor, así como el dominio del método. La cosecha ocurre al cuarto día de haber realizado el traslarve, no obstante, algunos realizan dos cosechas siendo la segunda a los dos días de haber realizado la primera cosecha.

4.5.1 Preparación del apiario

Los pasos para preparar el apiario antes de iniciar con el método Doolitte son:

4.5.2. Selección e identificación de colmenas

La selección permite que el apicultor posea un control sobre las colmenas que debe trabajar, seleccionando únicamente aquellas que cumplan con la presencia de una abeja reina, ausencia de enfermedades, entre otras según sea el trabajo que en ellas se realizará.

- Colmena progenitora son las colmenas seleccionadas de las cuales se obtendrán las larvas de menos de 24 horas de nacidas. Su selección consiste en observar que la reina tenga postura del día y que sea ordenada.
- Colmenas criadoras se llama así a las colmenas en las que serán colocados los marcos criadores con los respectivos traslarves. Las colmenas seleccionadas deben ser fuertes, con al menos 3 kg de abejas (Ruíz, 2016).

4.5.3 Materiales para realizar el traslarve

Copa celdas artificiales, son pequeñas copas de cera o plástico las cuales se utilizarán para realizar traslarve. Algunos apicultores prefieren realizarlas de cera ya que creen tener mejores resultados, sin embargo, no existen estudios que demuestren la veracidad de esa teoría. El uso de copa celdas plásticas requiere de un manejo más cuidadoso, ya que previo a su utilización estas deben ser esterilizadas (Barrera, 2004).

- Marco criador con copa celdas Son cuadros de tamaño estándar para colmenas tipo Langstroth, adaptados para sujetar las barras porta copa celdas. Los marcos criadores pueden sujetar de tres a cuatro barras las cuales irán colocadas de manera horizontal, y deberán tener de 15 a 20 agujeros para colocar en ellos las copas celdas.
- Aguja de traslarve Existen diversos diseños, sin embargo, la descripción base es un instrumento de 15 cm de largo con una punta aplanada que no supere los dos mm de ancho, su función será la sujeción de larvas del marco criador hacia una copa celda. Es importante saber el tiempo límite para realizar el traslarve, ya que este no debe superar los 5 minutos por marco criador, contrario a esto la jalea real, que es el cebador comúnmente usado, se secará e inevitablemente se producirá la deshidratación de la larva afectando directamente sobre el porcentaje total de mortalidad de las larvas.
- Los materiales con los que está elaborada la aguja de traslarve pueden ser aluminio, madera, bronce, entre otros, no obstante, debe evitarse el uso de materiales que contengan plomo (Gonzales, 2015).

- Sustratos para cebar copa celdas Debe ser una solución líquida para cebar cada una de las copas celdas antes de realizar el traslarve, la cual debe tener la humedad y viscosidad adecuada para brindarle a la larva un ambiente húmedo que evite su deshidratación y para su sujeción mientras las abejas nodrizas inician la labor de alimentación (Barrera, 2004).

4.5.4 Traslarve

González, (2015) refiere que se denomina así a la transferencia de una larva de no más de 1 día de vida a copa celdas previamente cebadas con un sustrato que brinde las condiciones necesarias para evitar la deshidratación de la larva.

El sustrato a utilizar debe tener dos características principales las cuales brindarán el medio necesario para la viabilidad, es decir la sobrevivencia de las larvas desde el traslarve hasta el momento en el cual las nodrizas inicien la alimentación. La humedad es la primera característica que debe cumplir el sustrato, ya que su función será evitar la deshidratación de las larvas. La viscosidad es la segunda característica, con ello se busca que las larvas permanezcan en el lugar en el cual han sido colocadas dentro de las copas celdas y que estas no se vean afectadas por los efectos de la gravedad al momento de realizar el montaje de marcos criadores.

Algunos apicultores han sustituido empíricamente el uso de jalea real como cebaje, ya que con ello pretenden agilizar el trabajo y obtener mejores o iguales resultados en cuanto a la viabilidad de las larvas y la producción total de jalea real.

Algunos apicultores han optado por utilizar bebidas carbonatadas para el cebaje de copa celdas, lo cual ha dado resultados del 79% en la viabilidad de las larvas. Los datos obtenidos en el experimento antes mencionado hacen suponer

que es factible el uso de bebida carbonatada como cebaje en las copas celdas (Marín, 1989).

Gonzales, (2015) afirma que la jalea real constituye una fuente natural de colágeno, haciendo énfasis en que la gelatina es la estructura básica del colágeno. Por lo que el uso de gelatina sin sabor como sustrato para el cebaje de copa celdas puede ser una opción factible.

4.5.5 Montaje de marcos criadores

Se sabe que las larvas son sensibles a los cambios bruscos de temperatura, por lo que al final del traslarve el marco criador debe ser trasladado hacia la colmena criadora con mucho cuidado y cubierto con una manta gruesa para evitar que exista una corriente de aire directa sobre las larvas.

4.5.6 Cosecha de jalea real

La cosecha ocurre al cuarto día de haber realizado el traslarve, se retira el marco criador y con una espátula se retira la larva de cada una de las copas celdas y se procede a la cosecha de jalea real, la cual es recolectada en un recipiente de color ámbar.

4.5.7 Alimentación para la colmena criadora

La alimentación durante este proceso juega un papel muy importante ya que debe existir un alto suministro de proteína para la producción de jalea real. Debido a esto debe suministrarse una alimentación artificial que incluya un elevado contenido de proteína, carbohidratos, lípidos y vitaminas. El alimento para la colmena criadora debe darse en forma líquida y en pasta o torta.

4.5.7.1 Alimentación líquida o jarabe de azúcar

La forma líquida es un jarabe que puede ser de miel o de azúcar según las posibilidades de cada productor. La mezcla de jarabe de azúcar debe ser de dos partes de azúcar por una de agua, debe estar completamente líquido sin grumos de azúcar para facilitar la alimentación.

4.5.7.2 Alimentación en pasta o torta

Debe tener una consistencia blanda y palatable para las abejas, con alto contenido de proteína, vitaminas y minerales para lograr el objetivo de alimentación a las larvas. Existen varios alimentos artificiales que pueden ser utilizados para su elaboración entre ellos se puede mencionar la harina de soya, levadura de cerveza y harina de maíz. No obstante, será preferible utilizar polen ya que es un alimento que las abejas consumen de manera natural, para ser utilizado en la elaboración de tortas se debe conocer su procedencia ya que puede contener enfermedades que dañen a la colmena.

Según Ordoñez, (1999) el peso de la torta, para las temporadas con menor cosecha de polen por parte de las abejas, debe estar entre 250 – 500 gramos, así como un grosor no menor a medio centímetro y no mayor a un centímetro, cabe mencionar que el peso puede ser inferior a 250 si se utilizara para producción de jalea real.

4.5.8 Producción de jalea real

La producción intensiva de jalea real requiere de una organización casi exacta, teniendo un plan de rotación de colmenas criadoras, un método de producción que se maneje correctamente y una alimentación que asegure buenos resultados.

Se ha probado que la cosecha de jalea real es más elevada cuando existe mayor número de copa celdas, pero que por copa celda se recolecta mayor cantidad de jalea real cuanto menor es su número. Por lo que es criterio de cada productor decidir la cantidad de copa celdas por bastidor (Jean-Prost, 2007).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Recursos humanos

- Asesores.
- Técnico apícola.
- Investigador.

5.1.2 Recursos materiales

- Equipo para el método Doolitte.
- Colmenas progenitoras.
- Colmenas criadoras.
- Marcos criadores con copa celdas.
- Copas de ½ onza con tapadera.
- Bolsas con cierre hermético.
- Azúcar.
- Jalea real.
- Bebida carbonatada.
- Gelatina sin sabor.
- Carpa para acampar.
- Pesa digital.
- Hielera.
- Polen.
- Miel.
- Aceite vegetal.
- Jugo de limón.

5.1.3 Equipo apícola

- Velo.
- Ahumador.
- Rasqueta.
- Guantes.
- Overol.

5.1.4 Equipo de escritorio

- Hojas.
- Lapiceros.
- Computadora.
- Cámara.

5.2 Metodología

La producción intensiva de jalea real puede realizarse por diferentes métodos de cría de abeja reina, en esta investigación se usó el método Doolitte, ya que es el utilizado para producir reinas en forma masiva por los apicultores.

5.2.1 Localización

El estudio se realizó en el apiario “Criadero De Reinas Las Maravillas“, el cual se dedica a la cría y venta de abejas reinas, producción de miel, polen y jalea real. Se localiza en Sant.a Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, a 92 km de la ciudad capital. El área se encuentra a 380 msnm, tiene una precipitación pluvial de 3,713 milímetros, siendo los meses más lluviosos de julio a octubre. El área de Santa Lucia Cotzumalguapa tiene una zona de vida bmh – T, bosque muy húmedo tropical, según la clasificación de Holdrigge. La temperatura varía entre 17 a 20°C,

con máximas de 28 – 32°C, por estas condiciones climáticas se tiene una amplia variedad de flora nativa y agrícola que favorecen el pecoreo y la polinización.

5.2.2 Identificación y selección de colmenas progenitoras y criadoras

Las colmenas se identificaron cuatro días antes de iniciar los traslarves. Al momento de seleccionar las colmenas se tomaron en cuenta ciertas características que debían cumplir según su finalidad.

5.2.2.1 Colmenas progenitoras

Las colmenas progenitoras estaban provistas de una reina fecundada. La postura de estas reinas era homogénea y cubría al menos un 80% del marco.

5.2.2.2 Colmenas criadoras

Colmenas en las cuales se colocó el marco criador con traslarves, cada colmena se identificó con un rótulo en el cual se detalló el tratamiento y número de repetición. Se utilizó colmenas de un alza y se evaluó en cada colmena la presencia de una abeja reina, la ausencia de enfermedades tanto de la cría como de las abejas adultas y por último la población de abejas cubría al menos 8 marcos para clasificar como colmena categoría I (Figini, 2017).

5.2.3 Preparación de materiales

Para la producción de jalea real se preparó algunos materiales los cuales fueron higienizados según el tipo de material del que estaban elaborados (Grandjean, 2002).

5.2.3.1 Preparación de los marcos criadores

Los marcos criadores son cuadros de madera con un tamaño estándar para colmenas del modelo Langstroth, estos se adaptaron para la sujeción de barras de madera en las que se colocó las copas celdas. Las copa celdas eran de plástico y en ellas se colocó el sustrato al momento de realizar el traslarve, por su forma las abejas asocian que es el inicio de una celda real de donde emergerá una reina.

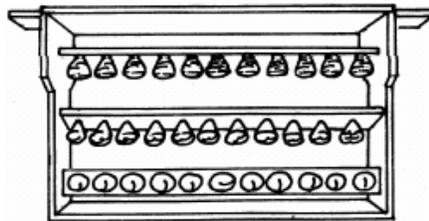


Figura 1 Marco criador con copa

Fuente: Siforma, 2011

Los marcos criadores y las tablas se limpiaron para no afectar a las abejas. A las barras se les aplicó un baño de cera líquida para favorecer la sujeción de cada copa celda a las barras y al marco criador.

5.2.3.2 Preparación de copa celdas

Las copas celdas se limpiaron con agua caliente y detergente neutro sin olor para eliminar polvo, tierra, cera y otras impurezas. Cada copa celda se secó con papel mayordomo y se colocaron en bolsas de cierre hermético para su traslado.

5.2.4 Preparación de alimentos

Los alimentos utilizados tenían un tiempo de vida no mayor a 6 días, por lo que cada uno se preparó el mismo día en el cual se utilizó. A cada colmena

criadora se le proporcionó alimentos con alto contenido en proteína y energía, los cuales aportaron elementos indispensables para la producción de jalea real intensiva. Los alimentos se proporcionarán en dos formas: jarabe de azúcar y torta proteica (Vargas , 2012).

5.2.4.1 Torta proteica

Alimento que ofrece un porcentaje alto de proteína para garantizar que el uso de reservas propias de la colmena no escasee. Se preparó y proporcionó a la colmena un día antes de iniciar los traslarves; en la cuadro 1 se detallan los ingredientes, así como la cantidad que se utilizó de cada uno para obtener 454 gramos de torta proteica.

Cuadro 3 Ingredientes utilizados para la elaboración de 454 gr de torta proteica

Ingrediente	Cantidad (gramos)
Polen	151
Harina de soya	129
Miel de abeja <i>Apis mellifera</i>	86
Aceite vegetal	16
Jugo de limón	36
Agua	36
Total	454

Fuente: Elaboración propia

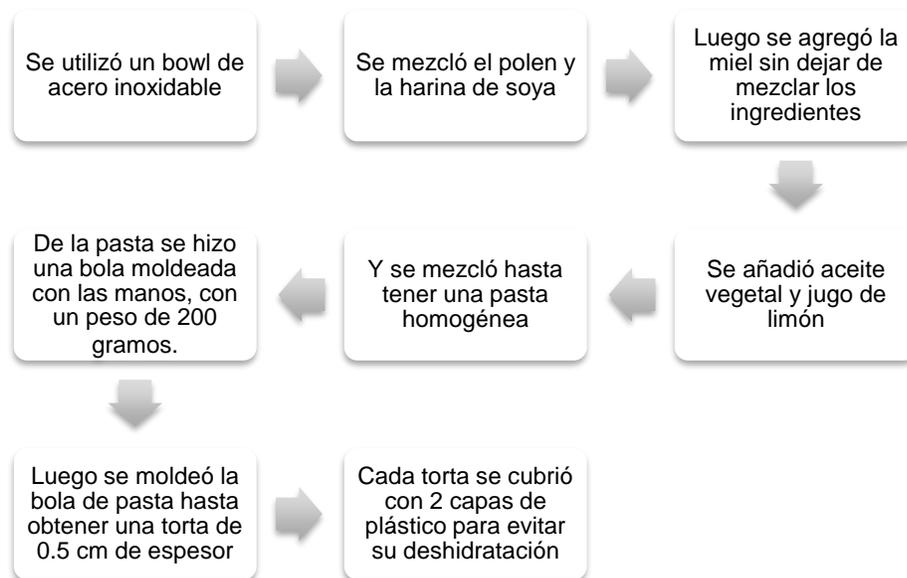


Figura 2 Etapas en la elaboración de 454 gramos de torta proteica

Fuente: Elaboración propia

5.2.4.2 Jarabe de azúcar

Se preparó con una proporción 2:1 de azúcar y agua respectivamente. Se mezcló hasta obtener un contenido homogéneo sin ningún tipo de solidificación de azúcar. Para su traslado se utilizó un recipiente con tapón y de color oscuro para impedir la entrada directa de la luz solar.

5.2.5 Preparación de sustratos

Se preparó cada sustrato en el área de traslarve, cada uno se colocó en copas de ½ onza para facilitar su manipulación al momento del traslarve.

5.2.5.1 Jalea real

La Jalea real como sustrato se obtuvo de tres colmenas, cinco días antes de realizar los traslarves para obtener celdas reales se eliminó a la reina. Al cuarto

día de la orfanización se obtuvieron dos celdas reales de cada colmena y la jalea real se colectó en copas de ½ onza para su traslado y preparación.

En la copa de ½ onza se agregó 15 gotas agua destilada lentamente, hasta lograr una mezcla ligeramente más líquida, la cantidad de gotas varía según el pecoreo que hayan realizado las abejas.

5.2.5.2 Gelatina sin sabor

Se mezcló el contenido de un sobre de 7 gramos en 1 ½ taza de agua destilada a temperatura ambiente. Se colocó 20 gotas en copas de ½ onza.

5.2.5.3 Bebida carbonatada sabor cola

Se colocó 20 gotas a temperatura ambiente directamente del envase, a copas de ½ onza.

5.2.6 Preparación del área para realizar el traslarve

Para el traslarve se utilizó una carpa de acampar la cual brindó un ambiente iluminado, aislado de pillaje y sin corrientes de aire que afectaran la mortalidad de las larvas.

En el interior de la carpa se colocó una mesa plegable de plástico, en la cual se ubicó las barras de los marcos criadores, las agujas de transferencia y los marcos de cría. Las agujas de transferencia y la mesa se desinfectaron con alcohol y un paño limpio.

5.2.7 Método Doolitte

Un día antes de iniciar el método Doolitte se dejó en orfandad a las colmenas criadoras y se les colocó el marco criador con copa celdas para que iniciaran un proceso de aceptación y reconocimiento.

5.2.7.1 Metodología para el traslarve

Se retiró los marcos de cría de las colmenas progenitoras, se cubrió cada uno con manta para protegerlos de las corrientes de aire y se trasladaron al área de traslarves.

Se cebó cada copa celda con el sustrato correspondiente y con una aguja de transferencia se tomó una larva, la cual se colocó de manera rápida sobre la copa celda. El tiempo de traslave no excedió los seis minutos por marco criador, ya que la temperatura ambiental puede aumentar la mortalidad de las larvas.

Al finalizar el traslarve el marco criador se cubrió con una manta y se trasladó a la colmena criadora correspondiente. La posición correcta de las copa celdas fue con la abertura hacia arriba y se trasladaron de la misma manera.

5.2.8 Montaje de los marcos criadores

Antes de iniciar el montaje del marco criador, se utilizó únicamente 3 bocanadas de humo para manejar a la colmena. Al colocar el marco criador se retiró la manta y con un movimiento suave y rápido se giró el marco dejando las copa celdas con la abertura hacia abajo. El marco criador se colocó entre dos marcos de cría tomando en cuenta que las barras criadoras no toparan con los marcos de cría.

5.2.9 Suministro del alimento

El jarabe de azúcar se colocó en un recipiente de plástico con capacidad para 3 litros, en el interior del recipiente se colocó flotadores de madera para disminuir la mortalidad de las abejas al momento de alimentarse. La torta se colocó sobre los marcos de reserva y cría, al momento de colocarla se retiró una capa del plástico, por último se colocó la tapadera de la colmena y su respectiva identificación según el tratamiento y número de repetición.

5.2.10 Cosecha de Jalea real

Se retiró el marco criador de cada una de las colmenas al cuarto día y se trasladaron los marcos criadores a una carpa de acampar para la toma de datos.

De cada marco criador se cuantificó en una boleta de registro la cantidad de larvas viables, larvas no viables y larvas intermedias. Para cosechar la jalea real se retiró la larva y se recolectó en copas de ½ onza identificadas en la tapa con número de tratamiento y repetición.

El pesaje de jalea real por tratamiento y repetición se realizó en una pesa digital y se trabajó la dimensional de miligramos.

5.3 Diseño experimental

Para realizar el experimento se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos, cada uno constó de seis repeticiones siendo la unidad experimental una colmena, los tratamientos evaluados fueron:

Cuadro 4 Descripción de los tratamientos evaluados durante el traslarve

Tratamiento	Repeticiones	Sustrato
1 (Testigo)	seis colmenas	jalea real
2	seis colmenas	bebida carbonatada sabor cola
3	seis colmenas	gelatina sin sabor

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con Sibrian (1984) para la variable de porcentaje de viabilidad en el traslarve se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis, la cual se describe en la siguiente fórmula:

$$H = \left(\frac{12}{n(n+1)} \right) \left(\sum_{i=1}^K \frac{R_i^2}{n_i} \right) - 3(n+1)$$

Los resultados obtenidos para la variable de producción de jalea real fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza correspondiente al diseño experimental y a los resultados que presentaron diferencia estadística significativa se procedió a realizar una prueba post ANDEVA. El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, t \quad j = 1, 2, \dots, r$$

Donde:

Y_{ij} = Variables de respuesta de la ij-ésima unidad experimental.

μ = Media general de la variable respuesta.

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento en la variable respuesta.

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

5.4 Análisis de costos

Se realizó un análisis de relación costo beneficio para cuantificar e identificar en términos monetarios los costos y beneficios netos de cada uno de los tratamientos evaluados.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Resultados de las variables medidas

En el cuadro 5 se presentan los resultados obtenidos de la variable viabilidad de larvas.

Cuadro 5 Resultados del análisis de la prueba de medias, Kruskal Wallis, para la variable porcentaje de viabilidad

Tratamientos	Viabilidad de larvas	Porcentaje de viabilidad
1	16.30 a	81.5%
2	11.50 a	57,5%
3	5.83 b	29,15%

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 5 se observa la prueba de medias de Kruskal Wallis, la cual indica que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) en la viabilidad de larvas entre los tratamientos. Siendo los tratamientos 1 (16.30) y dos (11.5) los que no presentaron diferencia estadística entre ellos, pero si con respecto al tratamiento 3 (5.83).

El tratamiento tres obtuvo menor número de larvas vivas, esto es el resultado de un cebaje de copa celdas sin presencia de edulcorantes, en comparación con el tratamiento dos. Como lo menciona Gonzales (2015) la gelatina sin sabor está ausente de azúcar, por lo que el tiempo de aceptación de las transferencias de larvas, por parte de las abejas nodrizas, fué mayor en comparación al tratamiento uno y dos.

El tiempo transcurrido entre el montaje de los marcos criadores y la primera alimentación con jalea real por parte de las abejas nodrizas, aumentó la deshidratación de las larvas, dando como resultado una baja viabilidad de larvas vivas. Como lo menciona Coppa (2006) la temperatura de la colmena es un factor

que influye directamente en la viabilidad de las larvas, a una temperatura menor a 35°C las abejas dan prioridad a la cría por lo que concentran su trabajo en elevar la temperatura de la colmena, esta acción pudo afectar el tiempo transcurrido para la aceptación de los traslarves.

En el cuadro 6 se observa los resultados obtenidos de la prueba de medias de Tukey.

Cuadro 6 Resultados del análisis de la prueba de medias, Tukey, para la variable producción de jalea real

Tratamientos	Producción jalea real (g)
1	1.51 a
2	0.89 b
3	0.40 b

Fuente: Elaboración propia

*Medidas con una letra común no representan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

En el cuadro 6 se observa la prueba de medias de Tukey, la cual indica que hay diferencia significativa ($p < 0.05$) en la producción de jalea real entre el tratamiento uno (1.51 g) con los tratamientos dos (0.89 g) y tratamiento tres (0.40 g), sin embargo, no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos dos y tres.

El tratamiento uno presentó mayor producción de jalea real pues como se observa en la tabla no. 5 es la que presentó mayor número de larvas viables al igual que el tratamiento 2 desde el punto de vista estadístico. Seguido del tratamiento número dos y por último el tratamiento tres. Como lo explica Robalino (2012) el porcentaje de copa celdas llenas se asocia a que si una abeja nodriza observa una larva deshidratada o muerta no llenará la copa celda con jalea real. Por lo que a mayor número de larvas viables se obtendrá mayor producción de jalea real. Por su parte, Ballesteros y Vásquez (2007) observaron que la cantidad de jalea real depositada por cúpula es de 0.12 g al tercer día, con estos datos se

puede deducir que el tratamiento que más se asemeja a la producción propuesta por Ballesteros y Vásquez es el tratamiento con jalea real.

Como lo menciona Aguirre (2016) las colonias de abejas melíferas en el apiario Criadero de Reinas Las Maravillas, expresan un alto comportamiento higiénico con lecturas de remoción superiores al 95%. Por lo anterior podemos deducir que las abejas tuvieron una elevada aceptación de los marcos criadores, con sustratos conocidos como se observa en los tratamientos uno y dos.

6.2 Análisis económico

Para determinar la relación beneficio costo se observa en el cuadro 7 los resultados obtenidos por cada tratamiento.

Cuadro 7 Análisis costo-beneficio de los tratamientos evaluados durante el traslarve

Tratamiento	Costos variables	Beneficio bruto	Relación beneficio costo
1	Q 525.93	Q 765.43	1.46
2	Q 379.93	Q 453.75	1.19
3	Q 377.43	Q 201.53	0.53

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en cuadro 7, el análisis de la relación costo-beneficio con resultados mayores a 1 determinan que se recuperaron los costos variables invertidos, mientras que si es igual o menor a 1 significa que no se recuperó lo invertido. Los resultados obtenidos demuestran que el tratamiento uno y dos si poseen una ganancia, siendo el tratamiento uno el que obtiene mayor ganancia, ya que por cada quetzal invertido se recuperan cuarenta y seis centavos.

VII. CONCLUSIONES

- Los tratamientos que incluyeron jalea real, como sustrato, estadísticamente produjeron una viabilidad de larvas y una producción de jalea real superiores, siendo diferentes al tratamiento de bebida carbonatada y de gelatina sin sabor, por lo que se rechazan las hipótesis nulas.
- El sustrato de jalea real (1.51 g), en comparación al de la bebida carbonatada sabor cola (0.89 g) y gelatina sin sabor (0.40 g), produjo mayor cantidad de jalea real en la investigación realizada.
- Al evaluar económicamente el experimento se concluye que el uso de jalea real y bebida carbonatada recupera los costos variables invertidos, ya que la ganancia final por cada quetzal invertido es de Q0.46 para el sustrato de jalea real y Q0.19 para el sustrato de bebida carbonatada.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de jalea real como sustrato ya que se obtiene un alto porcentaje de viabilidad de los traslarves por lo tanto una mejor producción final de jalea real, así como la recuperación de los costos variables invertidos, esto comparado con los sustratos de gelatina sin sabor y bebida carbonata que estuvieron por debajo de los parámetros aceptados.
- Se recomienda estudiar el uso de sustratos de gelatina con sabor versus gelatina sin sabor para determinar si el tiempo de aceptabilidad de las abejas nodrizas mejora, debido a la presencia de edulcorantes en la gelatina con sabor.

IX. RESUMEN

La jalea real es un producto natural que se obtiene de la transformación de néctar, agua y proteína en las glándulas hipofaríngeas de las abejas nodrizas. Por su composición química se le considera un producto con beneficios nutricionales muy importantes, sin embargo, la producción suele ser un proceso largo y económicamente poco viable. El método más utilizado para la producción de jalea real se conoce como Doolitte, en el cual se realizan transferencias de larvas a copa celdas artificiales, este proceso es comunmente llamado traslarve.

Para realizar un traslarve exitoso se necesita de un sustrato capaz de sostener a las larvas y que contenga la humedad necesaria para evitar la deshidratación de la larva. El sustrato tradicional utilizado para el cebaje de copa celdas es la jalea real, sin embargo, el apicultor tendrá un tiempo de trabajo de al menos 8 días, por ello el objetivo del presente estudio fue generar información sobre nuevos sustratos para el traslarve de abeja *Apis mellifera* y su efecto en la viabilidad de larvas y en la producción de jalea real.

Para la realización del estudio se compararon tres sustratos diferentes durante el traslarve de abeja *Apis mellifera*. Se empleó un diseño estadístico completamente al azar, con seis repeticiones por tratamiento. El tratamiento número uno fue de jalea real, el segundo de bebida carbonatada sabor cola y el tercer tratamiento de gelatina sin sabor. Las variables a medir fueron viabilidad de larvas y producción final de jalea real (g). Los resultados obtenidos mostraron que para obtener una alta viabilidad de larvas, así como una alta producción de jalea real se recomienda utilizar el sustrato de jalea real al momento de realizar el cebaje de copa celdas, con lo que también se obtiene la recuperación de los costos variables invertidos.

SUMMARY

The royal jelly is a natural product obtained from the transformation of the nectar, water and the proteins in the hypopharyngeal glands of nurse bees. Because of the chemical composition, it is considered a product with very important nutritional benefits, although the production can be a long process and economically not viable. The most common method for royal jelly production is known as Doolittle, in this method, there is a transfer of the larvae to artificial queen cell cups, this process is called larvae transfer.

In order to have successful larvae transfer is needed a substratum capable of holding the larvae and have the amount of humidity necessary to avoid dehydration of the larvae. The most common substratum used in the cell cups priming is royal jelly, nevertheless, the beekeeper will have at least eight days for working. Therefore, the main goal of this study was to generate information about new substratum for the queen rearing of the *Apis mellifera* bee the effects and viability of the larvae in the royal jelly production.

For the accomplishment of this study three different substratum where compared during the queen rearing of the *Apis mellifera* bee. A statistical random effect model was used, with six repetitions by treatment. The first treatment was royal jelly, the second was a cola flavor carbonated drink and the third treatment was unflavored gelatin. The model parameters where the larvae viability and the final royal jelly produced (g). The obtained results showed that in order to obtain the highest larvae viability as well as a high royal jelly production the substrate needed at the moment where the larvae grafted into the cells cups is royal jelly, thus we have in return the investment cost.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, J. (2016). *Determinación del comportamiento higiénico en colonias de abejas Apis mellifera en el criadero de reinas Las Maravillas, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla* (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Barrera, A. (2004). *Manual de Cría de Abejas Reina*. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Ballesteros, H. Y Vásquez, R. (2007). Determinación de la producción de jalea real en colmenas de recría de diferentes dimensiones. *Revista corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 8(1), 75-81.
- Coppa, R. (2006). La colmena: un ecosistema en equilibrio. *Miscelaneas*. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-miscelaneas_06.pdf
- Figini, E.E. y Barreto, J.A. (2017). Producción de celdas reales. *Investigación, desarrollo tecnológico e innovación para la mejora de la competitividad de la cadena apícola*. Recuperado de <https://inta.gob.ar/documentos/produccion-de-celdas-reales>
- Grandjean, M., y Campo, S. (2002). *Manual de Buenas Prácticas para la Apicultura*. Santiago de Chile, Chile: PROMER.
- Gonzales, R., Madonni, J. y Brisa, L. N. (junio, 2015). Todo Cría de Abejas Reinas, todo lo que querés saber en un solo lugar. *Apicultura sin Fronteras*, 4-8.
- Jean-Prost, P. (2007). *Apicultura, conocimiento de la abeja y manejo de la colmena*. Recuperado de <https://books.google.com.gt/books?isbn=8484764354>

- Krell, R. (1996). Value – added products from beekeeping. *Fao agricultural services bulletin*. (124), 6-7
- López, G. (2012). *Cómo cura la miel*. Barcelona, España: RBA libros S.A.
- Marín,R. (1989). *Efecto de tres sustratos para el traspaso de larvas sobre el período de desarrollo, tamaño y peso de reinas de abeja de miel* (tesis de pregrado). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Ordoñez, A. (1999). *Alimentación y suplementación*. Chiapas, México: Apiservices. Recuperado de <https://www.apiservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/748-alimentacion-y-suplementacion-1999>
- Robalino, L. (2012). *Efecto de dos tipos de alimento y dos tiempos de cosecha en la producción de jalea real* (tesis de pregrado). Universidad Zamorano, Honduras.
- Rodríguez, F. (2007). *Cría rentable de abejas reina y producción de jalea real: Manual teórico – práctico para su producción y comercialización*. Buenos Aires, Argentina: Continente
- Root, A.I. (1959). *ABC y XYZ de la apicultura*. Ohio, Estados Unidos de América: EDICIAL S.A.
- Ruíz, J. (2016). Implicaciones de la Regla de Farrar. *Ars Pharmaceutica*, 57(3), 173-174
- Siforma. (2011). *Crianza de reinas*.España. Recuperado de <https://siforma.net/crianza-de-reinas/>

Sibrían, R. (1984). Manual de técnicas estadísticas simplificadas. Guatemala, Guatemala: Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá.

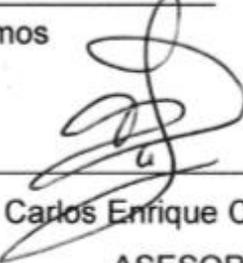
Vargas, D. (2012). *Producción de jalea real de abejas (Apis mellifera, Apidae) con el uso de dos tipos de copa-celdas y dos tipos de colmenas en San Sebastián Retalhuleu, 2007* (Tesis de pregrado), Universidad Rafael Landívar, Quetzaltenango, Guatemala.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA

COMPARACIÓN DE TRES SUSTRATOS DURANTE EL
TRASLARVE DE ABEJA *Apis mellifera* UTILIZANDO EL MÉTODO
DOOLITTE Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE JALEA REAL

f. 
Ana Paulina Julián Ramos

f. 
Lic. Zoot. Edgar Amilcar García Pimentel
ASESOR PRINCIPAL

f. 
M.A. Carlos Enrique Corzantes Cruz
ASESOR

f. 
M.Sc. Astrid Johanna Valladares Areano
EVALUADORA

IMPRÍMASE

f. 
M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
DECANO

