

Universidad Nacional

Sistema de Estudios de Posgrado (SEPUNA)

Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT)

Maestría en Apicultura Tropical (MAT)

**Estudio de factibilidad técnica y financiera para la producción de jalea real en la Zona del
Pacífico Central, Costa Rica, 2019**

Edgar Alonso Zúñiga Pérez

Heredia, Agosto, 2019

**Trabajo presentado para optar al grado de Máster en Apicultura Tropical. Cumple con los
requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional.**

Heredia. Costa Rica.

2019

Universidad Nacional
Sistema de Estudios de Posgrado (SEPUNA)
Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT)
Maestría en Apicultura Tropical (MAT)

**Estudio de factibilidad técnica y financiera para la producción de jalea real en la Zona del
Pacífico Central, Costa Rica, 2019**

Edgar Alonso Zúñiga Pérez

Heredia, Agosto, 2019

**Trabajo presentado para optar al grado de Master en Apicultura Tropical.
Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la
Universidad Nacional. Heredia. Costa Rica.**

Tutor

M.Sc. Natalia Fallas Matamoros

M.Sc. Eduardo Umaña Rojas

Asesores

M.Sc. José Fernando Ramírez Arias

M.Sc. Paola Hernández Ching

M.Sc. Eduardo Herrera González

**Este trabajo se realizó bajo el auspicio del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales
(CINAT), de la Universidad Nacional.**

2019

Agradecimientos

A Dios por haberme dado la oportunidad de concluir con este proyecto de vida.

A mis padres, mi hermana Mafe y a mi tía Lilicielo que me brindaron su apoyo incondicional.

A los profesores, asistentes y administrativos del Centro de Investigaciones Apícolas, que me tendieron una mano siempre que lo necesite.

Al fondo FOCAES que me brindo la ayuda económica para poder concluir con el desarrollo del proyecto.

A los señores de la Asociación de Apicultores del Pacifico Central (APIPAC) que sin su colaboración no hubiese sido posible la realización de este estudio.

Al señor director, coordinadora y el personal de seguridad del colegio técnico profesional Ricardo Castro Beer por permitirnos las facilidades de llevar a cabo el proyecto en dicha institución.

Al profesor Fernando Ramírez Arias cuya guía y colaboración fue vital para el desarrollo de este estudio.

Y por último pero no menos importante al parce Leonardo Arias Lagos por su compañerismo y solidaridad en la realización de este proyecto.

“Si he llegado ver más lejos, ha sido porque me subí a hombros de gigantes”

Isaac Newton

Dedicatoria

A mis padres aun los tengo a mi lado y a mis ángeles Sergia y Berta, que sé que me cuidan desde donde quiera que estén.

Resumen

Costa Rica es un país donde la actividad apícola se ha venido practicando por décadas y la miel es el producto estrella y único de muchos productores, dejando de lado otros productos alternativos que también se pueden obtener de la colmena. Con el fin de explorar estas alternativas, en este documento se presenta un estudio cuyo propósito es determinar la factibilidad técnica y financiera para producir jalea real en la Zona del Pacífico Central. Esta investigación demostró que es posible producir un promedio de 313mg de jalea real por celda en condiciones de verano (enero-abril). También se obtuvieron rangos de entre 400 y 614mg de rendimiento de jalea real por celda, los cuales se encuentran dentro del estándar de producción chino. Durante la época de invierno (mayo-junio) en cambio, la producción descendió: se obtuvo un rendimiento promedio de 103mg de jalea real por celda, una cifra significativamente más baja que en verano. Además se determinó que a un apicultor con más de 30 colmenas le es más factible financiera y técnicamente producir esta sustancia que a una persona que se esté iniciando en esta actividad desde cero.

Abstract

Costa Rica is a country where beekeeping activity has been practiced during decades, and the main and only product derived from this activity is honey, leaving aside alternative products which can also be obtained from the hive. In order to explore these alternatives this document presents a study whose purpose is to determine the technical and financial feasibility to produce royal jelly in the Central Pacific Zone. This research showed that it is possible to produce an average yield of 313mg of royal jelly by cell during the summer season (January- April). Yield ranges between 400 and 614 mg of royal jelly by cell were also obtained, these ranges are within Chinese standards of production. During the winter season (May- June), instead, the production decreased: it was obtained an average yield of 103mg of royal jelly by cell, a significantly lower number than the obtained during the summer season. In addition, it was also determined that this substance is more technical and financial manageable for a beekeeper with more than 30 hives than for a person who is starting in this activity from zero (right in the starting zone).

Contenido

Resumen.....	iv
Lista de cuadros	vii
Lista de tablas	vii
Lista de figuras.....	vii
Siglas y Abreviaturas	viii
1 Introducción	1
1.1 Justificación.....	2
1.2 Problema.....	4
1.3 Objetivos General.....	4
1.3.1 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Antecedentes	5
2 Marco Teórico	7
2.1 La jalea real	7
2.2 Composición.....	9
2.3 Almacenamiento y conservación	10
2.4 Factores que inciden en la producción	10
2.4.1 Plagas y Enfermedades	10
2.4.2 Estacionalidad y cambio climático	11
2.4.3 Africanización.....	11
2.5 Condiciones en la colmena para la producción de jalea real.....	12
2.5.1 Estado (tamaño) de la colmena	12
2.5.2 Alimentación.....	13
2.6 Producción de jalea real	13
2.6.1 Método Doollittle.....	14
2.6.2 Colmena iniciadora	14
2.6.3 Colmena criadora	15
2.6.4 Traslarve.....	15
2.6.5 Sustrato para traslarves	15
3 Materiales y Métodos.....	17
3.1 Ubicación	17
3.2 Población de estudio.....	18
3.3 Tipo de estudio	18

3.4	Fases del estudio.....	18
3.4.1	Primera fase	18
3.4.2	Segunda fase	19
3.5	Preparación de apiario.....	19
3.6	Material vivo	20
3.7	Material y Equipo.....	21
3.7.1	Materiales.....	21
3.7.2	Equipo.....	22
3.8	Instalación de carpa.....	23
3.9	Alimentación estimulante para la producción de jalea real.....	23
3.10	Pruebas de rendimiento	23
3.10.1	Pruebas de rendimiento primera fase	24
3.10.2	Pruebas de rendimiento segunda fase	25
3.10.3	Proceso de cosecha, almacenamiento y conservación.....	26
3.10.4	Procedimiento para el cálculo de rendimientos.....	27
3.10.5	Análisis estadístico empleado	27
3.11	Costos asociados e inversión inicial.....	27
3.11.1	Costos de producción.....	28
3.11.2	Costos fijos y variables.....	29
3.11.3	Inversión inicial	30
4	Discusión y Resultados	30
4.1	Análisis estadístico de los rendimientos primera fase.....	30
4.2	Análisis estadístico de los rendimientos segunda fase.....	35
4.3	Análisis de factibilidad financiera.....	39
4.3.1	Flujos de efectivo.....	39
4.3.2	Precios y porcentaje de aceptación de traslarves	42
5	Conclusiones	44
6	Recomendaciones	45
7	Bibliografía	46
8	Anexos	50
8.1	Anexo 1: Lista de costos	50

Lista de cuadros

Cuadro 1. Detalles técnicos del sitio donde se desarrollara el proyecto	17
Cuadro 2. Detalles técnicos de la asociación de apicultores APIPAC	18
Cuadro 3. Cronograma de actividades de la primera fase, para las pruebas de rendimiento.....	24
Cuadro 4. Cronograma de actividades de la segunda fase, para las pruebas de rendimiento.....	25
Cuadro 5. Pasos del proceso de cosecha para las pruebas de rendimiento.	26

Lista de tablas

Tabla 1. Comparación de cantidades mínimas y precios en colones de la jalea real liofilizada entre tiendas en línea según proveedor y país de origen.....	6
Tabla 2. Cálculo de los costos de producción por cosecha a la semana de una colmena de abejas de <i>Apis mellifera</i>	29
Tabla 4. Flujo de efectivo para una persona que inicie la actividad des cero	40
Tabla 5. Flujo de efectivo en caso de apicultor de inicio a la actividad.....	41
Tabla 6. Tabla de precios de mercado jalea real fresca tiendas en línea e importada.	42
Tabla 7. Escenarios beneficios, precios y producción anual de jalea real.	43

Lista de figuras

Figura 1. Presentación y empaques de proveedores de jalea real en sitios web.	6
Figura 2. Las abejas atienden a la reina alimentándola con jalea real	7
Figura 3. Ciclo de desarrollo de la reina.	8
Figura 4. Celda con contenido de jalea real	9
Figura 5. Colmena en óptimas condiciones para el proceso de producción de jalea real.....	12
Figura 6. Foto de la izquierda panal con polen, foto de la derecha aplicación de alimentación líquida 1:1	13
Figura 7. Proceso de traslarve, foto izquierda panal con larvas, foto derecha traslado de larvas del panal a las celdas artificiales.	15
Figura 8. Preparación del sustrato para traslarve.	16
Figura 9. Fotografía de apiario experimental.....	19
Figura 10. Fotografía de colmena en estudio.....	20
Figura 11. Materiales para producción de jalea real.	22
Figura 12. Prueba de normalidad y probabilidad de rendimientos de jalea real por celda real, primera fase.....	31
Figura 13. Diferencias entre rendimientos de jalea real, dada una media hipotética de 0.292g....	32
Figura 14. Probabilidad acumulada de obtener rendimientos entre 400 y 614mg.....	32
Figura 15. Diferencias de rendimientos entre las medias de cada colmena, primera fase.....	33
Figura 16. Representación del éxito obtenido por prueba y entre colmenas, primera fase.	34
Figura 17. Prueba de normalidad (AD) y probabilidad de rendimientos de jalea real por celda, segunda fase.	35
Figura 18. Diferencias de medias entre los rendimientos de jalea real por colmenas, segunda fase.	36
Figura 19. Representación del éxito obtenido por prueba y entre colmenas, segunda fase.....	37
Figura 20. Diferencias de rendimiento por celda entre primera fase (1) y segunda fase (2).	38

Siglas y Abreviaturas

APIPAC: Asociación de Apicultores del Pacífico Central

AW: es un valor que representa humedad equilibrada de un producto, tiene incidencia sobre las características de calidad como: textura, sabor, color, gusto, valor nutricional del producto y su tiempo de conservación.

CINAT: Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales

1 Introducción

En la década de los 80s Costa Rica, fue uno de los países centroamericanos que logró colocar miel de abeja fuera sus fronteras (alrededor de 558.3 toneladas de miel en el año de 1984) (Van Veen et al., 1993), sin embargo actualmente no exporta debido a diversos factores que han hecho que la actividad apícola haya ido en retroceso. Entre las principales causas se encuentran: la llegada de la africanización, la aparición de parásitos y enfermedades que afectan a las abejas, el cambio climático, el cambio en el uso del suelo (los cultivos extensivos y la aplicación de agroquímicos), factores que contribuyen a la disminución de la producción de miel en el país y por consecuencia, derivaron en un desestimulo para el productor nacional.

Instituciones como el Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT) apuntan a programas de extensión que contribuyen a la capacitación de productores apícolas, con el fin de que puedan desarrollar capacidades y de esta manera generar mayor valor agregado a través de todos los productos provenientes de la colmena como: el polen, propóleos y la jalea real de tal manera que no exista dependencia total de la producción de miel. La jalea real es uno de estos productos que tienen gran aceptación, debido a que se le atribuyen propiedades beneficiosas para el ser humano. Según Garry (2007) es uno de los productos más utilizados en la industria cosmética y es un componente que está presente en muchas preparaciones dermatológicas, sobre todo en las que se utilizan para refrescar, regenerar y rejuvenecer la piel.

La producción de jalea real se realiza por medio de métodos de crianza de reinas ya que es una sustancia secretada por las abejas jóvenes (nodrizas) de *Apis mellifera* y usada dentro de la colmena principalmente para alimentar las larvas jóvenes de todos los miembros de la colmena y en abundancia para alimentar a las larvas destinadas a ser reinas (Hilmi et al., 2011).

El mayor productor de jalea real en el mundo es China, esto gracias a programas de mejoramiento genético con los que han logrado obtener mejores líneas de abejas con características productivas específicas, al desarrollo de técnicas y herramientas que ayudan a facilitar y mejorar la producción con la que cubren el 95% de la demanda de jalea real a nivel mundial (Zheng et al., 2011).

Si bien Costa Rica no puede comparar su producción de jalea real con esta gran potencia mundial, resulta de interés generar precedentes e información base donde se establezcan parámetros con los que se pueda determinar la factibilidad técnica y financiera aplicada a zonas tropicales. El conocimiento generado a partir de esta investigación, será transmitido al sector apícola costarricense por medio de una guía demostrativa para la producción de jalea real, como una herramienta para la mejora continua del sector.

1.1 Justificación

Actualmente para el sector apícola costarricense es difícil satisfacer la demanda de miel a nivel nacional, como consecuencia los comerciantes saturan el mercado con miel importada cuyo precio es menor que la del mercado local, además también existe la competencia desleal donde la adulteración es una práctica común como lo menciona Repretel (2019), alertando sobre la venta de miel adulterada en comercios de nuestro país, esto flagela el bienestar de la producción apícola local.

Es necesario crear nuevas opciones que aporten el conocimiento necesario para desarrollar mayor valor agregado a base de productos provenientes de la colmena, que vayan acorde con las nuevas tendencias de consumo, donde el consumidor sea más inteligente al buscar productos diferenciados y que se adapten a su estilo de vida acelerado pero además que sean productos responsables con las luchas sociales y ambientales (López, 2011).

La jalea real es una sustancia natural con gran valor nutritivo muy utilizado en la industria cosmética, farmacéutica y alimentaria, como suplemento dietético y se le atribuyen propiedades beneficiosas para mejorar la calidad de vida del ser humano. Nuestro país no cuenta con información referente a la producción local de jalea real, sin embargo existe contenido básico sobre esta sustancia, donde en su mayoría se da énfasis al tema de la crianza de reinas. Esto es comprensible debido a que debería ser una tema de suma importancia para la persona dedicada a la apicultura, ya que contribuye a mantener líneas genéticas favorables para la producción (miel, polen, propóleos, etc.) y al manejo de colmenas (baja defensividad, comportamiento higiénico,

entre otros) pero ambos temas van de la mano y como lo menciona Pardeep et al., (2014) deberían ser contemplados en un buen plan de diversificación. Lo anterior hace necesario realizar un estudio para determinar la factibilidad técnica y financiera de producir esta jalea real, donde también se desarrolle un material con el que cualquier persona ligada al sector apícola pueda iniciarse en la actividad.

1.2 Problema

¿Es técnica y financieramente factible para el sector apícola costarricense producir la jalea real?

1.3 Objetivos General

Establecer parámetros de factibilidad técnica y financiera en la producción de jalea real para la zona del Pacífico Central de Costa Rica.

1.3.1 Objetivos Específicos

Evaluar la factibilidad técnica de producir jalea real, con el fin medir los rendimientos de producción por celda real y por colmena.

Evaluar la factibilidad financiera en la que se puedan determinar los costos asociados, para estimar la inversión inicial de producción.

1.4 Antecedentes

Históricamente en Costa Rica se realiza la explotación de las abejas principalmente para la producción de miel y la polinización de cultivos, sin embargo hoy en día la producción local de miel de abeja no da abasto a la demanda existente, esto debido principalmente a factores como: el fenómeno de la africanización, el uso excesivo de agroquímicos y el cambio climático (Rodríguez, 2017).

Lo anterior ha influenciado negativamente en la producción, desde la década de los 80s nuestro país pasó de ser exportador a importador de miel (Van Veen et al., 1993). Según los datos de Hacienda, (2018), se reporta el ingreso al país de 649.39tm de miel por un valor de 2,123,463.24 dólares EE.UU., provenientes de Guatemala, el Salvador, Estados Unidos y Canadá, mientras que del mismo año no se reportan exportaciones de miel por parte de Costa Rica.

Esto más que una desventaja para el productor local, podría tomarse como una oportunidad para asumir retos y contribuir a la generación de valor agregado por medio de productos de la colmena como lo es la jalea real. En nuestro país no hay datos concretos sobre la producción de esta sustancia, la mayor parte de la información disponible al público costarricense, abarca una diversidad de temas en el área de la apicultura, pero existe muy poco contenido en torno a esta sustancia y su producción.

El CINAT, ha realizado estudios sobre los efectos de la jalea real como parte de la dieta de la cría (larvas) y su procedencia (Sommeijer, 1999), pero no precisa información propiamente sobre la producción para fines comerciales. Al contrario, fuera de nuestras fronteras es posible encontrar detalles técnicos, tal es el caso de China que ha logrado desarrollar herramientas y líneas de abejas exclusivas para la producción, lo cual le ha permitido adueñarse del mercado de la jalea real a nivel mundial, por otra parte existe referencia de países como Corea del Sur, Canadá, Australia y algunos del Reino Unido que también se han convertido en proveedores a nivel mundial de esta sustancia.

Sitios web como Amazon, eBay y Alibaba Group ofrecen jalea real liofilizada, las cantidades van desde los 50g hasta 1000g y el precio puede rondar desde los ₡54 colones hasta los ₡599 colones por gramo como se muestra en la tabla 1. Además, se puede encontrar en diferentes presentaciones tanto en tamaños como en consistencias como se muestra en la Figura 1.

Tabla 1. Comparación de cantidades mínimas y precios en colones de la jalea real liofilizada entre tiendas en línea según proveedor y país de origen

Tienda-id	País origen	Unid mínima/g	₡ Precio/g
EBAY-1	United Kingdom	1 000	131
EBAY-2	Canada	50	441
EBAY-3	China	50	448
EBAY-4	Korea del Sur	50	599
EBAY-5	Korea del Sur	100	295
EBAY-6	China	500	185
AMAZ-1	China	100	205
AMAZ-2	China	500	222
ALIBA-1	China	1 000	56
ALIBA-2	China	1 000	54
ALIBA-3	China	1 000	99



Figura 1. Presentación y empaques de proveedores de jalea real en sitios web.

2 Marco Teórico

2.1 La jalea real

Es una sustancia que es segregada por la glándula hipofaríngea (a veces llamada glándula para la alimentación de la cría) producida por las abejas obreras de entre 5 a 15 días de edad (las nodrizas), con ella alimentan a las larvas jóvenes y a la abeja reina adulta. La jalea real no es almacenada por las abejas, ya que siempre que es segregada, para alimentar directamente a la reina o las larvas (Krell, 1996), como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Las abejas atienden a la reina alimentándola con jalea real
Columbia Gorge beekeepers association. (2019)

Después de la eclosión del huevo la larva de la abeja melífera es alimentada con jalea real por las abejas nodrizas, esta sustancia tiene los nutrientes necesarios, para alimentar los tres tipos de individuos que componen la colmena: reinas, obreras y zánganos.

Este proceso sucede durante los primeros días del estado larval de la abeja, más adelante las larvas de obreras y zánganos son alimentadas con una mezcla de jalea real, polen y miel. Únicamente las reinas son abastecidas con esta sustancia, durante todo el estado larval debido a que cumple una función clave en la determinación de las castas femeninas (obreras y reinas), en la que puede resultar un insecto sexuado en el caso de las reinas o como una obrera en la cual su aparato reproductivo se encuentra atrofiado (Ruttner,1982). Según Kamakura (2011) la proteína 57-kDa, también llamada Royalactin que se encuentra en la jalea real, es la encargada de inducir

el desarrollo de la larva destinada a ser reina, aumentado el tamaño y el desarrollo de los ovarios así como también ir acortando el tiempo de desarrollo en las abejas, esto evidencia la importancia que tiene el alimento larval en la fase reproductiva de la colmena.

Según Ruttner (1982) pueden haber dos tipos de fluidos que conforman la jalea real, en observaciones realizadas se comprobó que las abejas nodrizas producen dos tipos de alimento larval uno lechoso producido por abejas de entre 10 y 14 días de edad y otro claro producido por abejas de entre 15 y 20 días de edad ambos son ofrecidos a las larvas en la misma proporción. De allí la importancia de contar con gran cantidad de abejas de edades variadas que suministren ambos fluidos, sin embargo en el artículo de Ruttner no se mencionan aspectos de calidad y valor nutricional de los dos tipos de alimentos, por lo que tampoco se descarta que puedan existir diferencias significativas entre una y la otra sustancia.

De acuerdo al desarrollo larval el ciclo de las reinas, tiene una duración de 16 días como se muestra en la figura 3 y durante los primeros 3 a 4 días de su desarrollo es posible encontrar de 300 mg de jalea real y más dentro de la celda real (Ruttner,1982), punto donde se debe realizar el proceso de extracción de la jalea real antes de que sea consumida por la larva es decir 72 horas después de la eclosión del huevo.

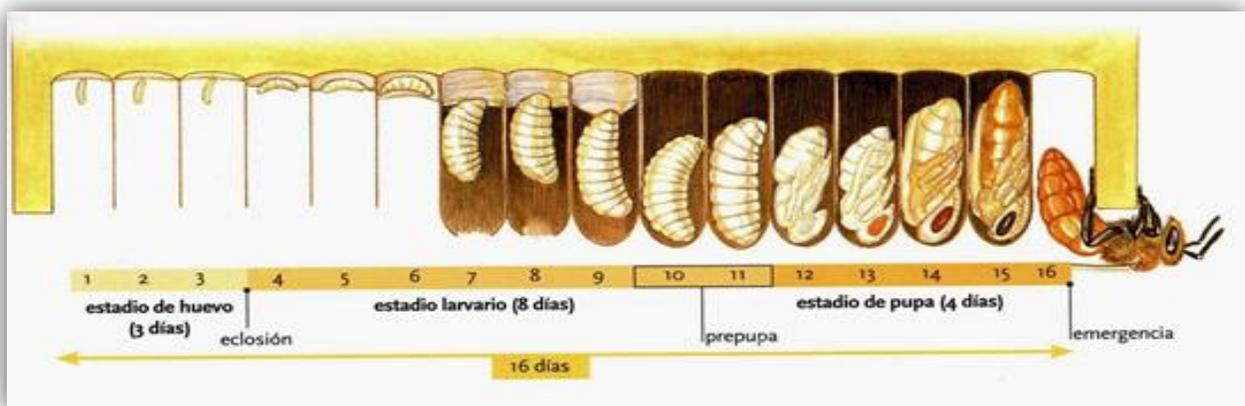


Figura 3. Ciclo de desarrollo de la reina.
(Henri Clément, 2012)

2.2 Composición

La jalea real es una sustancia blanca, de consistencia gelatinosa, por lo general no homogénea debido a la presencia de gránulos de diferentes tamaños no disueltos, tiene un olor y sabor fuerte muy distintivo posee un ph entre 3.6 y 4.2 (Li et al., 2007). La composición puede variar de acuerdo a la alimentación de las abejas, el lugar y el tiempo de producción. Así como también por los métodos de análisis de contenidos utilizado (Sabatini et al., 2009).



Figura 4. Celda con contenido de jalea real

De acuerdo a Sabatini et al. (2009) el contenido de agua puede ser mayor al 60%, con una actividad aw por encima del 0.92, sin embargo muestra una considerable estabilidad microbiana. En cuanto al contenido proteínico es la parte más representativa de la porción seca que se encuentra en un rango de entre el 27 al 41%. Los carbohidratos se encuentran contenidos en un promedio del 30%, compuestos por monosacáridos como la fructuosa y la glucosa, estos pueden encontrarse contenidos en un 90% del total de azúcares donde la fructuosa es el prevalente. La fracción lipídica puede variar de concentración de entre un 8 a un 19%, representa uno de los componentes más importantes, compuesta principalmente por ácidos orgánicos entre un 80 a un 90%, entre ellos el 10-hidroxi-2-decenoico, que pueden encontrarse en altas concentraciones y disminuye con el almacenamiento, la presencia de este componente en la jalea real es un criterio para determinar la adulteración de la misma. Finalmente el contenido mineral representa de entre un 0.8 a un 3% del contenido, los elementos con mayor concentración se encuentran en el siguiente orden de mayor a menor K, Ca, Na, Mg, Zn, Fe, Cu and Mn (Sabatini et al., 2009).

2.3 Almacenamiento y conservación

Debido a su composición, la jalea real es termolábil y fotosensible por lo que requiere condiciones específicas para un adecuado almacenamiento y preservación como por ejemplo utilizar frascos opacos y mantenerla a temperaturas menores a los 4° C.

De acuerdo a Sabatini et al. (2009) la jalea real sufre cambios en el contenido de la enzima glucosa oxidasa por causa de la temperatura y el tiempo de almacenamiento. A una temperatura de 20°C decrece significativamente la enzima y se degrada completamente después de un año, incluso a una temperatura de 4°C se puede observar degradación evidente pero moderada de la enzima.

Debido al alto contenido de agua de la jalea real, en la literatura se propone el proceso de liofilización para una mejor preservación de esta sustancia. Sin embargo las comprobaciones hechas por Li et al., (2007) demuestran que es posible el almacenamiento de la jalea real natural a una temperatura de 4°C, lo cual previene la degradación proteica y enzimática, sin sufrir alteraciones significativas.

2.4 Factores que inciden en la producción

2.4.1 Plagas y Enfermedades

Las abeja como todo organismo vivo está propenso a enfermedades, estas pueden tener un efecto negativo sobre la producción, de los diferentes productos que provienen de la colmena (OIRSA, 2012). Según Calderón et al. (2007) las enfermedades que tienen mayor prevalencia en Costa Rica y afectan a la abeja adulta son Nosemiasis y Varroosis, esto correspondiente a datos del 2005, en cuanto a Acariosis hubo una prevalencia muy baja, ya que los resultados en los muestreos en su mayoría fueron negativos.

De las enfermedades mencionadas en el párrafo anterior la única que puede representar un problema en la producción de jalea real es la Nosemiasis, la cual es producida por el microsporidio *Nosema spp* que afecta el tracto digestivo de la abeja obrera, esta a su vez pasa y

afecta a otros órganos y tejidos entre ellos las glándulas hipofaríngeas encargadas en gran parte de la producción de la jalea real, disminuyéndola o dejando de producirla. Por otra parte los efectos de este microsporidio en las reinas es la disminución de la postura provocando una reducción en la población de la colonia afectando por tanto directamente la productividad (OIRSA, 2012)

2.4.2 Estacionalidad y cambio climático

La estacionalidad y los cambios de los ciclos anuales y el cambio climático representan un factor importante en la producción apícola, ya que estos influyen directamente sobre los recursos florales que las abejas requieren para su subsistencia, afectando la densidad de la población o tasas de crecimiento (Memmott et al., 2007). Además, las variaciones en la temperatura y la humedad producto de los cambios en el clima, pueden influir negativamente en las abejas, lo cual contribuye a generar un ambiente propicio para el desarrollo de ciertos patógenos que producen enfermedades como: la Ascosferosis que se desarrolla en condiciones de alta humedad y la Nosemosis que prospera en condiciones similares.

Sin embargo es posible contrarrestar los efectos del cambio climático aplicando medidas de manejo como el cambio de reinas resistentes, la renovación de marcos, así como también evitando la manipulación de la colmena bajo condiciones adversas (Álvarez, 2017) y la alimentación continua cuando disminuye el recurso floral

2.4.3 Africanización

El concepto de africanización surge al darse el cruce de la abeja europea con la africana. La abeja africana fue introducida en Brasil en el año de 1956 bajo el programa de mejoramiento genético del doctor Kerr. Del grupo de abejas africanas que fueron sometidas a selección algunas escaparon por accidente dando como resultado la hibridación con las poblaciones de abejas de origen europeo, lo que dio origen al proceso de africanización en América (Martínez et al., 2017).

La abeja africanizada se caracteriza por tener un elevado comportamiento defensivo, de pillaje y una alta tasa de reproducción y migración (enjambrazón) lo que dificulta el manejo. Lo anterior provoca que la actividad productiva se vuelva laboriosa y de alto costo (Medina, 2015). Es posible mitigar los efectos de la africanización a través de procesos de selección, donde se elijan solo aquellas características deseables que contribuyan al fin productivo, ya sea la producción de miel, jalea real o propóleos.

2.5 Condiciones en la colmena para la producción de jalea real

2.5.1 Estado (tamaño) de la colmena

La reducción del espacio debido al crecimiento poblacional, es uno de los factores que producen el estímulo a enjambrar de las abejas melíferas, se desconoce con precisión cuál es la razón por la que existe una relación entre la enjambrazón y la crianza de reinas pero en lo que se coincide es la aglomeración de individuos, lo cual también tiene relación con las temporadas de verano donde hay mayor oportunidad de alimento. Según Simpson con un aumento de crías de obreras y de zánganos aumenta la probabilidad de que haya presencias de celdas reales (Simpson, 1972). Lo anterior contribuye a que se pueda dar una mayor aceptación de traslarves y además al haber un mayor crecimiento de la población hay más posibilidades de que las celdas reales puedan ser abastecidas con suficiente alimento larval.



Figura 5. Colmena en óptimas condiciones para el proceso de producción de jalea real

2.5.2 Alimentación

La alimentación (néctar y polen) es un factor que también juega un papel muy importante como estímulo para el desarrollo y la producción de la jalea real, estudios demuestran que el valor nutricional del polen y / o los sustitutos del polen influyen en el desarrollo de glándulas hipofaríngeas y de su cuerpo, incluso pueden aumentar sustancialmente la esperanza de vida de la abeja en invierno (Maurizio, 1950). Hay que tomar consideraciones en el momento donde se empieza a escasear el néctar, las colonias deben trasladarse donde el recurso floral puede proporcionar néctar abundante, en el caso de que no sea posible el traslado de las colmenas se debe suministrar alimentación suplementaria con polen y jarabe. Se recomienda aplicar 100g de jarabe por colmena en la siguiente proporción azúcar:agua | 1:2 – 1:1 y en el caso del polen utilizar un marco completo por colmena (Chen et al. 2002).



Figura 6. Foto de la izquierda panal con polen, foto de la derecha aplicación de alimentación líquida 1:1

2.6 Producción de jalea real

En la actualidad no existen datos concretos sobre la producción de jalea real en Costa Rica, se tiene conocimiento de que algunos criadores de reinas practican la actividad, pero no a una escala comercial. Sin embargo fuera de nuestras fronteras uno de los países que más produce jalea real, es China y según Zheng et al., (2011) tiene una participación del 95% a nivel mundial, se estima que se exportan alrededor de 3000 toneladas métricas de jalea real por año, según Zheng su éxito se debe en primer lugar a la crianza y selección de linajes altamente productivos en jalea real, práctica extendida en casi todas las provincias chinas y en segundo lugar al

desarrollo de técnicas y herramientas que contribuyen en gran medida al alto rendimiento en la producción de jalea real que va desde los 300g a 5kg por colmena anualmente, se apuesta a la investigación y al desarrollo de técnicas e instrumentos que faciliten la producción de jalea real, lo que les da una gran ventaja comparado con Costa Rica por la falta de programas de selección y mejoramiento genético.

Deh-Fecng et al. (1981), afirman que China tiene una producción anual de 100 toneladas de jalea real, que mayormente es utilizada para la fabricación de medicamentos y productos nutritivos de alta calidad, muy utilizada para diferentes afecciones en productos como tablas de uso oral, miel cristalizada, chocolates y vinos. Menciona además que este país exporta gran cantidad de este producto a países como Japón, Estados Unidos y al sudeste asiático anualmente.

A partir de ambos artículos podemos deducir que existe una importante oportunidad comercial para la jalea real, en la cual china se ha venido desarrollando, a tal punto de lograr optimizar la producción, tanto así que no solo se produce para la exportación, sino también para la utilización en formulaciones de sub-productos donde es posible obtener un mayor retorno de la inversión.

2.6.1 Método Doolittle

Doolittle es uno de los métodos más utilizados para la crianza y también es utilizado para la producción intensiva de jalea real, donde se traslada la larva de la obrera joven (12 o 24 horas de eclosionadas) a una copacelda artificial (Sagarpa, 2014).

Para el desarrollo del método Doolittle es necesario tener colmenas fuertes y en un estado óptimo que incentive la aceptación y construcción de celdas reales como se menciona en el punto 7.3.1. Se requieren de colmenas iniciadoras y criadoras. Estas colmenas servirán para la aceptación y el desarrollo de las celdas reales.

2.6.2 Colmena iniciadora

Es una colmena huérfana (sin reina) de al menos 24horas, puede ser una colmena pequeña pero con abundantes nodrizas, debe mantenerse la alimentación, esta colmena iniciará la construcción de las celdas reales y la aceptación de las larvas trasferidas. (Cruz, 2014)

2.6.3 Colmena criadora

Son dos cámaras de crías en la cámara inferior se mantiene la reina con la cría operculada, en la segunda cámara se encuentran los marcos de alimento, la cría sin opercular y allí es donde se introduce el marco de traslarve. Ambas cámaras se encuentran separadas por un excluidor de reinas (Cruz, 2014)

2.6.4 Traslارve

Es la transferencia de la larva de 1 a 3 días de edad, a las celdas reales, donde van a ser alimentadas con jalea real por las abejas nodrizas. Las larvas mayores a los 3 días de edad tienen un mayor estado de desarrollo por lo que contendrán menor jalea real en relación a las demás (Ruttner, 1982), por esta razón la preferencia debe inclinarse por larvas de menos de 24 horas de edad, como las utilizadas en métodos estándar para la producción de jalea real en China según Cao (2016) en la figura 7 se muestra el proceso de traslarve.

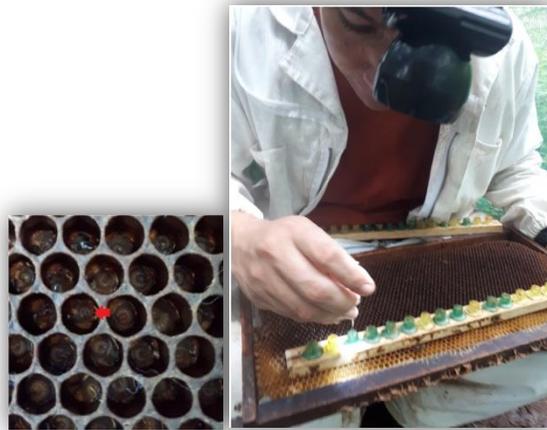


Figura 7. Proceso de traslarve, foto izquierda panal con larvas, foto derecha traslado de larvas del panal a las celdas artificiales.

2.6.5 Sustrato para traslarves

Según un estudio realizado por Pickard et al. (1983) para que se dé una mejor aceptación de los traslarves se debe utilizar un mínimo de jalea real pura o diluida en agua. La razón es porque el

sustrato proporciona la humedad suficiente para prevenir la deshidratación de la larva después del traslarve lo que mejora el porcentaje de aceptación (Contreras et al. 2017), ver figura 8.



Figura 8. Preparación del sustrato para traslarve.

3 Materiales y Métodos

3.1 Ubicación

Este estudio se realizó en el Colegio Técnico Profesional Ricardo Beer, donde se eligió una de las parcelas que se encuentra a 150 metros de las instalaciones educativas, rodeadas de vegetación y cercada. Esto permitió que fuese un punto estratégico tanto por la seguridad de las personas como de las colmenas y por la facilidad del acceso a los equipos de medición (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Detalles técnicos del sitio donde se desarrollara el proyecto



Colegio Técnico Profesional Ricardo Beer (CTP Ricardo Beer)

Nivel: Secundaria

Condición: Pública

Modalidad: Técnica

Jornada: Diurna

Director: Ruben Salas Salazar

Provincia: Alajuela

Cantón: Orotina

Distrito: Orotina

Coordenadas GPS: 9°54'18.5"N 84°32'03.0"O

3.2 Población de estudio

Se utilizaron dos colmenas de la especie de *Apis mellifera*, provenientes de apicultores de la zona, en su mayoría son de origen genético africanizado, con reinas relativamente nuevas. El criterio de selección fue, que cada colmena tuviera una buena población de abejas y en dos alzas.

3.3 Tipo de estudio

Se realizó un estudio exploratorio, en dos fases. La primera fase se realizó durante los meses de febrero a marzo y la segunda durante los meses de mayo a junio del 2019. Es importante mencionar que ambas fases presentan diferencias estacionales muy marcadas (época seca y época lluviosa respectivamente).

3.4 Fases del estudio

3.4.1 Primera fase

Durante la primera fase del estudio se realizó la preparación del apiario y la gestión para la obtención de colmenas, las cuales fueron aportadas por la Asociación de Apicultores del Pacífico Central (APIPAC) (ver cuadro 2), provenientes de apiarios de la zona de Esparza, Orotina y zonas aledañas. Al encontrarse en las cercanías del punto donde se realizará el proyecto, ayudó a que hubiera un menor impacto al cambio de zona sobre las colmenas y una fácil adaptación.

Cuadro 2. Detalles técnicos de la asociación de apicultores APIPAC.



Dentro de la primera fase se realizaron 5 pruebas de rendimiento, durante los meses de febrero a marzo del año 2019, los cuales se encuentran en la temporada seca y que también aún presentan un alto flujo nectarío.

3.4.2 Segunda fase

En esta fase se construyó una carpa en el apiario para realizar traslarves en el mismo, esto permitió mejorar los tiempos de traslarve y evitar la afectación con el pillaje.

En la segunda fase se realizaron 3 pruebas de rendimiento, durante los meses de mayo a junio del 2019.

Una vez que se obtuvieron los rendimientos se procedió al cálculo de costos asociados a la actividad y la inversión requerida para iniciar.

3.5 Preparación de apiario.

Se preparó el lugar donde se colocaron las colmenas, se eliminó la vegetación baja de modo que se pudiera situar el apiario en un lugar que estuviese libre de malezas, luego dentro de la parcela se hizo un cercado del perímetro de 20x30mts donde se instalaron las colmenas, adicionalmente se colocaron avisos de prevención en el portillo de entrada a la parcela y en el portillo de entrada al apiario.



Figura 9. Fotografía de apiario experimental

3.6 Material vivo

Con el fin de estandarizar y estabilizar las unidades de producción se revisaron y alimentaron previo a la realización del estudio. Luego se eligieron 2 colmenas para la evaluación, estas colmenas fueron reforzadas con panales de cría provenientes de colmenas donadoras al dar inicio la evaluación, con esto se consiguió tener condiciones óptimas y similares en ambas colmenas. Seguidamente se identificó cada una de las colmenas al igual que los marcos de traslarve (marco con las celdas reales).

Se utilizaron 2 marcos uno por colmena para los traslarves, cada marco con 30 celdas cada uno.



Figura 10. Fotografía de colmena en estudio

Se trabajó con colmenas tipo Langstroth, fuertes y en un estado óptimo para la evaluación.

A cada colmena utilizada en la evaluación se le dio un estado óptimo en el que debió estar compuesta de 10 panales en cámara de cría y 10 panales en cámara de producción, distribuidos de la siguiente manera:

Cámara de cría

- 2 marcos con alimento (miel o polen / suplementos)
- 3 marcos con cría abierta
- 3 marcos con cría operculada
- 2 marcos con láminas

Cámara de producción

- 1 marco de celdas reales (marco de producción)
- 2 marcos con alimento (miel o polen / suplementos)
- 2 marcos con cría abierta larvas apunto de opercular.
- 4 marcos con cría operculada por nacer.
- 1 alimentador (con alimentación estimulante)

3.7 Material y Equipo

3.7.1 Materiales

El material es accesible y de fácil obtención, con el fin de que el proceso de producción de la jalea real pueda ser replicado con facilidad. Actualmente existen proveedores del material requerido en el país, por lo que en su mayoría es de fácil acceso.

3.7.1.1 *Materiales para la producción*

- 60 celdas reales plásticas
- 2 marcos de madera para traslarve, cada marco debe tener 2 reglillas donde se colocaran 15 celdas reales en cada reglilla para un total de 30 por marco.
- 2 toallas húmedas, 1 para cubrir el marco de traslarve y la otra para cubrir el panal donador.
- 1 recipiente del tamaño de una tapa de refresco pet para diluir el sustrato, debe realizarse una disolución de jalea real con agua destilada en una proporción de 1:1.
- 1 pincel para colocar el sustrato en cada celda real.
- Recipientes de preferencia color ámbar de 50ml para recolectar la jalea real de las celdas reales.
- 1 pinza metálica para traslarve puede ser hecha de rayos de bicicleta.
- 1 cuchilla o cutter para cortar las cópulas de las celdas reales.
- 1 lámpara con una iluminación que no emita calor (Led).



Figura 11. Materiales para producción de jalea real.

3.7.1.2 Materiales para identificación y etiquetado

- 1 caja de chinchas (tachuelas) de color para el marcado e identificación de colmenas y marcos.
- Etiquetas para identificar cada colmena.

3.7.2 Equipo

Los equipos requeridos para la producción de jalea real son accesibles, e imprescindibles para el desarrollo del proyecto entre ellos está el equipo básico de apicultura (de protección y para el manejo de colmenas) y el equipo para conservación y almacenamiento.

3.7.2.1 Equipo para el almacenamiento y conservación

- Hielera para el almacenamiento de la jalea real.
- Gel refrigerante para mantener la temperatura baja en la hielera.

3.7.2.2 Equipo de protección

- Overol
- Velo
- Guantes de caucho

- Botas
- Sombrero o casco

3.7.2.3 Equipo para manejo de colmenas

- Ahumador
- Espátula
- Escobilla
- Equipo de medición (Balanza analítica, termo-higrómetro)

3.8 Instalación de carpa

Se realizó la instalación de una carpa de campo dentro del cercado del apiario, con el fin de reducir los tiempos de translarves y proporcionar protección al momento de realizarlo, se utilizarán 15m x 2m de malla sarán que será colocado en un espacio de 3m², alrededor de 4 bases.

3.9 Alimentación estimulante para la producción de jalea real

Se utilizó alimentación con el fin de dar un estímulo a la colmena y mantenerla en constante desarrollo como se menciona en el punto [2.5.1](#) y [2.5.2](#) Se aplicaron 100g de jarabe de azúcar (azúcar y agua en proporción 1:1), dicha solución se preparó en el apiario con azúcar morena y agua de la llave a temperatura ambiente, se agito hasta quedar completamente disuelta y por último se aplicó el día 1 con un alimentador tipo Doolittle.

3.10 Pruebas de rendimiento

Se realizaron las pruebas de rendimiento en dos fases, en la primer fase se ejecutaron 4 pruebas de rendimiento en las que se requirieron únicamente 3 días para una sola prueba, debido a que las colmenas se encuentran fuertes y con recursos abundantes, pero para la segunda fase fue necesario efectuar una pequeña modificación a la metodología, lo que añadió un día más (4 días) para realizar la prueba, esto debido a que se dio un cambio de estacionalidad, minimizando las

condiciones ideales para la producción, lo que debilitó las colmenas, a tal punto de que se disminuyó la aceptación de los traslarves. La modificación consistió en incluir una colmena iniciadora en la que se realiza la aceptación de las larvas, luego se trasladan a la colmena criadora, encargada de proveer el alimento larval.

Al final de la prueba se realizará una revisión total en los panales de cría en la cámara de producción de las colmenas criadoras, cuidando de que no existan celdas reales hechas por las obreras, en caso de que exista alguna celda real se procederá a la destrucción total de la celda.

3.10.1 Pruebas de rendimiento primera fase

Se utilizaron dos colmenas criadoras con reina (colmenas de recría), a las cuales se les colocó una tabla divisoria con excluidor entre la cámara de cría y la cámara de producción, para que la reina no tenga influencia sobre la cámara de producción, quedando esta misma en estado de orfandad. Se utilizaron 3 días para realizar cada prueba de rendimiento estas se ejecutaron durante los meses de febrero a marzo del presente año como se detalla en el cuadro 3.

Cuadro 3. Cronograma de actividades de la primera fase, para las pruebas de rendimiento.

Día	Actividad
1	Se realizó la preparación de las colmenas criadoras y se introdujo marco de traslarve para que fuese aromatizar por la colmena y por último se aplicó la alimentación estimulante.
2	Se trasladaron las larvas del panal a las celdas reales plásticas y se introdujo marco con las celdas reales.
3	No se realizó actividad este día.
4	Con mucho cuidado retiraron los marcos que contenían las celdas reales, para luego realizar el proceso de cosecha. Ese mismo día se realizó el lavado y desinfección de las copaceldas el objetivo fue retirar los residuos de cera y jalea real dentro de la celda.

3.10.2 Pruebas de rendimiento segunda fase

Se añadió una colmena iniciadora sin reina, para obtener mayor aceptación de traslarves, luego se trasladaron las celdas aceptadas a una colmena criadora la cual provee del alimento larval. Esto se realizó debido a la época lluviosa, en la cual se presenta escasez de recursos y hay un menor desarrollo de las colmenas, en consecuencia menos posibilidades de tener aceptación de celdas reales. Se utilizaron 4 días para realizar cada prueba de rendimiento en esta fase, se ejecutaron durante los meses de mayo a junio del presente año como se detalla en el cuadro 4.

Cuadro 4. Cronograma de actividades de la segunda fase, para las pruebas de rendimiento.

Día	Actividad
1	Se preparó cada colmena iniciadora, se colocó suficientes abejas nodrizas, un alimentador, un panal con polen, un panal con cría operculada y el marco de traslarve para su aromatización en cada colmena iniciadora.
2	Veinticuatro horas después se tomaron los marcos de traslarve de la colmena iniciadora y se realizó la transferencia, una vez finalizado el proceso de transferencia se volvieron a colocar los marcos en su sitio. Se realizó la preparación de las colmenas criadoras, donde se subieron panales con cría operculada por nacer uno con larvas, se deja el espacio para el marco de traslarve y se le coloca alimentación y panales con polen, se procuró dejar la reina en la cámara de cría y se le colocó el excluidor junto con la tabla divisoria.
3	Se verificó la cantidad de celdas aceptadas en cada colmena iniciadora, una vez verificado el dato, se colocaron los marcos de traslarves en las colmenas iniciadoras.
4	No se realizó actividad este día.
5	Con mucho cuidado se retiraron los marcos que contenían las celdas reales, para luego realizar el proceso de cosecha. Ese mismo día se realiza el lavado y desinfección de las copaceldas el objetivo es retirar los residuos de cera y jalea real dentro de la celda.

3.10.3 Proceso de cosecha, almacenamiento y conservación.

Para este proceso se requirió el uso de una balanza analítica con tres decimales de exactitud. Previo a la cosecha, se registró el peso neto del recipiente a utilizar antes de comenzar el proceso. Se utilizó un recipiente por cada colmena (ver cuadro 5).

Cuadro 5. Pasos del proceso de cosecha para las pruebas de rendimiento.

Paso	Actividad	
1	Con un cutter o cuchilla se retiró el exceso que se encuentra en la copacelda, seguidamente se tomó el dato del peso 1.	
2	Se removió la larva cada celda, para luego tomar el peso 2.	
3	Se procedió a realizar la extracción de la jalea real con una espátula de acero inoxidable. Se almacenó en el recipiente. Una vez extraído el contenido de la copacelda se procedió a tomar el peso 3.	
4	Luego se volvió a pesar el recipiente con el contenido total de jalea real recolectada. Una vez extraída la jalea real, para su conservación se introdujo en una hielera que contenía compresas de gel refrigerante congelado para mantener la temperatura (no mayor a 4°C).	

3.10.4 Procedimiento para el cálculo de rendimientos.

Para el cálculo del peso de la larva se obtuvo de la siguiente fórmula:

$$PL = P1 - P2$$

El cálculo de los rendimientos por celda se obtuvo del peso del total de jalea real por celda y se utilizó la siguiente fórmula:

$$PTJR = (P1 - P3) - PL$$

Los rendimientos por colmena se obtuvieron de dos formas, primero la suma total de las celdas del marco, segundo por la diferencia de pesos del recipiente valor inicial menos valor final:

$$PT = |PF - PI|$$

**PL: peso de la larva, P1: celda real con larva y jalea real, P2: celda real sin larva, P3: celda real vacía, PTJR: peso total de la jalea real, PF: peso final del recipiente, PI: peso inicial del recipiente, PT: peso total del recipiente.

3.10.5 Análisis estadístico empleado

Se realizó un análisis inferencial con pruebas de normalidad utilizando el estadístico de Anderson-Darling, con un valor de significancia de 0.05 y también se utilizaron pruebas para determinar diferencias significativas como: Anova de un solo factor, la prueba de la mediana de Mood y Kruskal-Wallis, para todas se denota como valor alfa de 0.05. También se realizaron pruebas para determinar si existe diferencias con respecto a una constante específica como: t de una muestra y Wilcoxon de una muestra. Todas estas pruebas se realizaron utilizando las herramientas estadísticas de Minitab 18.

3.11 Costos asociados e inversión inicial

Para el análisis de los costos se desarrollaron diferentes escenarios tomando en cuenta los costos asociados a la producción de 10 colmenas y utilizando 100 celdas reales en cada colmena.

Según el análisis técnico en la primera fase es cuando se obtienen mejores rendimientos y se presentaron valores más estables, de manera que se plantea producir durante los cuatro primeros

meses del año de enero a abril, ya que presentan condiciones similares a los meses de la primera fase (febrero marzo). También se plantea que se realice una cosecha por semana.

De tal modo se realizaron dos flujos de efectivo uno para una persona que realizará la actividad desde cero y otro para un apicultor que se encuentra ejerciendo la actividad con 30 colmenas.

Se calcula una utilidad con un margen del 45%, Este porcentaje se obtuvo, de acuerdo a lo que menciona (Garry et al., 2017) sobre el beneficio por producción de miel, se pretende superar el beneficio a obtener para 10 colmenas según Garry y generar un precio competitivo de la jalea real para el productor. Aplicada a los costos de producción, esto generará un precio que estará en función al porcentaje de aceptación de las celdas reales a la hora de realizar el traslarve.

Se analizaron 3 escenarios con diferentes niveles de aceptación 50%, 80% y 90% de manera que podrá realizar una comparación entre los precios de mercado, tanto a nivel nacional como a nivel internacional.

3.11.1 Costos de producción

3.11.1.1 Cálculo de mano de Obra

Dentro de los costos de producción se encuentra la mano de obra, para el cálculo de la mano de obra por ley en Costa Rica según decreto N° 41434-MTSS, el salario mínimo de un trabajador calificado es de ₡ 11,471.53 por jornada ordinaria (8 horas), es decir ₡ 1,433.94 por hora, se estima el tiempo requerido para la producción de jalea real en una sola colmena con 100 celdas es de 3.45 horas, distribuido en tres días. Por lo que el costo total es de ₡ 4,947.10 por cosecha a la semana.

3.11.1.2 Insumos requeridos para la producción

Se requiere de ciertos insumos como agua y azúcar para la alimentación en proporciones de 50ml: 50g respectivamente y frascos para el almacenamiento de la jalea real, por cada proceso de producción, es decir por cada cosecha. Los precios y costos totales requeridos para la producción se definen en la siguiente tabla 2, donde se calculan junto a los costos por mano de obra.

Tabla 2. Cálculo de los costos de producción por cosecha a la semana de una colmena de abejas de *Apis mellifera*.

Gasto	Costo Unitario	Cantidad Requerida	Total
Mano de obra 1 persona	1,433.94	3.45	¢4,947.10
Alimentación agua	1	50ml	¢50.00
Alimentación azúcar	0.42	50g	¢20.94
Frascos de vidrio 60ml	796.72	1	¢796.72
		Total	¢5,814.76

3.11.2 Costos fijos y variables.

Se realizó el cálculo en base a 10 colmenas, utilizando 100 celdas en cada colmena, de modo que se recopiló una lista de materiales y de equipo requerido para la producción, los cuales se detallan en el Anexo 1. Dentro de la lista podemos encontrar todo lo necesario para llevar a cabo la actividad, entre los materiales que se tomaron en cuenta están: celdas reales plásticas, los marcos de traslarves entre otros. También dentro de la lista se puede encontrar: equipo básico de apicultura (de protección y manejo) necesarios para llevar a cabo la actividad apícola, así como también el equipo necesario para el almacenamiento y conservación de la jalea real, el cual es muy importante para preservar la integridad física-química del producto. En el Anexo 1 se adjunta la lista de materiales y equipo necesario para desarrollar la actividad, estos materiales se clasificaron de la siguiente manera:

3.11.2.1 Costos variables

- Costos variables: son aquellos en los que se haya incurrido para transformar las materias primas e intervienen directamente en la productividad, dentro de estos costos tenemos: la cantidad de colmenas a utilizar y los materiales de producción. Por lo que el monto de los costos variables para determinar la inversión inicial durante el año cero son de ¢965,350.00.

- Dentro del rubro de costos variables se encuentran los costos de producción que ascienden a un monto de ¢930,361.90 por año. Así como también de mantenimiento de colmenas, se estima un cambio del 50% de los marcos después del año cero y el otro 50% al año siguiente, es decir que en una colmena de 20 marcos se cambiaran aproximadamente 10 marcos por colmena y por año, el costo de insumos (alambre, tachuelas y ojetes) es de aproximadamente de ¢75.00 por marco y en el caso de la cera, la misma cera retirada será fundida y recuperada para luego ser laminada. El costo del laminado es de ¢ 90.00 por lámina aportando la cera fundida, esto generará un costo total de ¢16,500.00 por año para las 10 colmenas. Ambos costos (producción y mantenimiento) son tomados en cuenta a partir del año uno.

3.11.2.2 Costos fijos

- Costos fijos son aquellos que sin importar la cantidad de unidades producidas se mantienen fijos durante el periodo entre ellos están: la carpa de protección, los equipos de producción, los equipos de protección, los equipos de manejo y el equipo de refrigeración. Estos costos se presentan durante el año cero y ascienden a un monto de ¢227,478.22.

3.11.3 Inversión inicial

Se tomó como inversión inicial la suma de los costos fijos y variables del año 0 para 10 colmenas, la cual asciende a un monto de ¢1,192,828.22, esto para el caso de una persona que desee iniciar la actividad desde cero.

4 Discusión y Resultados

4.1 Análisis estadístico de los rendimientos primera fase

Los datos obtenidos en la primera fase fueron analizados a través de la herramienta de Minitab donde se les aplicó una prueba de normalidad, en la cual se obtuvo un nivel de significancia $p >$

0.05, según se puede observar en la gráfica 1, que muestra el patrón muy normal de rendimientos de jalea real por celda.

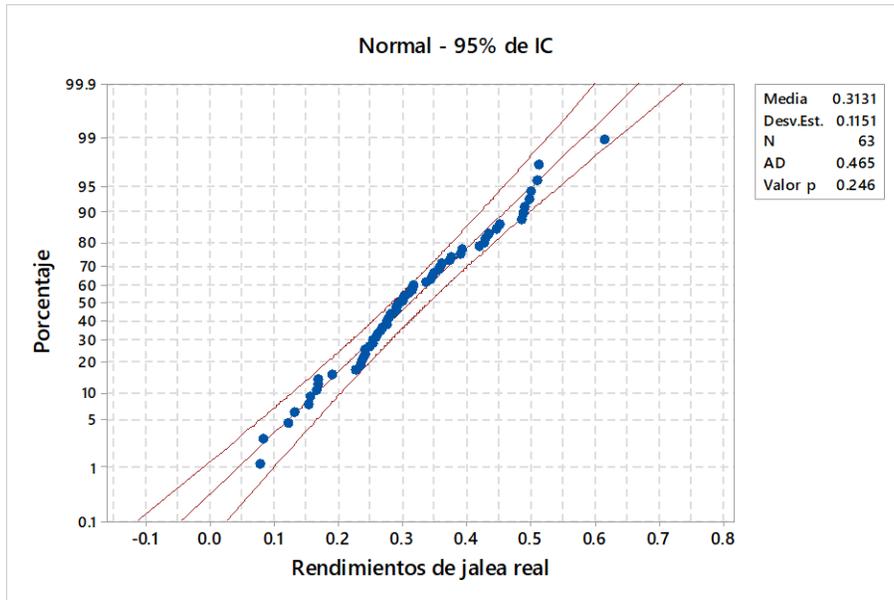


Figura 12. Prueba de normalidad y probabilidad de rendimientos de jalea real por celda real, primera fase

Bajo la metodología empleada se obtuvo un rendimiento promedio de 313 ± 115 mg por celda real, donde el rendimiento máximo de jalea real por celda fue de 614 mg, realizando comparaciones con algunas referencias como en el caso de Ruttner, (1982) que obtuvo un promedio de 250 mg de jalea real, lo cual es un valor que se encuentra por debajo del intervalo de confianza (0.284 – 0.342) y muestra diferencias significativas con un valor de $p < 0.05$ según la prueba de t de una muestra que se le realizó. Otro estudio con el que se puede realizar comparación es con el de Şahinler et al., (2005), bajo una metodología y condiciones similares obtuvieron un rendimiento promedio de 292 ± 8 mg por celda real, dado su media no es posible decir que existen diferencias significativas con un valor de $p > 0.05$ con el promedio obtenido en el estudio por lo que se puede comparar con los valores obtenidos por Şahinler, esto se puede comprender mejor al observar la gráfica de la figura 13.

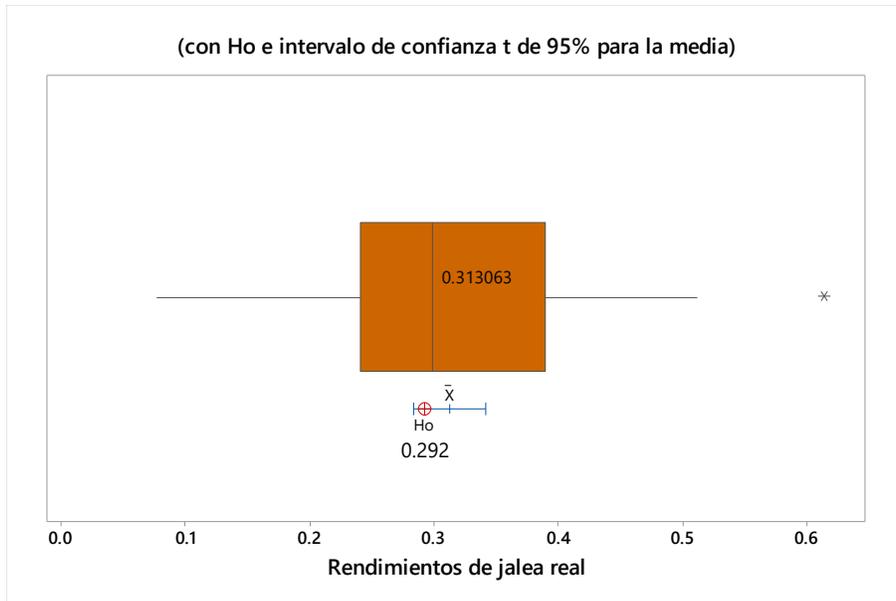


Figura 13. Diferencias entre rendimientos de jalea real, dada una media hipotetica de 0.292g

Es demasiado prematuro realizar comparaciones con estudios de China, pero basados en los datos de Chen et al., (2002) donde se indica que los rendimientos de producción chinos se encuentran entre los 400mg y más, es bastante alentador decir hay una probabilidad del 22% de obtener valores similares al estándar de producción chino, esto lo podemos apreciar mejor en la gráfica de la figura 14.

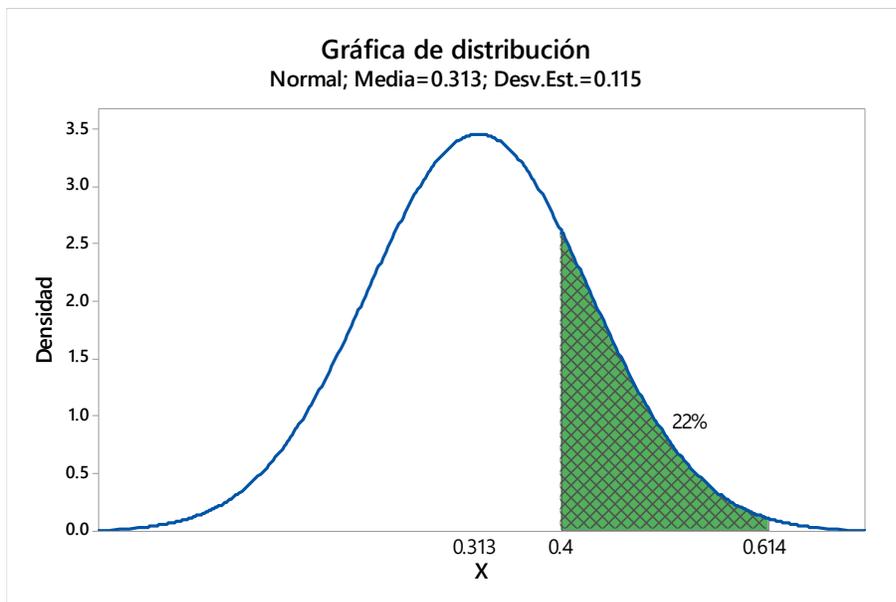


Figura 14. Probabilidad acumulada de obtener rendimientos entre 400 y 614mg

Existen factores que evidentemente influyeron en las pruebas de la primera fase de este estudio, ya que existen diferencias significativas entre los rendimientos medios de ambas colmenas, donde el valor de significancia es $p \leq 0.05$, es posible observar esa diferencia en la gráfica 15.

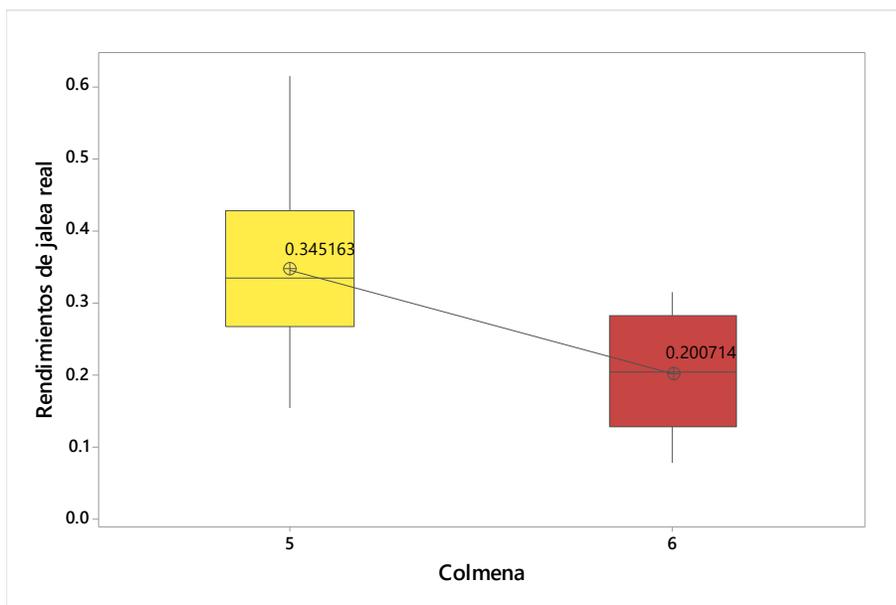


Figura 15. Diferencias de rendimientos entre las medias de cada colmena, primera fase.

Entre los factores que afectaron los valores de rendimientos y la aceptación de las celdas reales están:

El factor humano, la falta de experiencia y las técnicas empleadas solo pueden ser mejoradas con la práctica, estas variables influyen en los niveles de aceptación los cuales estuvieron entre 2 y 18 celdas aceptadas de 30 celdas en cada colmena en la mayoría de los casos la colmena 6 no supera el 50% como se muestra en la gráfica 16.

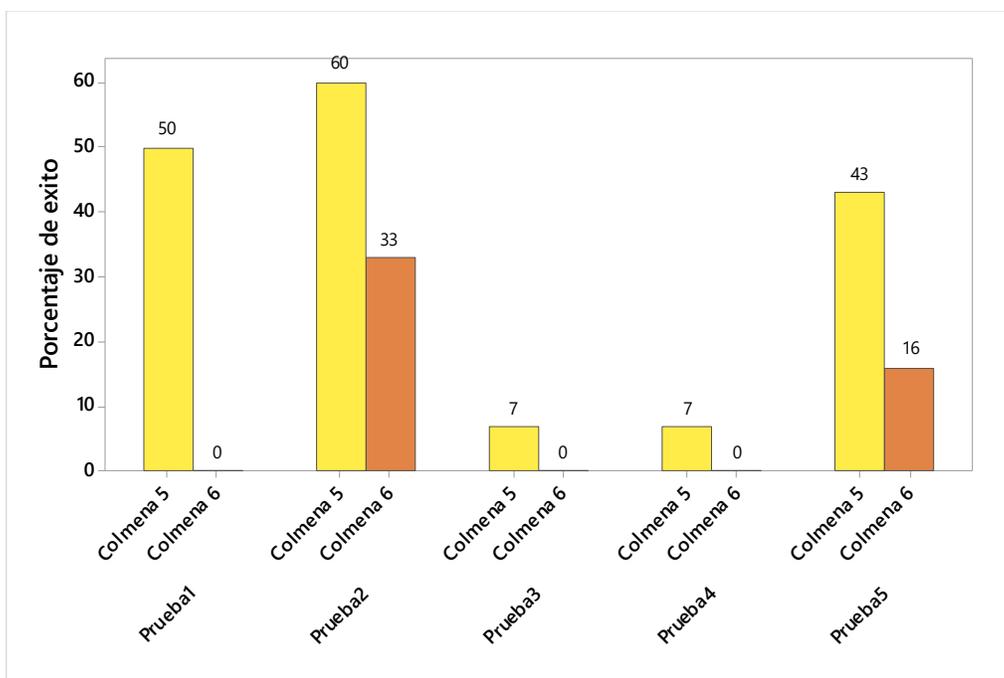


Figura 16. Representación del éxito obtenido por prueba y entre colmenas, primera fase.

Como se indica en el punto [2.6.4](#) el trasladar larvas mayores a 48 horas puede reducir los rendimientos y niveles de aceptación, también como se menciona en el punto [2.6.5](#), es importante brindar el sustrato correcto que brinde a la larva la hidratación adecuada y de esta manera evitar que muera por deshidratación. Por lo anterior podemos deducir que la duración de los procesos fuera de la colmena pueden exponer a las larvas seleccionadas a cambios bruscos de temperatura, humedad que pueden ocasionar que la aceptación disminuya y por consecuencia también los rendimientos. Es posible reducir los efectos de este factor a través de la práctica y del mejoramiento de la técnica a la hora de realizar el traslado de las larvas a las celdas artificiales.

Los factores biológicos como el desarrollo poblacional y las características genéticas, influyen directamente en los rendimientos. En el caso del tamaño de la población como se menciona en el punto [2.5.1](#), debe haber una población funcional (nodrizas de entre 5 a 15 días de edad) importante para que brinde el alimento larval necesario, esto también va ligado a las características genéticas productivas deseables, ya que las variaciones de factores intrínsecos a la actividad en cada colmena como el comportamiento agresivo. Algunas características muy

acentuadas como el pillaje y la enjambrazón como se mencionó en el punto 2.4.3 pueden influir en los rendimientos.

Se hace posible solventar estos factores a través de un buen manejo de las colmenas, y la inclusión de un buen programa de selección en el que se valoren características favorables a la producción de jalea real.

4.2 Análisis estadístico de los rendimientos segunda fase

Al realizar la comprobación de normalidad, el valor de p es menor al nivel de significancia $p < 0.05$, es decir que acepta la hipótesis alternativa, la cual indica que los datos no se distribuyen de manera normal como se muestra en la gráfica de la figura 17, al no obtener una distribución normal de los datos fue necesario la utilización de pruebas no paramétricas en el análisis de los mismos.

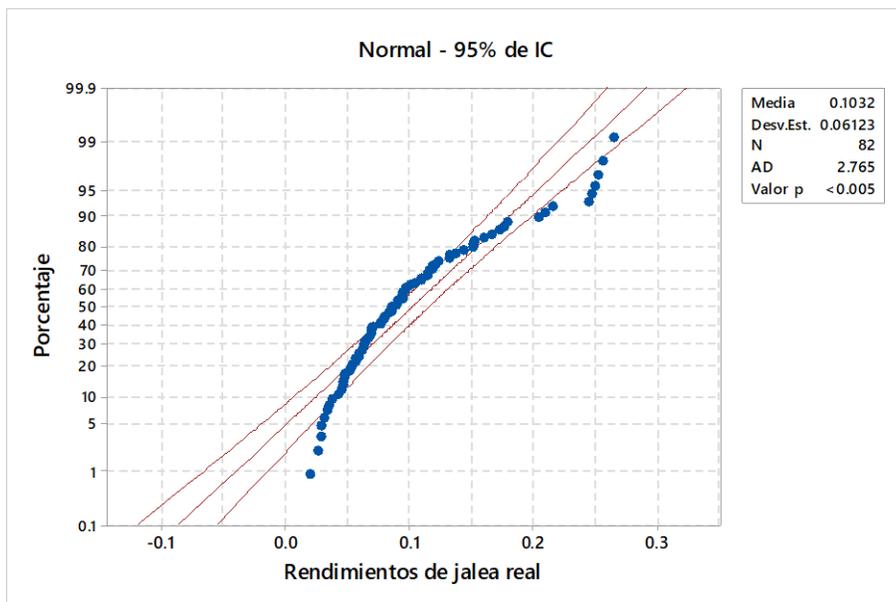


Figura 17. Prueba de normalidad (AD) y probabilidad de rendimientos de jalea real por celda, segunda fase.

Se utilizó la prueba no paramétrica de la mediana Mood, la cual se utilizó para determinar si existen diferencias significativas de rendimientos de jalea real entre las medianas de cada colmena. Para el caso de los rendimientos entre colmenas de la segunda fase se acepta la

hipótesis alternativa que indica que hay diferencias significativas, es decir que el valor de p es menor que el nivel de significancia del 0.05. Para respaldar esta prueba y potenciar los resultados se realizaron las pruebas de Kruskal-Wallis, donde la colmena número 9 presenta valores inferiores a los de la colmena número 10 estas diferencias se aprecian en la gráfica de la figura 18.

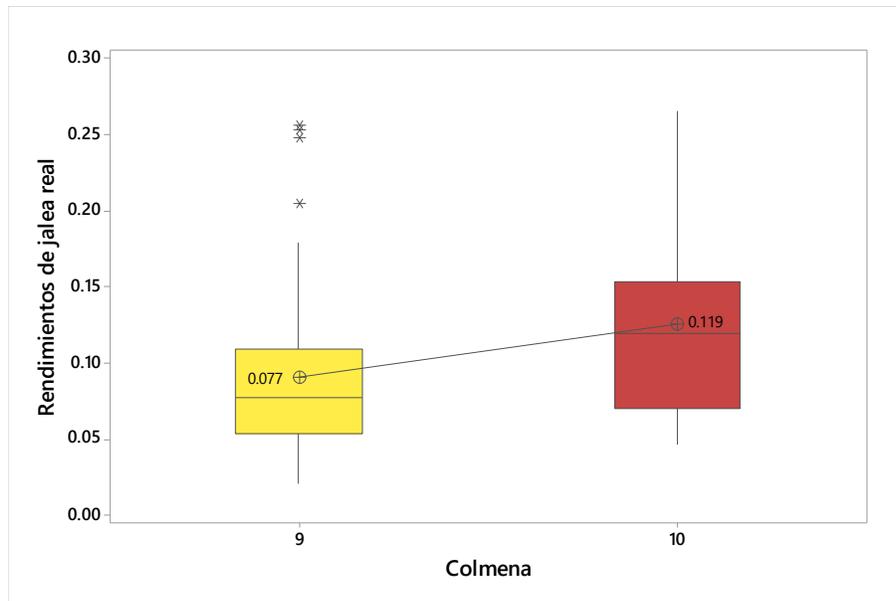


Figura 18. Diferencias de medias entre los rendimientos de jalareal por colmenas, segunda fase.

Para la segunda fase se mejora la práctica y se adapta la metodología a las circunstancias de la época, en la cual se presentan días muy lluviosos (ver figura 19).

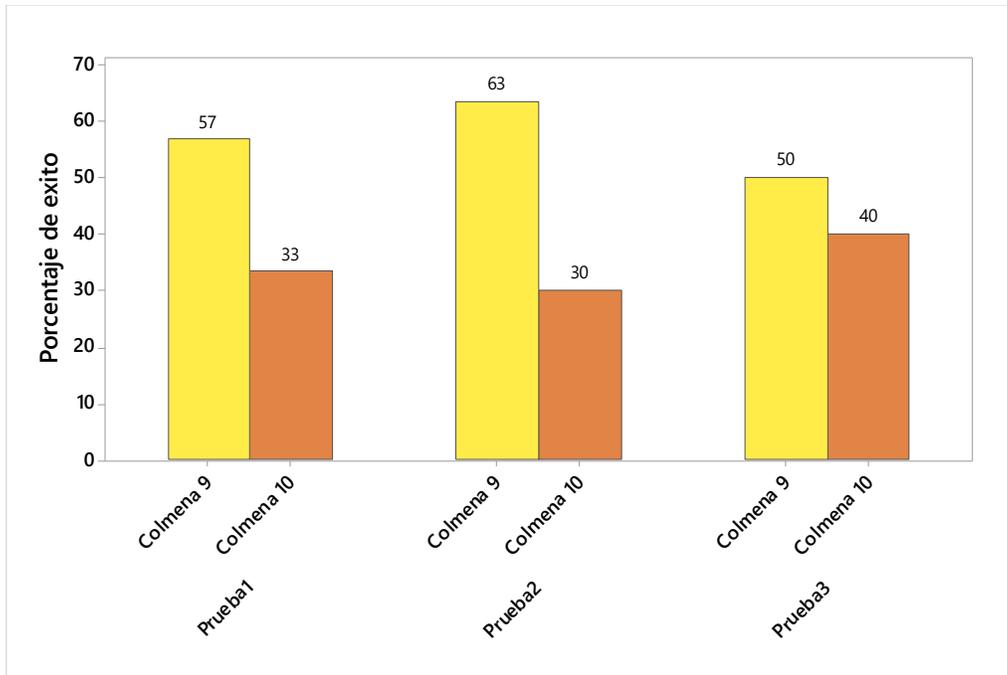


Figura 19. Representación del éxito obtenido por prueba y entre colmenas, segunda fase.

Al realizar la prueba de Wilcoxon de una muestra sobre los rendimientos de jalea real de la segunda fase, dada la mediana de la primera fase 0.299g, se puede decir que existen diferencias significativas entre las medianas de las dos fases indicando un valor de p menor a 0.05, como se muestra claramente en la gráfica de la figura 20. Podemos atribuir estos efectos al cambio de temporada como se menciona en el punto 2.4.2, esto puede influir en el desarrollo poblacional y en la disponibilidad de recursos, al haber menos recursos y menor población funcional, los rendimientos pueden disminuir como lo que sucedió en la segunda fase.

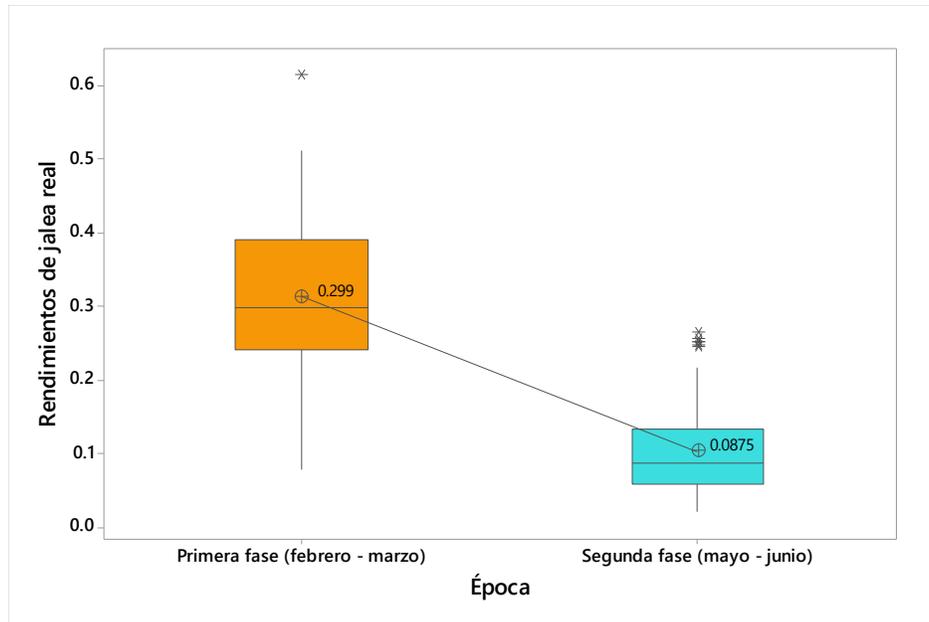


Figura 20. Diferencias de rendimiento por celda entre primera fase (1) y segunda fase (2).

Finalmente se puede decir que durante la primera fase se obtuvieron rendimientos aceptables, es posible producir durante los meses de febrero a marzo dada las condiciones y la metodología en la que se hicieron las pruebas de rendimiento.

En cuanto a los resultados de la segunda fase, el rendimiento por colmena fue menor dada las condiciones que se dieron entre los meses de mayo y junio. Durante las pruebas de la segunda fase se dio una importante disminución de la población y un aumento de los costos asociados a mayor tiempo de atención a las colmenas (mano de obra) y a materiales como una colmena extra, cajones de núcleos y alimentación suplementaria.

4.3 Análisis de factibilidad financiera

4.3.1 Flujos de efectivo

Se obtuvieron los costos asociados a la producción y aquellos necesarios para determinar la inversión inicial y la puesta en marcha de la producción, como se detalla en el punto 3.11 y en el anexo 1, todos los montos y precios de las listas están representados en moneda costarricense.

También se detalla en punto 3.11 la posibilidad de producir en un periodo de 4 meses, de enero a abril, realizando una cosecha por semana.

Para ambos flujos se utilizaron como base las siguientes proyecciones:

1. Una utilidad del 45% aplicada a los costos de producción por colmena.
2. El costo de producción más el margen de utilidad esperado se distribuye entre los rendimientos totales por colmena y con esto es posible calcular el precio de venta por gramo de jalea real, el precio podrá variar de acuerdo al porcentaje de aceptación de celdas esperado, ya que esto hace que el rendimiento baje o suba.
3. Todos los costos se calcularon en base a la producción de jalea real de 10 colmenas, usando 100 celdas por colmena.

4.3.1.1 Escenario para caso de una persona que inicia la producción de jalea real desde cero

Tomando en cuenta los datos anteriores se plantea un flujo de efectivo en el que una persona inicia la actividad desde cero, donde tendrá que pensar en la adquisición de todos los materiales y equipos para producir como se muestra en la siguiente tabla 4, es posible ver que a partir del año tres se comienza a generar un flujo de efectivo positivo y a partir del año cuatro se logra la estabilidad y vemos que el beneficio neto es de ₡402,162.85, el cual se obtiene del flujo neto menos el saldo inicial.

Tabla 3. Flujo de efectivo para una persona que inicie la actividad des cero

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Saldo Inicial	0.00	-1192,828.22	-790,665.37	-388,502.51	13,660.34
Total Ingresos	0.00	1,349,024.75	1,349,024.75	1,349,024.75	1,349,024.75
Costo Variables					
Colmenas	860,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mantenimiento de colmenas	0.00	16,500.00	16,500.00	16,500.00	16,500.00
Material para producción	105,350.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Costos de Producción					
Frascos de Vidrio 120ml	0.00	127,475.20	127,475.20	127,475.20	127,475.20
Mano de obra 1/ Pers.	0.00	791,535.57	791,535.57	791,535.57	791,535.57
Alimentación Agua	0.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00
Alimentación Azúcar	0.00	3,351.13	3,351.13	3,351.13	3,351.13
Total Costo Variables	965,350.00	946,861.90	946,861.90	946,861.90	946,861.90
Costo Fijos					
Equipo de manejo	40,100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo de protección	52,500.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Carpa de protección	11,755.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo de refrigeración	123,123.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Costo Fijos	227,478.22	0.00	0.00	0.00	0.00
Total de Gastos	1,192,828.22	946,861.90	946,861.90	946,861.90	946,861.90
Flujo neto del periodo	-1,192,828.22	-790,665.37	-388,502.51	13,660.34	415,823.20

4.3.1.2 Escenario para caso de un apicultor

Se propone un segundo flujo de efectivo dándose el escenario en el que un apicultor se encuentra trabajando con un mínimo de 30 colmenas, 20 colmenas utilizadas para producción de miel y 10 para la producción de jalea real. Como se muestra en la tabla 5, en esta segunda opción se han retirado los costos de equipo de protección y manejo, también el costo por la compra de 10 colmenas, esto genera un inversión inicial para el apicultor de ¢240,228.22 y se logra estabilizar los beneficios a partir del año dos, que de igual manera son ¢402,162.85 por año.

Tabla 4. Flujo de efectivo en caso de apicultor de inicio a la actividad.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Saldo Inicial	0.00	-240,228.22	161,934.63	564,097.49
Total ingresos jalea real		1,349,024.75	1,349,024.75	1,349,024.75
Costo Variables				
Mantenimiento de colmenas		16,500.00	16,500.00	16,500.00
Material para producción	105,350.00	0.00	0.00	0.00
Costos de Produccion				
Frascos de Vidrio 120ml	0.00	127,475.20	127,475.20	127,475.20
Mano de obra 1/ Pers.	0.00	791,535.57	791,535.57	791,535.57
Alimentación Agua	0.00	8,000.00	8,000.00	8,000.00
Alimentación Azúcar	0.00	3,351.13	3,351.13	3,351.13
Total Costo Variables	105,350.00	946,861.90	946,861.90	946,861.90
Costo Fijos				
Carpa de protección	11,755.20	0.00	0.00	0.00
Equipo de refrigeración	123,123.02	0.00	0.00	0.00
Total Costo Fijos	134,878.22	0.00	0.00	0.00
Total de Gastos	240,228.22	946,861.90	946,861.90	946,861.90
Flujo Neto del Periodo	-240,228.22	161,934.63	564,097.49	966,260.34

Costo de oportunidad del apicultor.

Según (Garry et al., 2017) en Costa Rica el beneficio total obtenido por un apiario de 30 colmenas es de ₡906,050.00, lo que significaría que de cada 10 colmenas se obtiene un beneficio ₡302,016.66 anuales por producción de miel.

Evidentemente hay un costo de oportunidad, suponiendo que no se va a producir miel en esas 10 colmenas. Pero se lograría una posible compensación, seleccionando colmenas bien pobladas en estado óptimo y trabajándolas en temporada de alto flujo nectarario y dedicándoles un manejo especial (evitando la enjambrazón al dar espacio a la colmena y dándole un buen ordenamiento a los marcos), de manera que también puedan producir miel, de modo que se les pueda aprovechar ambos beneficios. No obstante dentro de este estudio no se realizó ninguna prueba de rendimiento de la producción de miel durante el periodo de cosecha de jalea real.

4.3.2 Precios y porcentaje de aceptación de traslarves

La producción de jalea real dependerá del porcentaje de aceptación de los traslarves ya que es una variable que puede afectar los precios, lo que provocaría que sean más o menos competitivos, en comparación con los precios de mercado. Por esta razón se realizó una comparación de precios de jalea real fresca, de sitios de comercio electrónico (A) y jalea real importada ya en Costa Rica (B) ver tabla 6. Estos precios no incluyen los gastos de envío, ni impuestos, ni ningún otro costo adicional al precio de venta al consumidor.

Tabla 5. Tabla de precios de mercado jalea real fresca tiendas en línea e importada.

A) Amazon & ebay gramo	B) Importada gramo
¢104 - ¢481	¢228.00

Es por eso que se plantean 3 escenarios donde los precios son relativamente competitivos, el escenario 1, como se muestra en la tabla 7, podría ser uno de los primeros con el que se enfrente el apicultor debido al factor humano y biológico, pero es posible corregir estos factores con el tiempo, buenas prácticas y una buena selección del material genético. Los escenarios 2 y 3 de la tabla 7 son los que más se acercan a los precios de mercado (A y B ver tabla 6) aún así hay precios de importación aún más bajos que los de A y B pero el comprador no estará seguro de obtener una jalea real de óptima calidad comprando a estos precios, especialmente porque la jalea real es una sustancia que requiere que se le garantice un buen proceso de conservación y almacenamiento como se menciona en el punto 2.3, de lo contrario podría perder las características y propiedades beneficiosas.

Ventajas competitivas de la jalea real producida en Costa Rica.

La jalea real producida en el país tiene tres ventajas competitivas: primeramente ambas opciones A y B son productos que provienen de fuera del país consecuentemente habrá un riesgo de obtener, como se mencionó anteriormente, un producto que no es de buena calidad. La segunda razón que se podría tomar como una ventaja competitiva es el hecho de que sería un producto 100% nacional —mano de obra, producción e inversión nacional—, y como tercera ventaja es

que si el apicultor está generando sub-productos, al agregar la jalea real en alguno de ellos podría incorporarle un mayor valor agregado.

Tabla 6. Escenarios beneficios, precios y producción anual de jalea real.

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Aceptación de traslarves	50%	80%	90%
N Colmenas	10	10	10
N Celdas	100	100	100
Margen de utilidad	45%	45%	45%
Mano de obra (persona)	1	1	1
Promedio g/colmena	0.313	0.313	0.313
Rendimientos/colmena	15.65	25.04	28.17
Costo Prod/colmena	5,814.76	5,814.76	5,814.76
Utilidad	2,616.64	2,616.64	2,616.64
Precio/colmena	8,431.40	8,431.40	8,431.40
Precio/g	538.75	336.72	299.30
Producción Anual/ g	2 504.00	4 006.40	4 507.20
Ingreso por venta	1,349,024.75	1,349,024.75	1,349,024.75
Costos	946,861.90	946,861.90	946,861.90
Beneficio	402,162.85	402,162.85	402,162.85

5 Conclusiones

1. Técnicamente, es posible obtener rendimientos considerables de producción de jalea real, bajo las condiciones climáticas y el método empleado, en la zona del Pacífico Central.
2. Para mejorar los rendimientos de obtención de jalea real en época de escasez, se deben tomar en cuenta los siguientes factores: el factor ambiental, el cual influye directamente en el tamaño de la población y el estado de la colmena, debido a los cambios de temperatura, humedad y disponibilidad del recurso floral. Además, el factor humano, relacionado a la logística durante el estudio, fue un factor fundamental debido a la lejanía del apiario y el no poder mantener las colmenas en condiciones óptimas durante el periodo de escasez.
3. En relación a la factibilidad financiera, considerando los costos asociados y la inversión inicial, es posible decir que para un apicultor es factible producir jalea real durante los 4 meses proyectados de la época de verano, dado a que la inversión inicial es menor que a la de una persona que inicie la producción de jalea real desde cero.

6 Recomendaciones

1. Se recomienda producir la jalea real, durante la época de verano ya que se presentan las condiciones idóneas de temperatura y humedad, así como abundancia de recursos (néctar y polen), lo cual incide en los rendimientos de producción.
2. Para considerar una producción de jalea real, en la época de invierno se recomienda la implementación de un programa de alimentación, para estimular y mantener las colmenas estables, durante la época de escasez de recursos (néctar y polen).
3. Para aquella persona que quiera dedicarse a la producción de jalea real, es importante que tenga conocimientos básicos sobre la crianza de reinas, además de iniciar una selección del material genético de su apiario, estableciendo para la producción de jalea real aquellas colmenas con características y comportamientos favorables para la producción. Actualmente, como un producto derivado del presente trabajo de investigación se encuentra en proceso de elaboración una guía que pueda ayudar al sector apícola costarricense a incursionar en el proceso de producción de jalea real.

7 Bibliografía

- Álvarez. A, Jiménez. L, Ortiz. E, Ruíz. I, Orozco. R. (2017). *Influencia de las condiciones ambientales en la presentación de Ascospferosis (Ascosphaera apis) o cría de cal en (Apis mellifera) (abeja)*. Abanico veterinario, 7(3), 37-46. <https://dx.doi.org/10.21929/abavet2017.73.4>
- Calderón, R., Fallas, N. Sánchez, L. (2007) *Detección de enfermedades en abejas africanizadas en Costa Ric*. Revista Ciencias Veterinarias. Recuperado de <http://revistas.una.ac.cr/index.php/veterinaria/article/download/3676/3531>
- Columbia Gorge beekeepers association. (2019). *Honey bees tend to queen cell filled with royal honey*. Oregon and Washington. Recuperado de <http://www.gorgebeekeepers.org/>
- Contreras, C., Contreras, F., Macias, J., Tapia, J., Petukhova, T., Guzman, E. (2017). *Effect of Different Substrates on the Acceptance of Grafted Larvae in Commercial Honey Bee (Apis Mellifera) Queen Rearing*, Journal of Apicultural Science, 61(2), 245-251. doi: <https://doi.org/10.1515/jas-2017-0019>
- Chen, S., Su, S., Lin X. (2002) *An introduction to high-yielding royal jelly production methods in China*. Bee World, 83:2, 69-77, DOI: 10.1080/0005772X.2002.11099543
- Cruz, W. (2014). *Evaluación del método doolittle simplificado en la multiplicación de reinas, en tres razas de abejas (apis mellifera) en la localidad de sapecho del municipio de palos blancos*. Recuperado de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/4166>
- Deh-Feng, M., & Wen-Cheng, H. (1981). *Apiculture in the New China*. Bee World, 62(4), 163–166. doi:10.1080/0005772x.1981.11097840
- Doolittle, G. (1889) *Scientific queen-rearing as practically applied*. Chicago. T. G. Newman.
- Garry, S., Parada, A., Salido, J. (2017) *Incorporación de mayor valor en la cadena de la miel y productos derivados de la colmena en el Pacífico Central, Costa Rica*. CEPAL. Naciones Unidas. Recuperado de

<https://www.cepal.org/es/publicaciones/42232-incorporacion-mayor-valor-la-cadena-la-miel-productos-derivados-la-colmena>

- Hacienda. (2018) *Estadísticas de Exportaciones 2018*. Dirección General de Aduanas. Ministerio de Hacienda. Costa Rica. C.A. Recuperado de <https://www.hacienda.go.cr/contenido/14376-estadisticas-de-exportaciones-2018>
- Henri, C. (2012). *Tratado de Apicultura, El conocimiento y el cuidado de la abeja, las técnicas apícolas y los productos de la colmena*. Editorial Omega. Barcelona
- Hilmi, M., Bradbear N., Mejia D. (2011) *Beekeeping and sustainable livelihoods*. Diversification booklet number 1 2^{da} Edition, FAO, Roma. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i2462e.pdf>
- Kamakura, M. (2011). *Royalactin induces queen differentiation in honeybees*. *Nature*, 473(7348), 478–483. doi:10.1038/nature10093
- Krell, R. (1996) *Royal Jelly*. In *Value Added Products from Beekeeping*. FAO Agricultural Services Bulletin No. 124, FAO, Rome, Italy. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/w0076E/w0076e00.htm#con>
- López, K. (2011) *Mercado mundial de la miel de abeja*. PROCOMER. Costa Rica. Recuperado de http://servicios.procomer.go.cr/aplicacion/civ/documentos/Miel%20de%20abeja_Jul-2011.pdf
- Li, J., Wang, T., & Peng, W. (2007). *Comparative analysis of the effects of different storage conditions on major royal jelly proteins*. *Journal of Apicultural Research*, 46(2), 73–80. doi:10.1080/00218839.2007.11101371
- Martínez, L., Martínez, J, Cetzal, W. (2017) *Biología de la abeja*. Universidad Autónoma de Campeche. México. Recuperado de http://www.academia.edu/download/55714539/2017_Martinez-Ayala_et_al._Apicultura.pdf#page=17
- Memmott, J., Craze, P., Waser, N., Price, M. (2007) *Global warming and the disruption of plant–pollinator interactions*. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1461-0248.2007.01061.x>

- OIRSA. (2012). *Patología, diagnóstico y control de las principales enfermedades y plagas de las abejas melíferas* Recuperado de [https://www.academia.edu/38504063/Manual_de_patologia_- Abejas_OIRSA_Mexico_1_](https://www.academia.edu/38504063/Manual_de_patologia_-_Abejas_OIRSA_Mexico_1_)
- Pardeep K., Arshdeep K. (2014) *Influence of Different Factors on Graft Acceptance in Apis mellifera Linnaeus colonies during Autumn in Punjab*. Punjab Agricultural University, Ludhiana, Punjab, INDIA. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.690.4875>
- Pickard, R., Kither, G. (1983) *Acceptance of Transplanted Worker Larvae by Queen-Cell Starter Colonies*. Journal of Apicultural Research, 22:3, 169-174, DOI: 10.1080/00218839.1983.11100583
- Ramírez, J. (Enero 2005). *Cria de Reinas (Parte IV) Producción de Reinas vírgenes africanizadas*. Notas Apícolas Costarricense. Volumen N° 10, p.6-7.
- Repretel. (11 de Marzo de 2019). *Alertan venta de miel de abeja adulterada*. Repretel.com. Recuperado de <http://www.repretel.com/actualidad/alertan-venta-miel-abeja-adulterada-145037>
- Rodríguez, S. (19 Mayo 2017) *El cambio climático amenaza la miel, pero los apicultores no se dan por vencido*. Ojo al Clima. ojoalclima.com. Recuperado de <https://ojoalclima.com/cambio-climatico-amenaza-la-miel-los-apicultores-no-se-dan-vencidos/>
- Ruttner, F. (1982) *Cría de Reinas. Bases fisiológicas e indicaciones técnicas*. Rumania, Bucarest. Monografías Apimondia.
- Sabatini A., Marcazzan G., Caboni M., Bogdanov, S., Almeida-Muradian, L. (2009) *Quality and standardisation of Royal Jelly*. Journal of ApiProduct and ApiMedical Science. 1. 1-6. Doi: 10.3896/IBRA.4.01.1.04.
- Sagarpa. (2014) *Manual de Cría de Abejas Reina*. Editado, Coordinación General de Ganadería (México). Recuperado de <http://www.sagarpa.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20apcolas/Attachments/7/manreina.pdf>

- Simpson, J. (1972). *Recent Research on Swarming Behaviour, Including Sound Production*. Bee World, 53(2), 73–86. doi:10.1080/0005772x.1972.11097409
- Sommeijer, M. (Septiembre 1999). *Sistema de alimentación en la abeja melíferas (Apis mellifera L.* Notas Apícolas. Volumen N° 5, p.5-6.
- Van Veen, J., Arce, H. (octubre de 1993) *Situación actual y perspectivas de la apicultura en Costa Rica*. MAG. IX Congreso agronómico nacional. Costa Rica. Recuperado de http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_ix/#HERMES_TABS_1_2
- Zheng, H., Wei, W., Hu, F. (2011) *Beekeeping Industry In China*. Bee World, 88(2), 41–44. doi:10.1080/0005772x.2011.11417406

8 Anexos

8.1 Anexo 1: Lista de costos

Costos variables

Colmenas	Cantidad	Precio	Total
Compra de 10 colmenas	10	86,000.00	860,000.00

Material para producción	Cantidad	Precios	Total
Marco de madera 3 Líneas	10	1,000.00	10,000.00
Copaceldas	1000	75.00	75,000.00
Toallas o Paños	4	500.00	2,000.00
Pinzas de traslarves	1	10,000.00	10,000.00
Lámpara Led	1	3,000.00	3,000.00
Cutter / Cuchilla	1	5,000.00	5,000.00
Pincel	1	350.00	350.00

Costos de producción	Cantidad	Monto	Total
Costos de producción 10 colmenas	10	93,036.19	930,361.90

Costos fijos

Carpa de protección	Cantidad	Precio	Total
Cedazo malla sarán 15mts	15	783.68	11,755.20

Equipo de manejo	Cantidad	Precio	Total
Ahumador	1	30,100.00	30,100.00
Espátula	1	5,000.00	5,000.00
Escobilla	1	5,000.00	5,000.00

Equipo de protección	Cantidad	Precio	Total
Traje	1	40,000.00	40,000.00
Guantes con cubierta de codo	1	12,500.00	12,500.00

Equipo de refrigeración	Cantidad	Precio	Total
Refrigerador	1	96 564.54	96 564.54
Compresa Gel Hielo	1	11,710.00	11,710.00
Hielera	1	14,848.48	14,848.48