



**REGION NOR-OCCIDENTAL**

**CADENA DE MIEL**

**SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS COMO SUSTITUTOS DEL POLEN, SOBRE  
CRÍAS DE ABEJAS Y SU EFECTO EN LA COLMENA.**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL**

Ing. Laura Paulina Castillo Rodríguez

**AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN**

Katheleen Cindy María Ortiz Bámaca

**QUETZALTENANGO, AGOSTO 2,019**



*Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta publicación es responsabilidad de sus autores y de las instituciones a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implican la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan.*

## **SIGLAS Y ACRÓNIMOS**

<b><i>ADASOG</i></b>	<i>Asociación de Apicultores del Sur Occidente de Guatemala</i>
<b><i>ANDEVA</i></b>	<i>Análisis de Varianza</i>
<b><i>CATIE</i></b>	<i>Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.</i>
<b><i>CIPAC R.L.</i></b>	<i>Cooperativa Integral de Producción Apicultores de Cuilco.</i>
<b><i>CONAPI</i></b>	<i>Asociación Civil Comisión Nacional de Apicultores.</i>
<b><i>COPIASURO R.L</i></b>	<i>Cooperativa de Apicultores del Sur Occidente.</i>
<b><i>CUNOC</i></b>	<i>Centro Universitario de Occidente.</i>
<b><i>IICA-CRIA</i></b>	<i>Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.</i>
<b><i>m.s.n.m</i></b>	<i>Metros sobre el nivel del mar.</i>
<b><i>MYCOTOX LAB</i></b>	<i>Análisis Alimentos Micotoxinas y Otros.</i>
<b><i>USDA</i></b>	<i>Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.</i>
<b><i>USAC</i></b>	<i>Universidad de San Carlos de Guatemala.</i>

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Antecedentes investigativos.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Marco conceptual.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.1 Stevia .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.2 Panela .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.3 Sacarosa .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.4 Harina de maní.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.5 Harina de haba.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.6 Harina de amaranto.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.7 Escala zoológica de la abeja (Apis mellifera). .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3 Integrantes de la colmena.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Ovoposición .....</b>	<b>10</b>
<b>2.5 Producción de miel.....</b>	<b>10</b>
<b>2.6 Producción de Polen .....</b>	<b>10</b>
<b>2.7 Alimentación artificial.....</b>	<b>10</b>
2.7.1 Suplementación energética .....	10
2.7.2 Definición de proporción 2:1 .....	11
2.7.3 Suplementación proteica .....	11
<b>2.8 Calidad de la miel.....</b>	<b>12</b>
2.8.1 Características relacionadas con la madurez .....	12
2.8.2 Características relacionadas con la limpieza .....	12
2.8.3 Características relacionadas con el deterioro .....	12
2.8.4 Características relacionadas con la inocuidad .....	14
<b>2.9 Aumento de la población .....</b>	<b>14</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 General.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>4. HIPÓTESIS .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 Nula (H<sub>0</sub>).....</b>	<b>17</b>

<b>4.2 Alternativa (Ha) .....</b>	<b>17</b>
<b>5. MATERIALES Y METODOLOGÍA .....</b>	<b>18</b>
<b>5.1 Localidad y época.....</b>	<b>18</b>
5.1.1 Enfoque metodológico _____	18
5.1.2 Ubicación geográfica _____	18
5.1.3 Ubicación del experimento _____	18
5.1.4 Localización _____	18
5.1.5 Temporalidad _____	18
5.1.6 Descripción de la investigación _____	19
5.1.6.1 Obtención del material _____	19
5.1.6.2 Elaboración del suplemento proteico y energético _____	19
5.1.6.3 Distribución del suplemento _____	20
<b>5.2 Diseño Experimental.....</b>	<b>21</b>
<b>5.3 Modelo estadístico .....</b>	<b>21</b>
<b>5.4 Descripción de los tratamientos.....</b>	<b>21</b>
<b>5.5 Tamaño de la unidad .....</b>	<b>22</b>
<b>5.6 Croquis del ensayo de campo.....</b>	<b>22</b>
<b>5.7 Recursos .....</b>	<b>22</b>
<b>5.7.1 Humanos .....</b>	<b>22</b>
<b>5.7.2 Físicos .....</b>	<b>23</b>
5.7.2.1 Material para la elaboración de Torta nutritiva _____	23
5.7.2.2 Material apícola para el manejo de colmenas. _____	23
5.7.2.3 Material empleado en la extracción de productos apícolas _____	23
5.7.2.4 Otros materiales _____	23
<b>6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
<b>6.1 Variables de respuesta .....</b>	<b>25</b>
6.1.1 Descripción de las variables de respuesta _____	25
6.1.2 Dosificación del suplemento alimenticio _____	25
6.1.3 Aceptación de los tratamientos dentro de las colmenas _____	26
6.1.4 Consumo del suplemento proteico y energético en las colmenas _____	26
6.1.5 Aumento en el peso de la población _____	27
6.1.6 Cantidad de marcos con cría y reserva de miel. _____	29
6.1.7 Determinar el costo de los tratamientos. _____	29
<b>6.2. Análisis efectuados .....</b>	<b>30</b>
6.2.1. Análisis de varianza _____	30
6.2.2. Análisis de medias _____	31
6.2.3. Análisis económico _____	33

<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>35</b>
<b>8. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>38</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional del maní.....	6
Tabla 2. Composición nutricional del Haba .....	7
Tabla 3. Composición química y nutricional de la semilla de Amaranto.....	8
Tabla 4. Escala zoológica de la Abeja. ....	9
Tabla 5. Proporción de jarabes convencionales .....	11
Tabla 6. Porcentaje de agua y relación con Grados Brix de la miel de abeja Apis mellifera L. ....	13
Tabla 7. Regla de Farrar .....	15
Tabla 8. Dosificación del suplemento .....	25
Tabla 9. Control sobre aumento de población .....	27
Tabla 10. Costos.....	33
Tabla 11. Cronograma de actividades .....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elaboración de jarabe convencional-----	11
Figura 2. Bloques completos al azar. -----	22
Figura 3. Gráfica sobre consumo de suplemento -----	26
Figura 4. Gráfica del aumento de la población en colmenas por tratamientos. -----	29
Figura 5. Informe de resultado, Amaranto-Stevia -----	42
Figura 6. Informe de resultado, Amaranto- Azúcar -----	42
Figura 7 Resultado análisis de miel, Amaranto-Panela-----	43
Figura 10. Resultado análisis de miel, Haba-Azúcar-----	43
Figura 11. Informe de resultado de análisis, Haba-Stevia -----	44
Figura 12. Informe de resultado de análisis de miel, Haba- Panela-----	44
Figura 13. Informe de análisis de miel, Manía-Stevia. -----	45
Figura 14. Informe de análisis de miel, Manía-Panela-----	45
Figura 15. Informe de análisis de miel, Manía-Azúcar-----	46
Figura 16. Equipo de trabajo, Técnicos de COPIASURO R.L e Investigadoras -----	47
Figura 17. Apiario de investigación-----	48
Figura 18. Evaluación de marcos previo a la investigación -----	48
Figura 19. Pesaje inicial de colmenas .....	49
Figura 20. Distribución de tratamientos-----	48
Figura 21. Tostado de semillas-----	49
Figura 22 Descascarilladode semillas -----	49
Figura 23. Suplemento proteico y energético-----	49
Figura 24. Control de temperatura en colmenas-----	49
Figura 25. Toma de datos sobre temperatura en colmenas-----	50
Figura 26. Incorporación de suplementos dentro de colmenas-----	50
Figura 27 .Evaluación de avances de colmenas -----	50
Figura 28. Control sobre cámara de cría en colmenas -----	51
Figura 29. Control y mantenimiento de colmenas -----	51
Figura 30. Aprovechamiento de suplemento en colmenas -----	51
Figura 31. Verificación de aumento de población en colmenas -----	51
Figura 32. Comparación de marcos (aumento de población en colmenas)-----	52
Figura 33. Pesaje final de colmenas-----	52
Figura 34. Presupuesto -----	53

## RESUMEN

En los últimos años la actividad apícola en Guatemala se ha visto afectada por situaciones como falta de políticas de desarrollo, tecnología poco adecuada, propagación de enfermedades y además de esto; no se encuentran fuentes de polen y néctar durante todo el año especialmente en época lluviosa, puesto que pocas plantas florecen y el exceso de agua cuele el néctar de las flores.

El Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria -CRIA- administrado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA, a finales del año 2016 contrató al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE- a realizar diversos estudios en diferentes sectores agropecuarios del país, y con eso determinar las necesidades de cada una de las cadenas, formulando y desarrollando proyectos de investigación para solucionar los puntos críticos de cada sector; para hacer un diagnóstico de la Cadena de miel de abejas en la región Sur-noroccidental de Guatemala.

El principal objetivo del trabajo fue evaluar fuentes de suplementación proteica y energética para la alimentación de abejas (*Apis mellifera*) en época de carencia de flor polinífera, favoreciendo al rendimiento y desarrollo de la colmena; tanto en el aumento de postura de reinas y por ende al aumento de población de la colmena, durante la investigación se contó con la participación de los actores locales, con quienes se identificaron los problemas que afronta la apicultura en nuestro país; habiéndose identificado como uno de ellos: la alimentación de colmenas en épocas en donde no existe floración aledaña a los apiarios.

De esta manera contribuir al sector apícola guatemalteco, introduciendo una nueva tecnología de manejo en los apiarios; adoptando estrategias para el sustento de colmenas mientras esté presente la época de lluvia.

El ensayo se realizó en uno de los apiarios de investigación de la Cooperativa de Producción Integral Apicultores del Sur Occidente, COPIASURO RL. Ayutla, San Marcos, utilizando un diseño experimental de bloques completamente al azar; en donde se evaluaron nueve tratamientos preparados con harinas ricas en proteína y edulcorantes naturales como fuente energética; los cuales formaron parte de un suplemento alimenticio en forma de una torta de 250 gramos que fue distribuido dentro de cada una de las colmenas.

Se tabularon los datos tomados durante el desarrollo de la investigación y se determinó que el mejor tratamiento fue el de harina de amaranto + jarabe de panela. Debido a que se obtuvo un aumento significativo en la población de las colmenas suministradas con este tratamiento.

## ABSTRACT

In recent years the beekeeping activity in Guatemala has been affected by situations such as lack of development policies, inadequate technology, spread of diseases and in addition to this; no sources of pollen and nectar are found throughout the year, especially in the rainy season, since few plants bloom and the excess water filters the nectar from the flowers.

The Regional Agricultural Research Consortium Program -CRIA- administered by the Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture-IICA, at the end of 2016 hired the Tropical Agricultural Research and Higher Education Center -CATIE- to carry out various studies in different agricultural sectors of the country, and with that determine the needs of each of the chains, formulating and developing research projects to solve the critical points of each sector; to make a diagnosis of the honey bee chain in the south-northwest region of Guatemala.

The main objective of the work was to evaluate sources of protein and energy supplementation for the feeding of bees (*Apis mellifera*) during the lack of pollinifera flower, favoring the performance and development of the hive; both in the increase of queens position and therefore to the increase of population of the hive, during the investigation was counted with the participation of the local actors, with whom the problems that apiculture faces in our country were identified; having identified as one of them: the feeding of beehives in times where there is no bloom bordering the apiaries.

In this way, contribute to the Guatemalan apiculture sector, introducing a new management technology in the apiaries; adopting strategies for beehive sustenance while the rainy season is present.

The trial was conducted in one of the research apiaries of the Cooperativa de Producción Integral Apicultores del Sur Occidente, COPIASURO RL. Ayutla, San Marcos, using an experimental design of blocks completely at random; where nine treatments prepared with protein-rich flours and natural sweeteners as an energy source were evaluated; which were part of a food supplement in the form of a cake of 250 grams that was distributed inside each of the hives.

The data taken during the development of the research were tabulated and it was determined that the best treatment was amaranth flour + panela syrup. Because there was a significant increase in the population of the hives provided with this treatment.

## 1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala se practica la apicultura desde los tiempos precolombinos cuando los antiguos mayas manejaron las colonias de abejas nativas con la intención de obtener miel de agradable sabor, alta capacidad de nutrición y efectos medicinales. La apicultura es el arte de la cría y mantenimiento de las abejas con visión a obtener de su trabajo, miel, cera, polen y jalea real como principales productos de la colmena (Jean y Medori, 1981). Las colonias tienen momentos de abundante y equilibrado suministro natural de alimentos y en ocasiones, existe un gran déficit de algunos nutrientes que su organismo requiere (Cervantes, 2010).

En los últimos años la actividad apícola en Guatemala se ha visto afectada por situaciones como falta de políticas de desarrollo, tecnología poco adecuada, propagación de enfermedades y además de esto no se encuentran fuentes de polen y néctar durante todo el año especialmente en épocas de invierno, ya que pocas plantas florecen y el exceso de agua cuele el néctar de las flores. La escasez de floración polinífera, puede ocasionar baja de peso, desordenes corporales, debilidad en las abejas adultas y una disminución en la capacidad productiva lo que ocasiona mortalidad y reducción en la población de la colmena. Por lo que a lo largo del tiempo los apicultores han implementado la utilización de sustitutos alimenticios que funcionen como fuente energética, como estímulo para la reina en la postura de huevos y con esto mantener el número de crías y por ende una colonia vigorosa capaz de producir miel en cualquier época (Omar Argüello Nájera, 2010).

El principal objetivo de la apicultura moderna es elevar el rendimiento de las colmenas por encima de los costos para obtener la máxima rentabilidad. Para lograrlo, es necesario considerar la incorporación de algunos elementos claves como la alimentación artificial que suplementa tanto la parte energética que sustituirá el néctar como la parte proteica que sustituye el polen. El polen, cuyo constituyente más importante para las abejas es la proteína, es consumido por las obreras adultas y dado a las larvas de obreras y zánganos con más de tres días después de la eclosión del huevo. Un factor importante que disminuye la población, es el suministro insuficiente de polen, un polen con proteína cruda menos de 20% no puede satisfacer los requisitos de una colonia para la producción óptima (Somerville, 2000). Dietas suplementarias de polen que contengan de 15 a 20% de proteína son altamente apetecibles para las abejas (Mattila y Otis, 2006). El presente trabajo de investigación tiene como objetivo primordial generar información que contribuya a resolver el problema de la alimentación de las colonias en época de invierno debido a la ausencia de néctar y polen. Por lo que se evaluaron fuentes de suplementación proteica y energéticas para la alimentación de las abejas *Apis mellifera* y que favorezcan el rendimiento de la colmena.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes investigativos

Utilización de tres fuentes de proteína vegetal no tradicional en la alimentación de abejas y su efecto en la producción de miel y en el flujo de abejas. En esta investigación se estudió el uso de la harina de Prosopis (*Prosopis juliflora*), Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*), Gandul (*Cajanus cajan*) como una dieta alternativa, concluyéndose que el uso de la harina de Prosopis es la que produce mayor flujo de abejas y aumenta la producción de miel.

Luna y Herrera, (2012) determinaron que en su estudio “Alternativas de alimentación proteica en *Apis mellifera* y su efecto sobre la ovoposición en núcleos del invernadero”, los resultados del presente estudio experimental no indicaron que las tortas elaboradas y suministradas tuvieron un efecto positivo para aumentar la ovoposición de la reina y apoyar al crecimiento poblacional. Cada núcleo fue alimentado con una torta de distinto ingrediente, dichas tortas fueron a base de: 1) harina de maní. 2) harina de ajonjolí. 3) mezcla de harina de ajonjolí con harina de maní, estos como ingredientes principales acompañados de harina de arroz, de sorgo, y de maíz junto con miel y polen.

Robalino, (2012) determinó que los patrones de alimentación con azúcar y polen presentaron siempre mayor producción de jalea real, porcentaje de copas llenas y población de abejas ( $P < 0.05$ ) en comparación con las colmenas alimentadas sin polen, la alimentación con polen permite aumentar la producción de jalea real de una colmena en un 88.2% para tratamientos de 3 días y en un 206.6% para tratamientos de 4 días en su estudio “Efecto de dos tipos de alimento y dos tiempos de cosecha en la producción de jalea real”. Los tratamientos fueron la combinación de dos soluciones concentradas; una formulada con azúcar y agua y la otra azúcar, agua y polen granulado, con dos diferentes fechas de cosecha (tres y cuatro días después del traslarve) y un testigo. Se evaluaron tres parámetros: peso de jalea real cosechada, porcentaje de copas llenas y peso total de la colmena.

Burgos, (2012) en su trabajo “Comparación de la producción de polen con tres fuentes alternativas de proteína en la dieta de *Apis mellifera*” probó 3 dietas proteicas elaboradas con diferentes ingredientes vegetales. Se utilizaron 12 colmenas con trampas caza polen, divididas en 4 grupos: El primero recibió suplemento en jarabe a base de azúcar blanco; el segundo, dieta semisólida a base de harina de soya; el tercero, a base de harina de haba; y el cuarto, a base de harina de chocho. Los resultados muestran que la suplementación con pasta de soya resulta favorable en épocas de escasez, el uso de harina de chocho fue poco efectivo, y el de harina de haba tuvo resultados variables que no permiten determinar su efectividad.

Mahmood, et al., (2013), el ensayo “Influence of supplemental diets on *Apis mellifera* colonies for honey production.”, se ejecutó para investigar nutrientes alternativos al grano de polen. Dieciséis colmenas de abejas *Apis mellifera* fueron seleccionados por igual. Las colonias de abejas se dividieron en cuatro grupos de cuatro colonias cada una, los tratamientos fueron: T1 (dieta 250g por colonia: soja + levadura de cerveza + azúcar) T2 (dieta 250g por colonia levadura de cerveza + azúcar) T3 (dieta 250g por colonia maíz + levadura de cerveza + azúcar) T4 A (sólo azúcar). Es evidente que para el rendimiento de miel la dieta suplemento T2 producen significativamente alta producción.

Chávez, (2015) registró en su investigación Adaptación e enjambres nativos de abejas (*Apis mellifera*) con cuatro dietas de alimentación en el cantón “Guininde” que las dietas de alimentación, tuvieron efectos positivos en la parte productiva y reproductiva del T2 en reproducción patrones de postura 39.11. Con una dosis de pasta de soya con azúcar, frente al T1 con 11.34 reproducción patrones de postura como testigo. Lo que demuestra que los enjambres con mayor adaptación se reflejaron en el T2 3.0 frente al T1 0.0 enjambres adaptados en el tiempo de investigación. Se registró que en las unidades experimentales sometidas a investigación los costos se ven reflejados con mayor costo en el T2 39,4 dólares y con menor costo en el T1 con 31,4 dólares por colmena en mantenimiento de alimentación en la época invernal.

Borbor, (2015) determinó que el mejor tratamiento para los tres colmenares es el compuesto por el extracto de sandía con un incremento de peso colmenar de 5 kg hasta los 60 días de evaluación, probablemente se debe a que las abejas aceptaron positivamente este tratamiento, en su estudio “Respuestas de las abejas (*Apis mellifera*) a diferentes alternativas de alimentación en la comuna de Olon, Provincia Santa Elena” Los tratamientos en estudio fueron tres dietas alimenticias que consistieron en extracto de sandía (T1), extracto de remolacha (T2) y jarabe azucarado (T3).

En los últimos años la actividad apícola en Guatemala se ha visto afectada por situaciones como falta de políticas de desarrollo, tecnología poco adecuada, propagación de enfermedades y además, no se encuentran suficientes fuentes de polen y néctar durante todo el año; especialmente en época de lluvia.

La escasez de floración polinífera, puede ocasionar baja de peso, desordenes corporales, debilidad en las abejas adultas y una disminución en la capacidad productiva lo que ocasiona mortalidad y reducción en la población de la colmena. Es por esto que a lo largo del tiempo los apicultores han implementado la utilización de sustitutos alimenticios que funcionen como fuente energética, como estímulo para la reina en la postura de huevos y con esto mantener el número de crías y por ende una colonia vigorosa capaz de producir miel en cualquier época.

## 2.2. Marco conceptual

### 2.2.1 Stevia

Es un pequeño arbusto herbáceo que no suele sobrepasar los 80 cm de alto, de hoja perenne, y de la familia de los crisantemos. Su nombre culto es *Stevia rebaudiana bertonii*, en honor a los dos científicos (Rebaudí y Bertoni) que la estudiaron y clasificaron en primer lugar. La hoja de la Stevia es la parte más dulce de la planta y donde residen sus propiedades terapéuticas. Las flores de la stevia son pequeñas y blancas, y no demasiado vistosas. Los extractos de glucósidos de steviol, que tienen hasta 300 veces el dulzor del azúcar; baja en carbohidratos, baja en azúcar. Aporta cero calorías al cuerpo siendo este el único edulcorante natural totalmente seguro para un consumo habitual y de por vida cuando el azúcar está contraindicado como es el caso de los diabéticos. Puede consumirse de muchas formas, como hoja seca en polvo (30 veces más dulce que el azúcar normal), en forma de líquido verde concentrado es casi 70 veces más dulce que el azúcar.

La stevia es un poderoso antioxidante, es bacteriana por su acción antibiótica ante la placa bacteriana, es un diurético suave, y facilita la digestión; su flor es atractiva para las abejas, en donde ellas pueden extraer polen. La creación de un suplemento alimentario que simula polen para las abejas, creado a partir de Stevia y cera de abeja con la intención de llegar a conseguir una miel de Stevia que pudiera ser consumida por personas diabéticas. El nuevo alimento de abeja contiene nutrientes que pueden ayudar a las abejas a producir más huevos y más productos de la miel.

### 2.2.2 Panela

En el valor nutricional de la panela tienen incidencia numerosos factores que van desde la variedad de caña utilizada, el tipo de suelo y las características climáticas, hasta la edad, el sistema de corte, apronte y las condiciones del proceso de producción. La panela figura entre los productos de mayor consumo nacional, es soluble en cualquier líquido y conserva en gran parte de los componentes del jugo de la caña, pero en concentraciones mayores.

- Los azúcares son nutrientes básicamente energéticos, de ellos el organismo obtiene la energía necesaria para su funcionamiento y desarrollo de procesos metabólicos, los carbohidratos presentes en la panela, son la sacarosa, que aparece en mayor proporción y otros componentes menores denominados azúcares reductores o invertidos como la glucosa y la fructuosa; los cuales poseen un mayor valor biológico para el organismo que la sacarosa, componente principal del azúcar moscabado y refinado. En la panela se encuentran cantidades notables de sales minerales, las cuales son 5 veces mayores que las del azúcar moscabado y 50 veces más que las del azúcar refinado. Entre los principales minerales que contiene la panela figuran; El calcio (Ca), Potasio (K), Magnesio (Mg), Cobre (Cu), Hierro (Fe) y Fósforo (P), como también trazas de Flúor (F) y Selenio (Se)

Con relación al azúcar refinado, principal sustituto de la panela, no existen puntos de comparación, dado que dicho azúcar está constituido en su totalidad por sacarosa con carencia absoluta de minerales y vitaminas. Estos nutrientes se encuentran presentes en apreciables cantidades con la panela.

### 2.2.3 Sacarosa

También conocida como azúcar común, es un disacárido que entra dentro del grupo de correctores de sabor y aromatizantes. A dicho grupo pertenecen sustancias que tienen poca o nula actividad dentro de la industria química, o terapéutica, pero si viene usada como materia prima para elaborar formas farmacéuticas gracias a sus propiedades aromatizantes y saborizantes. La sacarosa es un disacárido de tipo heterogéneo que se encuentra formado por una glucosa, la cual aparece en forma de piranosa, es decir, un anillo con seis miembros, y una fructosa a modo de furanosa, o anillo de cinco miembros. Dichos monosacáridos se encuentran enlazados por el carbono 1 en el caso de la glucosa, y por el carbono 2 cuando se trata de la fructosa. En enlace que los une es de tipo glucosídico, siendo  $\alpha$  para la glucosa y  $\beta$  para la fructosa. La sacarosa es una  $\alpha$ -D-glucopiranososa (1  $\rightarrow$ 2)  $\beta$ -D-fructofuranósido.

La característica más notable de la sacarosa es su solubilidad en el agua. A través de hidrólisis ácida consigue liberar glucosa y fructosa. Se trata de un azúcar que no es de tipo reductor, pues tiene el carbono anomérico de la glucosa enlazado, por lo que dará negativo en pruebas como Fehling, la cual realiza una reacción con el cobre amoniacal, sin que deba hacer aparición un precipitado rojizo.

### 2.2.4 Harina de maní

La harina de maní es 100% torta de maní molida, la cual es obtenida en el proceso de extracción de aceite crudo de maní, siendo una rica fuente de proteína vegetal utilizada en la elaboración de concentrados animales.

Tabla 1. Composición nutricional del maní

<b>POR 100 GRAMOS:</b>	
Nutrientes	Cantidad
Energía	579
Proteína	30.90
Grasa Total (g)	48.50
Colesterol (mg)	-
Glúcidos	16.30
Nutrientes	Cantidad
Fibra (g)	2.30
Calcio (mg)	67
Hierro (mg)	2.50
Yodo ( $\mu$ g)	-
Vitamina A (mg)	0
Nutrientes	Cantidad
Vitamina C (mg)	0
Vitamina D ( $\mu$ g)	-
Vitamina E (mg)	0
Vitamina B12 ( $\mu$ g)	-
Folato ( $\mu$ g)	0

Fuente: Martínez, M. J.

### 2.2.5 Harina de haba

La harina de haba es muy conocida por sus propiedades ricas en nutrientes como la vitamina B y C, y minerales como manganeso, hierro, cobre, calcio y fosforo. Fundamentalmente son muy ricas en calorías y proteínas.

Tabla 2. Composición nutricional del Haba

<i>COMPOSICIÓN</i>	<i>CANTIDAD (gr)</i>	<i>CDR (%)</i>
<i>Kcalorías</i>	50.4	2.6%
<i>Carbohidratos</i>	4.2	1.4%
<i>Proteínas</i>	5.4	11.3%
<i>Fibra</i>	5.1	17%
<i>Grasas</i>	0.2	0.4%
<i>MINERALES</i>	<i>CANTIDAD (mg)</i>	<i>CDR (%)</i>
<i>Sodio</i>	18	1.1%
<i>Calcio</i>	23	1.9%
<i>Hierro</i>	1.8	22.5%
<i>Magnesio</i>	0	0%
<i>Fósforo</i>	98	14%
<i>Potasio</i>	210	10.5%
<i>VITAMINAS</i>	<i>CANTIDAD (mg)</i>	<i>CDR (%)</i>
<i>Vitamina A</i>	0.01	1.2%
<i>Vitamina B1</i>	0.2	16.7%
<i>Vitamina B2</i>	0.1	7.7%
<i>Vitamina B3</i>	4.1	0%
<i>Vitamina B12</i>	0	0%

Fuente: Universidad de California Davis U.S.A

### 2.2.6 Harina de amaranto

El Amaranto posee un alto contenido proteico, aproximadamente 17%. La semilla de Amaranto compite bien con variedades convencionales de trigo que contiene de 12 a 14% de proteína, con el arroz que contiene de 7 a 10%, con el maíz que contiene de 9 a 10% de proteínas y con otros cereales de gran consumo. Además, el Amaranto posee abundante lisina, aminoácido esencial que está en baja proporción en los demás cereales. El Amaranto tiene el doble de lisina que el trigo, el triple que el maíz, y tanta lisina como la que se encuentra en la leche.

*Tabla 3. Composición química y nutricional de la semilla de Amaranto*

<i>Composición química de la semilla de Amaranto (por 100 g de parte comestible y en base seca)</i>		<i>Contenido de proteína del Amaranto comparado con los principales cereales (g/100 g pasta comestible)</i>	
Característica	Contenido	Cultivo	Proteína
Proteína (g)	12 – 19	Amaranto	13,6 - 18,0
Carbohidratos (g)	71,8	Cebada	9,5 - 17,0
Lípidos (g)	6,1 - 8,1	Maíz	9,4 - 14,2
Fibra (g)	3,5 - 5,0	Arroz	7,5
Cenizas (g)	3,0 - 3,3	Trigo	14,0 - 17,0
Energía (kcal)	391	Centeno	9,4 - 14,0
Calcio (mg)	130 – 164		
Fósforo (mg)	530		
Potasio (mg)	800		
Vitamina C (mg)	1,5		

Fuente: FAO, 1997

### 2.2.7 Escala zoológica de la abeja (*Apis mellifera*).

Unidad experimental: Hooper (1984), reporta que las abejas *Apis mellifera* pertenecen a la siguiente escala zoológica.

Tabla 4. Escala zoológica de la Abeja.

Nombre científico	<i>Apis mellifera</i>
Reino	<i>Animalia</i>
Sub reino	<i>Metozoarios</i>
Clase	<i>Insecto</i>
Familia	<i>Ápidos</i>
Género	<i>Apis</i>
Especie	<i>Melifera</i>

Fuente. Unidad experimental: Hooper, (1984)

Según la clasificación establecida la abeja pertenece al orden de los himenópteros lo que quiere decir que son insectos con aparato bucal apto para chupar, alas membranosas con pocas nerviaciones y metamorfosis complicadas. El género *Apis*, caracterizado por tener el primer arto de los tarsos comprimido, largo maxilar, lengüeta prolongada, abdomen pediculado y larvas ápteras, es decir sin alas.

En el género *Apis* existen abejas de razas diferentes, que en diversos medios se han ido formando bajo las influencias del mismo, y, en ciertos casos, sin duda con la intervención de los cruzamientos se han obtenido mejoramientos genéticos. La característica principal de los apidos es su aparato vulnerante (su aguijón) y solo la hembra la posee (Alins, 1980).

### 2.3 Integrantes de la colmena

Vargas (1991), menciona que, la colonia o familia de abejas es una masa viva de insectos en constante actividad, formada por individuos que se distinguen en tres categorías y a los que corresponde cumplir tareas distintas para cada una, perfectamente determinadas y todas ellas esenciales para la vida de la comunidad.

#### 2.3.1 Zánganos

Los machos o zánganos se destinan exclusivamente a la procreación, esto es el acto de fecundar a la reina durante el vuelo nupcial, la única hembra completa de la colonia que dedica toda su vida a la puesta de huevos (Vargas, 1991).

#### 2.3.2 Obreras

La existencia de la abeja obrera tiene una duración de aproximadamente 40 a 45 días. Las obreras desempeñan en las distintas etapas de su existencia casi todas las funciones dentro de la colmena. En los primeros días que siguen a su nacimiento se ocupan de la limpieza de las celdas. Posteriormente se convierten en nodrizas, alimentando a las larvas de las celdillas con polen y miel, a partir del momento en que advierten que la producción de jalea real decrece, lo que

sucede a los seis o siete días de haber estado ejerciendo de nodrizas, activan el funcionamiento de las glándulas cereras y se aplican a la producción de panales. Más tarde actúan de guardianes, con el cometido de impedir la entrada a las abejas pertenecientes a otras colmenas. Finalmente, dedican los 20 a 25 últimos días de su vida a los trabajos de pecoreo, saliendo al exterior para recolectar agua, néctar y polen (Vargas, 1991).

### 2.3.3 Reina

La reina es la hembra perfecta de la colmena y madre de todos los huevos que se transformarán en larvas, y posteriormente en ninfas, dentro de las celdas de cría. Efectúa la puesta a cadencia de más de mil huevos diariamente y su vida puede ser excepcionalmente larga en comparación con la de los demás individuos de la colonia. Su existencia puede prolongarse hasta 4 a 5 años. Al envejecer, la puesta decrece sensiblemente y es muy irregular (Vargas, 1991).

## 2.4 Ovoposición

En condiciones normales una abeja reina coloca 1500 a 2000 huevos al día llegando hasta 3000 huevos por día. Avilés y Araneda (2007), señala que es factible una mayor tasa de postura con estímulos alimenticios en época de escasa floración, ya que este factor ayudaría a las colmenas durante la época de lluvia para mantener una buena y constante ovoposición.

## 2.5 Producción de miel

La miel es la sustancia natural dulce producida por la abeja *Apis mellifera* o por diferentes subespecies, a partir del néctar de las flores y de otras secreciones extra florales que las abejas liban, transportan, transforman, combinan con otras sustancias, deshidratan, concentran y almacenan en panales. Ulloa, (2010) cita que la miel contiene aproximadamente 0.5% de proteínas, principalmente como enzimas y aminoácidos. Entre el 40-80% del nitrógeno total de la miel es proteína.

## 2.6 Producción de Polen

El polen es el elemento fecundante masculino de las flores. Se encuentra en forma de granitos que son recogidos por las abejas y transportados a la colmena y puede ser diferenciado de acuerdo a su etapa de procesamiento; por ejemplo, el polen de las flores es conocido como polen floral, mientras que el polen que ya fue colectado por las abejas y transformado en pellets para su almacenamiento, se identifica como polen apícola, ambos pueden ser consumidos por el humano obteniendo de él múltiples beneficios.

## 2.7 Alimentación artificial

### 2.7.1 Suplementación energética; existen dos tipos de suplementos.

1. *De sostén*: Alimentación de invierno.
2. *De estímulo*: 45 - 60 días antes del flujo importante de néctar o durante actividades especiales (División, producción de jalea real).

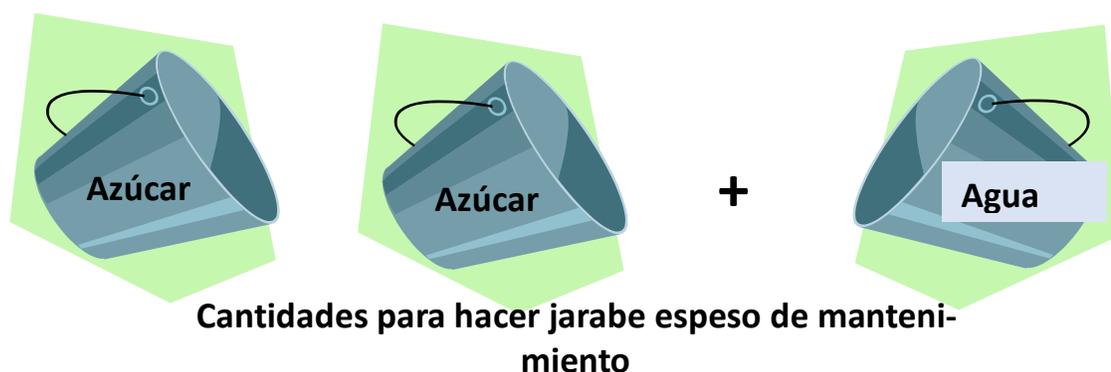
Tabla 5. Proporción de jarabes convencionales

<i>Jarabe</i>	<i>Proporción</i>
Azúcar	como sostén 1:1 , 1:2 , 1:3 como estímulo 1:1 , 2:1
Miel	1:3
Azúcar con Miel	4:3:1 (Agua, azúcar, miel)

### 2.7.2 Definición de proporción 2:1

El jarabe se prepara con dos veces más cantidad de azúcar que de agua. Por ejemplo, en 1 litro de agua (pesa 1000 gramos) se mezclan 4 bolsas de azúcar de 500 gramos. Eso es un jarabe llamado 2 a 1.

Figura 1. Elaboración de jarabe convencional



Fuente. Alejandro Nicol.

### 2.7.3 Suplementación proteica

Algunas veces no hay suficiente polen por falta de flores. Esto provoca reducción y desnutrición de la población y de la cría. Una colmena con poca población y desnutrida se enferma con facilidad, y no produce cosecha. La proteína, las vitaminas y minerales son muy importantes en la nutrición de las abejas, y no existen en el jarabe de azúcar.

La alimentación sólida provee proteínas, las que son indispensables para la estimulación de las nuevas abejas, lo ideal es dejar suficiente suministro de polen en su defecto podemos utilizar harina de haba, evitando cualquier producto transgénico que nos pueda contaminar la miel.

## 2.8 Calidad de la miel

La miel de alta calidad contiene antioxidantes naturales, enzimas, aminoácidos, vitaminas y minerales cuenta con un alto contenido de fructosa. La miel de abejas debe someterse al proceso de filtración, para que una vez almacenada, se reduzca el riesgo de fermentación y se logre conservar al máximo la calidad del producto. Con respecto a la calidad y al momento de comercialización como tal para el consumo humano directo, debe contar con las siguientes características:

### 2.8.1 Características relacionadas con la madurez

a) Azúcares reductores (calculados como azúcar invertido):

1. Miel de flores: mínimo 65%
2. Miel de mielada y su mezcla con miel de flores: mínimo 60%

La variación de estos valores puede deberse a adulteraciones, así como al tipo de alimentación que recibe la colonia y a su cosecha prematura.

1. Humedad: máximo 19,5 %
2. Sacarosa aparente:

1. Miel de flores: máximo 5%
2. Miel de mielada y sus mezclas: máximo 10%

d) Relación fructosa/glucosa: mayor o igual que 1

e) Conductividad Eléctrica: límite general máximo de 0.8mS/cm para las mieles procedentes de flores y un mínimo de esa misma cifra para las mieles de mieladas.

### 2.8.2 Características relacionadas con la limpieza

1. Sólidos insolubles en agua: máximo 0.1%. Un valor que supere el máximo de sólidos insolubles puede deberse a un filtrado inadecuado y/o problemas de higiene.
2. Minerales (cenizas): máximo 0.6%. En miel de mielada y sus mezclas con mieles de flores se tolera hasta el 1%.

### 2.8.3 Características relacionadas con el deterioro

a) Acidez libre: máximo: 40 mg/kg

Refractómetro. El contenido de humedad en la miel de abejas, al momento de la cosecha o del almacenamiento, es crítico para garantizar su calidad e inocuidad. El porcentaje máximo de humedad debe ser de 19,5%, aunque el ideal es 17,5%. La acidez indica el grado de frescura de la miel. La miel no debe fermentar o producir efervescencia, ni presentar un grado de acidez modificado de manera artificial, ni haberse calentado de manera que las enzimas naturales se

destruyan o resulten poco activas. Se relaciona también con la probable fermentación por desarrollo de microorganismos. El sobrecalentamiento es otro factor que se refleja en un alto valor de acidez. Este parámetro también es importante porque en el caso de haberse usado ácido láctico, oxálico o fórmico para combatir la varroa, la acidez de la miel aumenta.

b) Actividad de diastasa: como mínimo 8 en la escala de Schade. Las mieles con bajo contenido enzimático deberán tener como mínimo una actividad de diastasa correspondiente a 3 de la escala de Schade.

c) Hidroximetilfurfural (HMF): máximo 40 mg/kg.

Tanto la Actividad de diastasa como el contenido de HMF indican el grado de frescura de una miel. Estos indicadores también se ven alterados por la acción del calor y el almacenamiento inadecuado, mal manejo o por tiempo prolongado. La miel recién extraída con buenas prácticas contiene un pequeño porcentaje de HMF, si es sometida a altas temperaturas, parte de los azúcares de la miel se deshidratarán aumentando el valor de HMF. Con el almacenamiento prolongado también aumenta el HMF, este aumento es mayor si la miel es muy ácida.

d) Grados Brix

Se utiliza para evaluar el porcentaje de azúcares totales en la miel. Según Espina y Ordex (1984), la densidad de la miel está en relación directa a su contenido de humedad y éste también está relacionado con los Grados Brix y viceversa. Estos autores tienen una tabla (Cuadro 1) donde establecen rangos de humedad y sus valores correspondientes de Grados Brix, la cual se utilizará, para comparar los datos obtenidos de la medición del refractómetro.

Tabla 6. Porcentaje de agua y relación con Grados Brix de la miel de abeja *Apis mellifera* L.

<i>% de Humedad</i>	<i>Grados Brix a 20 °C</i>
13.0	85.66
13.5	85.13
14.0	84.61
14.5	84.07
15.0	83.55
15.5	83.02
16.0	82.50
16.5	81.97
17.0	81.45
17.5	80.93
18.0	80.42
18.5	79.90
19.0	79.39
19.5	78.87
20.0	78.35
20.5	77.84

21.0

77.31

Fuente. Espina y Ordetx (1984)

#### e) pH

La miel de abeja tiene un pH bastante variable, esto se debe a las diferentes fuentes de néctar que las abejas pueden encontrar a sus alrededores. Según Espina y Ordetx (1984), el pH de la miel está generalmente entre 3.3–4.9. Persano (1987) establece que el pH está aproximadamente entre 3–4. Crane (1980) establece que el pH de la miel es 3.9. Ya que se encuentran tantos promedios, se sumaron los mínimos y máximos encontrados en la literatura (no sólo los mencionados) y usaremos los promedios como nuestro mínimo y máximo, esto da el rango de 3.4–4.7 para la evaluación. Tesis Francisco Lino (Zamorano 2002).

#### *2.8.4 Características relacionadas con la inocuidad*

Los análisis químicos y microbiológicos deben realizarse en laboratorios oficiales o acreditados y sus resultados deben archivarse como un mínimo de dos años.

En el caso de residuos de sustancias químicas y contaminantes microbiológicos, la miel deberá cumplir con los límites máximos establecidos en la legislación nacional vigente; en caso de exportaciones, deberá cumplir con las normativas del país de destino.

La miel debe de estar exenta de materiales extraños que puedan causar daños al consumidor. La muestra de miel de abejas que se utiliza para los análisis, debe ser representativa, como primer paso para garantizar resultados confiables.

#### **2.9 Aumento de la población** (Regla de Farrar)

La regla de Farrar, conocida por los apicultores hace muchos años, dice que cuanto más aumenta la población de una colmena mayor es la producción individual de cada abeja. Esto equivale a decir que aumenta la productividad y se conoce como un principio de sinergia. Esto se debe a que a medida que aumenta el número de abejas de una colmena, también aumenta la proporción de pecoreadoras, según el siguiente cuadro (Reid, 1980).

*Tabla 7. Regla de Farrar*

Total, de obreras	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000
Pecoreadoras	2.000	5.000	10.000	20.000	30.000	39.000
Porcentaje pecoreadoras	20 %	25 %	30 %	50 %	60 %	65 %
Peso de la población	1 kg	2 kg	3 kg	4 kg	5 kg	6 kg
Rendimiento miel	1 kg	4 kg	9 kg	16 kg	25 kg	36 kg

También se puede hacer un cálculo matemático por el que, conociendo la población de abejas de una colmena, puede estimarse la producción de ésta aproximadamente. La capacidad de producción es igual al cuadrado del peso de la población.

Si una cámara de cría llena tiene 10.000 abejas y sabemos que 10.000 abejas pesan aproximadamente 1 kg. Una colmena que posee 50.000 abejas estará en capacidad de producir 5 al cuadrado lo que significa 25 kg de miel.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 General

1. Evaluar fuentes de suplementación proteica y energética para la alimentación de las abejas *Apis mellifera* que favorezcan el rendimiento de la colmena.

#### 3.2 Específicos

1. Cuantificar el estado poblacional de las colmenas alimentadas con el suplemento proteico y energético.
2. Determinar la producción de miel y polen de las colmenas alimentadas con el suplemento proteico y energético.
3. Evaluar el grado de palatabilidad, aceptabilidad de cada uno de los tratamientos implementados mediante el consumo medida en peso.
4. Evaluar económicamente el costo de cada uno de los tratamientos implementados dentro del apiario.

## 4. HIPÓTESIS

### 4.1 Nula ( $H_0$ )

Ninguno de los tratamientos será efectivo en el rendimiento poblacional de las colmenas alimentadas con el suplemento proteico y energético.

Ninguno de los tratamientos será efectivo en la producción de miel y polen de las colmenas alimentadas con el suplemento proteico y energético.

Ninguno de los tratamientos tendrá una mejor aceptación entre las colmenas de abejas *Apis mellífera*.

Ninguno de los tratamientos evaluados dentro de las colmenas será económicamente rentable.

### 4.2 Alternativa ( $H_a$ )

Al menos uno de los tratamientos será efectivo en el rendimiento poblacional de las colmenas alimentadas con el suplemento proteico y energético.

Al menos uno de los tratamientos será efectivo en la producción de miel y polen de las colmenas alimentadas con el suplemento proteico y energético.

Al menos uno de los tratamientos tendrá una mejor aceptación entre las colmenas de abejas *Apis mellífera*.

Al menos uno de los tratamientos evaluados dentro de las colmenas será económicamente rentable.

## 5. MATERIALES Y METODOLOGÍA

### 5.1 Localidad y época

#### 5.1.1 Enfoque metodológico

La realización del presente estudio se realizó mediante una investigación cuantitativa experimental, constituida por nueve tratamientos y tres repeticiones, distribuidos en bloques completos al azar.

#### 5.1.2 Ubicación geográfica

El municipio de Ayutla, se encuentra situado en la parte Suroeste del departamento de San Marcos, en la Región VI o Región Sur occidental. Se localiza en la Latitud 14° 40' 39" Norte y en la Longitud 92° 08' 26" Oeste. Se encuentra a una altura de 24 a 35 metros sobre el nivel del mar msnm. Por esta altitud tiene un clima cálido seco en la parte sur y cálido húmedo en la parte norte. Dista a 85 kilómetros de la cabecera departamental de San Marcos y se encuentra a 251 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala por la carretera CA-2 ó del Pacífico y ésta, continúa hasta la Frontera de El Carmen del municipio de Malacatán.

Ayutla tiene una extensión territorial de 204 kilómetros cuadrados. Su cabecera municipal es la ciudad de Tecún Umán. La distribución y organización del territorio se compone de aldeas, caseríos, haciendas y fincas.

#### 5.1.3 Ubicación del experimento

La presente investigación se realizó en Aldea "Las Mercedes" perteneciente al municipio de Ayutla del departamento de San Marcos.

#### 5.1.4 Localización

El ensayo fue distribuido en uno de los apiarios de investigación de la Cooperativa de Producción Integral Apicultores del Sur Occidente, COPIASURO RL. Catarina, San Marcos y el proceso de elaboración de suplementos proteicos y energéticos se realizó en el departamento de Quetzaltenango.

#### 5.1.5 Temporalidad

El tiempo requerido para la ejecución total de la investigación fue de 36 meses incluyendo planificación, ejecución y presentación de resultados, el proceso se describe según cronograma, iniciando del año 2,016 al 2,018.

### *5.1.6 Descripción de la investigación*

Las actividades necesarias para el desarrollo de la investigación se realizaron de julio a octubre del 2,018; éstas se llevaron a cabo en el apiario de investigación de la Cooperativa de Producción Integral Apicultores del Suroccidente COPIASURO RL. Ubicado en aldea “Las Mercedes” Ayutla, San Marcos. En donde se seleccionaron treinta colmenas como unidad experimental y se distribuyeron nueve tratamientos con tres repeticiones cada uno y un testigo.

#### *5.1.6.1 Obtención del material*

Como fuente proteica se utilizó harina de maní, harina de amaranto y harina de haba. Y como fuente energética se elaboraron jarabe de azúcar, jarabe de stevia y jarabe de panela en polvo (a excepción del azúcar; todos los materiales son orgánicos).

#### *5.1.6.2 Elaboración del suplemento proteico y energético*

Se elaboró una mezcla homogénea de 250 gr. para cada colmena; contenida por una fuente de proteína (harina de maní, harina de amaranto y harina de haba) y una fuente energética (jarabe de azúcar, jarabe de stevia y jarabe de panela). Se mezclaron las harinas y los jarabes en proporciones diferentes según el requerimiento de jarabe que necesitó cada harina.

Todos los jarabes se prepararon en proporción 2:1

A continuación, se describe el proceso de elaboración de cada tratamiento:

##### *1. Amaranto- Panela*

Se coloca un recipiente con 165 ml de agua a hervir, cuando éste haya alcanzado el punto de ebullición (100 °C) se agrega 400 g de panela en polvo, se deja enfriar y se divide en 3 partes iguales. Para este tratamiento se utilizaron 150 g de harina de amaranto en un bol, a los cuales se le agregaron 55 ml de jarabe de panela en proporción 2:1; para obtener una mezcla homogénea.

##### *2. Amaranto- Stevia*

Se coloca un recipiente con 165 ml de agua a hervir, cuando éste haya alcanzado el punto de ebullición (100 °C) se agrega 40 g de stevia en polvo, se deja enfriar y se divide en 3 partes iguales. Para este tratamiento se utilizaron 150 g de harina de amaranto, a los cuales se le agregaron 55 ml de jarabe de Stevia en proporción 2:1 para obtener una mezcla homogénea.

##### *3. Amaranto-Azúcar*

Se coloca un recipiente con 165 ml de agua a hervir, cuando éste haya alcanzado el punto de ebullición (100 °C) se agrega 2000 g de azúcar morena, se deja enfriar y se divide en 3 partes iguales. Para este tratamiento se utilizaron 150 g de harina de amaranto, a los cuales se le agregaron 55 ml de jarabe de azúcar en proporción 2:1; para obtener una mezcla homogénea.

##### *4. Haba- Panela*

Se coloca un recipiente con 165 ml de agua a hervir, cuando éste haya alcanzado el punto de ebullición (100 °C) se agrega 400 g de panela en polvo, se deja enfriar y se divide en 3 partes iguales. Para este tratamiento se utilizaron 153 g de harina de haba, a los cuales se le agregaron 50 ml de jarabe de panela en proporción 2:1; para obtener una mezcla homogénea.

### 5. Haba- Stevia

Se coloca un recipiente con 165 ml de agua a hervir, cuando éste haya alcanzado el punto de ebullición (100 °C) se agrega 40 g de stevia en polvo, se deja enfriar y se divide en 3 partes iguales. Para este tratamiento se utilizaron 153 g de harina de haba, a los cuales se le agregaron 50 ml de jarabe de stevia en proporción 2:1; éste debe estar a temperatura ambiente al momento de ser agregado para obtener una mezcla homogénea.

### 6. Haba-Azúcar

Se coloca un recipiente con 165 ml de agua a hervir, cuando éste haya alcanzado el punto de ebullición (100 °C) se agrega 2000 g de azúcar morena, se deja enfriar y se divide en 3 partes iguales. Para este tratamiento se utilizaron 153 g de harina de haba, a los cuales se le agregaron 50 ml de jarabe de azúcar en proporción 2:1; para obtener una mezcla homogénea.

### 7. Manía- Panela

Se coloca un recipiente con 165 ml de agua a hervir, cuando éste haya alcanzado el punto de ebullición (100 °C) se agrega 400 g de panela en polvo, se deja enfriar y se divide en 3 partes iguales. Para este tratamiento se utilizaron 100 g de harina de manía, a los cuales se le agregaron 35 ml de jarabe de panela en proporción 2:1; éste debe estar a temperatura ambiente al momento de ser agregado para obtener una mezcla homogénea.

### 8. Manía- Stevia

Se coloca un recipiente con 165 ml de agua a hervir, cuando éste haya alcanzado el punto de ebullición (100 °C) se agrega 40 g de stevia en polvo, se deja enfriar y se divide en 3 partes iguales. Para este tratamiento Se utilizaron 100 g de harina de manía, a los cuales se le agregaron 35 ml de jarabe de stevia en proporción 2:1; para obtener una mezcla homogénea.

### 9. Manía-Azúcar

Se coloca un recipiente con 165 ml de agua a hervir, cuando éste haya alcanzado el punto de ebullición (100 °C) se agrega 2000 g de azúcar morena, se deja enfriar y se divide en 3 partes iguales. Para este tratamiento Se utilizaron 100 g de harina de manía, a los cuales se le agregaron 35 ml de jarabe de azúcar en proporción 2:1; para obtener una mezcla homogénea.

#### 5.1.6.3 Distribución del suplemento

Se obtuvieron 27 tortas de 250 gr. cada una (como suplemento alimenticio) las cuales fueron distribuidas en 27 colmenas dentro del apiario de investigación. La distribución se hizo con intervalos de una semana durante cuatro meses, iniciando desde el mes de julio y finalizando en el mes de noviembre de 2018.

### 5.2 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar; con nueve tratamientos y tres repeticiones.

### 5.3 Modelo estadístico

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + u_{ij}, i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J$$

$y_{ij}$  : La variable aleatoria que representa la observación ( $i$ )-ésima del bloque ( $j$ )-ésimo.

$\mu$  es un efecto constante. Media global.

$\tau_i$  : El efecto producido por el nivel  $i$ -ésimo del factor principal.  $\sum_i \tau_i = 0$ .

$\beta_j$  : El efecto producido por el nivel  $j$ -ésimo del factor secundario o factor de bloque. Se supone que  $\sum_j \beta_j = 0$ .

$u_{ij}$  : Variables aleatorias independientes con distribución  $N(0, \sigma)$ .

### 5.4 Descripción de los tratamientos

T0= Grupo testigo alimentado con jarabe de azúcar en proporción 2:1

- **Harina de Amaranto** (*Amaranthus*)

T<sup>1</sup> = harina de amaranto con jarabe de Panela

T<sup>2</sup> = harina de amaranto con jarabe de Stevia

T<sup>3</sup> = harina de amaranto con jarabe de Azúcar

- **Harina de Haba** (*Vicia faba*)

T<sup>4</sup> = Harina de Haba con jarabe de Panela

T<sup>5</sup> = Harina de Haba con jarabe de Stevia

T<sup>6</sup> = Harina de Haba con jarabe de Azúcar

- **Harina de Manía** (*Arachis hypogaea*)

T<sup>7</sup> = Harina de Manía con jarabe de Panela

T<sup>8</sup> = Harina de Manía con jarabe de Stevia

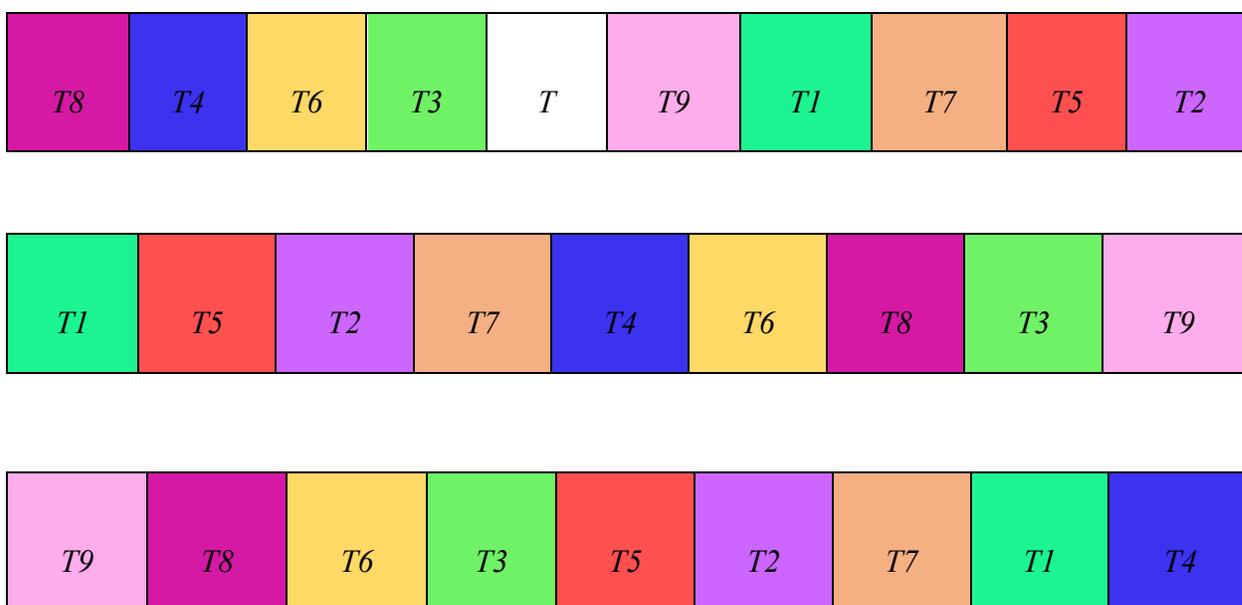
T<sup>9</sup> = Harina de Manía con jarabe de azúcar

### 5.5 Tamaño de la unidad

Se utilizó una caja de madera con medidas aproximadas de (ancho 9.60" 20" largo) cada caja contenida por una colmena.

### 5.6 Croquis del ensayo de campo

Figura 2. Bloques completos al azar.



Fuente: Elaboración propia.

### 5.7 Recursos

#### 5.7.1 Humanos

- Centro Universitario de Occidente CUNOC
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA
- Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria CRIA
- Director de la cadena de la miel- Ing. Agr. Héctor Alvarado
- Gestor de cadenas CRIA- Ing. Agr. Julio Ruano
- Coordinador de la cadena de la miel- Lic. Eduardo Vital
- Técnicos de la Cooperativa de Producción Integral Apicultores del Sur Occidente, CO-PIASURO RL. Catarina, San Marcos. -César Flores, Selvin Escobar.
- Investigadora principal – Laura Paulina Castillo Rodríguez.

- Investigadora auxiliar – Katheleen Cindy Ortíz Bámaca.

### 5.7.2 Físicos

#### 5.7.2.1 Material para la elaboración de Torta nutritiva

- Harina de Haba
- Harina de Maní
- Harina de Amaranto
- Stevia en polvo
- Tapas de Panela
- Azúcar refinada
- Boul para preparación de tortas
- Báscula para pesar materiales
- Ollas
- Paletas
- Azafates
- Papel mantequilla
- Termómetro
- Tazas medidoras
- Agua
- Gas
- Luz

#### 5.7.2.2 Material apícola para el manejo de colmenas.

- Ahumador. Recipiente que permite echar humo para que las abejas se vuelvan menos agresivas y poder trabajar en la colmena con mayor comodidad.
- Espátula.
- Cepillo. Sirve para cepillar o apartar a las abejas de los cuadros extraídos.
- Velo protector
- Overol
- Guantes
- Botas

#### 5.7.2.3 Material empleado en la extracción de productos apícolas

- Cuchillo desoperculador.
- Banco de desopercular.
- Extractor de miel.
- Caza polen.

#### 5.7.2.4 Otros materiales

- Espuela de apicultor o fijador eléctrico.

- Cera estampada.
- Alambre
- Alimentadores
- Paso de abejas
- Balanza electrónica
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Lapiceros

## 6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 Variables de respuesta

#### 6.1.1 Descripción de las variables de respuesta

Para el estudio de las variables se tomó información de las siguientes unidades experimentales.

Variable independiente:

- Dosificación del suplemento proteico y energético en cada colmena.

Variables dependientes:

- Aceptación de los tratamientos
- Consumo del suplemento proteico y energético en las colmenas.
- Aumento en el peso de la población de las colmenas en estudio.
- Cantidad de marcos con cría y reserva de alimento, en las colmenas en estudio.
- Determinar el costo de los tratamientos.
- Análisis de la miel.

#### 6.1.2 Dosificación del suplemento alimenticio

Tabla 8. Dosificación del suplemento

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>UNIDAD DE MEDIDA</i>
Harina de Amaranto + Jarabe de Panela	<b>150 g + 55 ml</b>
Harina de Amaranto + Jarabe de Stevia	<b>150 g + 40 ml</b>
<i>Harina de Amaranto + Jarabe de Azúcar</i>	<b>150 g + 55 ml</b>
Harina de Haba + Jarabe de Panela	<b>153 g + 50 ml.</b>
<i>Harina de Haba + Jarabe de Stevia</i>	<b>153 g + 35 ml.</b>
<i>Harina de Haba + Jarabe de Azúcar</i>	<b>153 g + 50 ml.</b>
Harina de Manía + Jarabe de Panela	<b>100 g + 35 ml</b>
<i>Harina de Manía + Jarabe de Stevia</i>	<b>100 g + 20 ml</b>
<i>Harina de Manía + Jarabe de Azúcar</i>	<b>100 g + 35 ml</b>

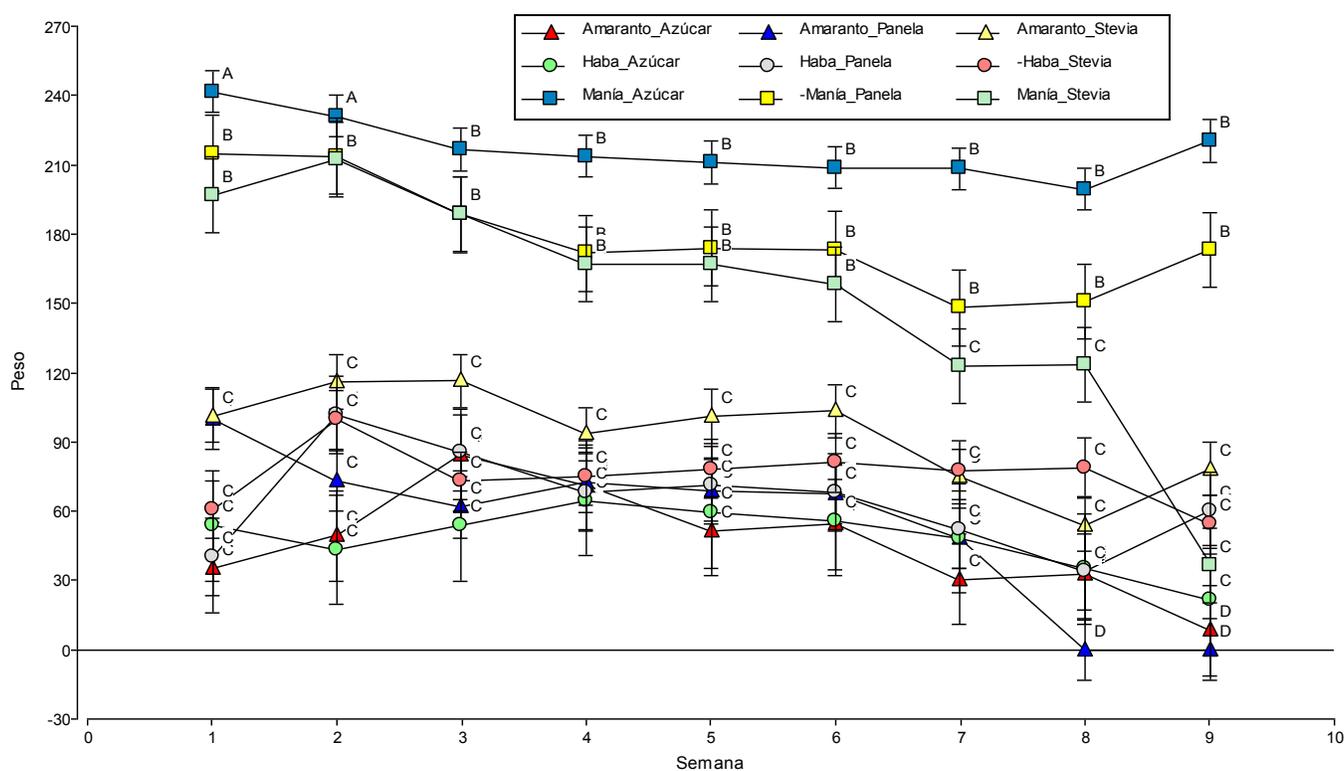
### 6.1.3 Aceptación de los tratamientos dentro de las colmenas

Al suministrar una nueva porción de tratamiento, a cada colmena, se retiraban y pesaban los residuos, calculando así la cantidad de alimento consumido cada semana por medio de esto se determinó que el alimento distribuido fue aprovechado en su totalidad lo cual generó resultados exitosos para la investigación.

Durante el desarrollo de la investigación se tuvo un tiempo de adaptación por parte de las colmenas al suplemento distribuido.

### 6.1.4 Consumo del suplemento proteico y energético en las colmenas

Figura 3. Gráfica sobre consumo de suplemento



Fuente: Elaboración propia con apoyo del Dr. Eduardo Corrales del CATIE

En la figura anterior se observa que los tratamientos elaborados con harina de manía T7, T8, T9 (representados con los cuadrados azul, amarillo y verde) mostraron una mayor cantidad de residuos, lo que implica una menor palatabilidad.

Los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6 (representados con los triángulos y círculos) los cuales fueron elaborados con harina de amaranto y haba, presentaron menores residuos durante el desarrollo de la investigación; es decir mayor palatabilidad, distinguiéndose el tratamiento Amaranto + Panela como el mejor.

### 6.1.5 Aumento en el peso de la población

Para esto se obtuvo el pesaje de una colmena vacía; comparando éste con el de las demás, para obtener un dato correcto del peso total de la población de las abejas dentro de la colmena; se utilizó una balanza electrónica, asegurándonos que toda la población se encontrara dentro de la colmena, el pesaje se realizó en la madrugada.

Tabla 9. Control sobre aumento de población

	TRATA- MIENTO	PESO INICIAL DE COL- MENAS Kg	PESO FINAL DE COLME- NAS Kg	INCREMENTO DE PESO Kg.
T1	Amaranto/Panela	30.02	36.5	6.48
T1	Amaranto/Panela	29.84	35	5.16
T1	Amaranto/Panela	28.4	34	5.6
T2	Amaranto/Stevia	23.54	24.54	1
T2	Amaranto/Stevia	18.16	32.5	14.34
T2	Amaranto/Stevia	19.61	33	13.39
T3	Amaranto/azúcar	19.09	20.57	1.48
T3	Amaranto/azúcar	25.34	23.55	-1.79
T3	Amaranto/Azúcar	28	32	4
T4	Haba/Panela	26.57	26.66	0.09
T4	Haba/Panela	25.94	25.5	-0.44
T4	Haba/Panela	17.41	25.03	7.62
T5	Haba/Stevia	29.44	32	2.56
T5	Haba/Stevia	25.62	28.91	3.29
T5	Haba/Stevia	28.09	33.5	5.41
T6	Haba/Azúcar	27.84	21.28	-6.56
T6	Haba/azucar	19.01	17.71	-1.3
T6	Haba/Azúcar	27.17	32.5	5.33
T7	Manía /Panela	25.73	32	6.27
T7	Manía/Panela	27.77	18.89	-8.88
T7	Manía/Panela	19.38	21.89	2.51
T8	Manía/Stevia	28.91	19.79	-9.12
T8	Manía/Stevia	17.56	31.5	13.94
T8	Manía/Stevia	31	26.64	-4.36
T9	Manía/Azúcar	26.3	33.5	7.2
T9	Manía/Azúcar	27.03	32	4.97
T9	Manía/Azúcar	27.03	33	5.97
1	TESTIGO	26.23	33	6.77

Fuente: Elaboración propia.

6.1.5.1 Análisis de varianza aumento en la población

Se presentan los resultados de la investigación donde se evaluó el peso final de la variable de respuesta aumento de la población de abejas (*Apis mellifera*).

F.V.	SC	Gl	CM	F calculada	p- valor 5%	Significancia
Modelo.	649.05	12	54.09	4.53	0.0036	
Tratamientos	149.91	9	16.66	1.4	0.273	NS
Temperatura/inicial	12.06	1	12.06	1.01	0.3308	NS
Temperatura/final	0.23	1	0.23	0.02	0.8905	NS
Incremento de la población	231.87	1	231.87	19.43	0.0005	*
Error	179.03	15	11.94			
Total	828.07	39				
C.V. %	12.2					

Fuente: elaboración fase gabinete

\*...Significancia al 5%.

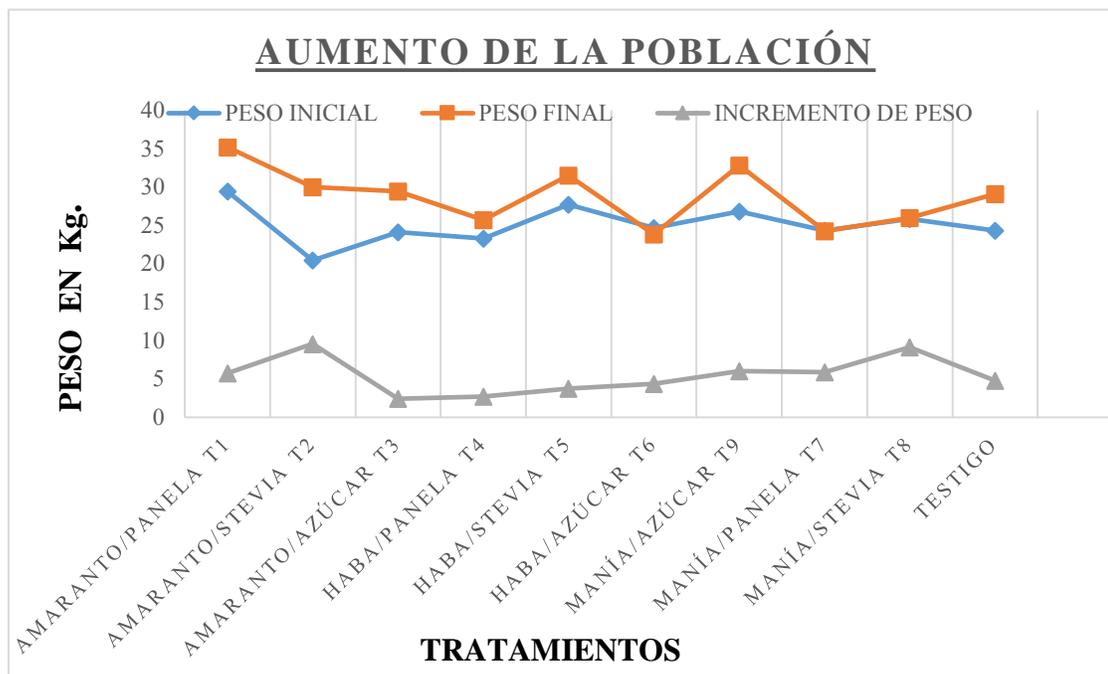
NS= No Significativo

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) en el programa de InfoStat, se obtuvo un coeficiente de variación de 12.2%; además se estableció que existe diferencia significativa en el incremento poblacional del peso final de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) estudiadas durante la fase de campo, arrojando un valor de 0.0005% lo que representa un parámetro estadísticamente significativo ya que es inferior al nivel de probabilidad, por lo consiguiente se procedió a realizar la comparación de medias con el método de LSD de Fisher. En el cual podemos observar que estadísticamente el tratamiento 1 (torta elaborada con harina de amaranto y jarabe de panela), fue el mejor aceptado por la población de abejas.

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Grupo LSD Fisher		
1	32.92	3	2.36	A		
5	31.43	3	2.02		B	
9	29.84	3	2.43		B	
8	28.71	3	2.25		B	
0	28.15	1	3.57		B	
7	27.48	3	2.48			C
3	27.13	3	2.11			C
6	26.61	3	2.25			C
2	25.89	3	2.31			C
4	25.02	3	2.31			C

Fuente: elaboración fase gabinete

Figura 4. Gráfica del aumento de la población en colmenas por tratamientos.



Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica anterior se determinó que el tratamiento elaborado con harina de amaranto como fuente proteica + jarabe de panela como fuente energética fue el que presentó un aumento significativo en la población de abejas, en comparación al alimento convencional de jarabe de azúcar 2:1.

#### 6.1.6 Cantidad de marcos con cría y reserva de miel.

Al finalizar el ensayo, se determinó un aumento en la cantidad de marcos con cría, por lo que se introdujeron en promedio de 5 nuevos marcos con cera estampada en cada una de las colmenas en estudio.

#### 6.1.7 Determinar el costo de los tratamientos.

El desarrollo de la investigación tuvo un lapso de cuatro meses de estudio de campo, al finalizar el ensayo se aplicaron 30 tortas (suplemento proteico y energético) por tratamiento. Los tratamientos que presentaron un bajo costo en la elaboración fueron los de harina de manía + jarabe de panela y harina de manía + jarabe de stevia. Sin embargo, no fueron aceptados por parte de las colmenas en donde fue distribuido.

Por el contrario, el costo de elaboración del tratamiento a base de harina de amaranto y jarabe de panela se ubica en el tercer lugar de los nueve tratamientos evaluados; con un precio de Q. 3.95 por torta de 250 gramos. Nos da un valor total de Q. 118.50 por 30 tortas de 250 gramos.

## 6.2. Análisis efectuados

### 6.2.1. Análisis de varianza

Después de la toma de datos, los resultados de las variables en estudio fueron tabulados; en base a un análisis de varianza (ANOVA), por medio del programa estadístico INFOSTAT. Esto con la finalidad de conocer si estadísticamente existe alguna significancia entre los tratamientos.

- Consumo de suplementos alimenticios por semanas.

#### Resultados para el modelo: `mlm.modelo.010_Peso_REML`

Variable dependiente: *Peso*

#### Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	0	R2	1
243	1738.55	2022.03	-777.27	30.65	0.89		0.93	

*AIC y BIC menores implica mejor*

#### Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	143	12.21	0.0006
Harina	2	18	174.22	<0.0001
Jarabe	2	18	0.58	0.5720
Semana	8	143	15.44	<0.0001
Temperatura	1	143	0.30	0.5837
Harina:Jarabe	4	18	11.15	0.0001
Harina:Semana	16	143	2.32	0.0045
Jarabe:Semana	16	143	1.61	0.0725
Harina:Jarabe:Semana	32	143	2.78	<0.0001

#### Parámetros de los efectos aleatorios

Modelo de covarianzas de los efectos aleatorios: *pdIdent*

Formula: *~1|TRATAMIENTO\_REPETICION*

Desvíos estándares y correlaciones (const) 13.72

#### Estructura de varianzas

Modelo de varianzas: *varIdent*

Formula: *~ 1 | Harina \* Jarabe*

Parámetros de la función de varianza

Parámetro	Estim
Amaranto*Azúcar	1.00
Amaranto*Panela	0.60
Amaranto*Stevia	0.48
Haba*Azúcar	1.27
Haba*Panela	0.81
Haba*Stevia	0.56
Manía*Azúcar	0.26
Manía*Panela	0.80
Manía*Stevia	0.79

### 6.2.2. Análisis de medias

El análisis fue realizado en R (R Development Core Team 2018) usando la interface amigable con INFOSTAT en su versión 2018 (Di Rienzo et al. 2018). La comparación de medias se realizó utilizando la prueba DGC, cuando la hipótesis para un efecto dado fue rechazada ( $p < 0.05$ ).

Los resultados se presentan en orden descendente, el tratamiento menos consumido se representa por la letra A, y el tratamiento que obtuvo un mayor consumo se presenta con la letra D.

#### Peso - Medias ajustadas y errores estándares para

**Harina \* Jarabe \* Semana** *DGC (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

*Estimaciones para la siguiente combinación de valores de las covariables:*

covariable		Valor,	Temperatura	Media	
Harina	Jarabe	Semana	Medias	E.E.	
Manía	Azúcar	1	241.30	9.17	A
Manía	Azúcar	2	231.47	9.19	A
Manía	Azúcar	9	221.17	9.27	B
Manía	Azúcar	3	217.07	9.18	B
Manía	Panela	1	214.69	16.27	B
Manía	Azúcar	4	214.22	9.20	B
Manía	Panela	2	213.30	16.27	B
Manía	Stevia	2	212.40	16.01	B
Manía	Azúcar	5	209.85	9.38	B
Manía	Azúcar	6	208.08	9.21	B
Manía	Azúcar	7	207.21	9.37	B
Manía	Azúcar	8	199.07	9.16	B
Manía	Stevia	1	195.75	16.16	B
Manía	Panela	3	188.89	16.29	B
Manía	Stevia	3	188.70	15.99	B
Manía	Panela	9	175.25	16.77	B
Manía	Panela	5	173.09	16.34	B
Manía	Panela	6	172.49	16.33	B
Manía	Panela	4	171.42	16.26	B
Manía	Stevia	4	166.96	16.00	B
Manía	Stevia	5	166.09	16.08	B
Manía	Stevia	6	158.39	15.99	B
Manía	Panela	8	151.20	16.29	B
Manía	Panela	7	147.74	16.26	B
Manía	Stevia	8	123.73	15.99	C
Manía	Stevia	7	122.14	16.02	C
Amaranto	Stevia	2	116.98	11.69	C
Amaranto	Stevia	3	115.34	11.69	C
Haba	Panela	2	102.74	16.45	C
Amaranto	Stevia	6	102.40	11.68	C
Amaranto	Stevia	5	100.37	11.61	C
Haba	Stevia	2	100.07	12.74	C
Amaranto	Stevia	1	99.67	11.94	C
Amaranto	Panela	1	96.88	14.45	C

Amaranto	Stevia	4	93.71	11.57	C
Haba	Panela	3	86.14	16.40	C
Amaranto	Azúcar	3	84.41	19.39	C
Haba	Stevia	6	81.66	12.78	C
Amaranto	Stevia	9	78.86	11.59	C
Haba	Stevia	8	78.48	12.76	C
Haba	Stevia	7	77.77	12.72	C
Haba	Stevia	5	77.75	12.77	C
Haba	Stevia	4	75.29	12.73	C
Amaranto	Panela	2	73.94	13.40	C
Amaranto	Stevia	7	73.68	11.80	C
Haba	Stevia	3	73.32	12.74	C
Amaranto	Panela	4	72.16	13.29	C
Amaranto	Azúcar	4	71.68	19.43	C
Haba	Panela	5	70.77	16.37	C
Amaranto	Panela	5	68.82	13.29	C
Haba	Panela	4	68.16	16.34	C
Haba	Panela	6	67.31	16.39	C
Amaranto	Panela	6	65.49	13.87	C
Haba	Azúcar	4	65.35	23.91	C
Amaranto	Panela	3	61.94	13.30	C
Haba	Panela	9	61.87	16.58	C
Haba	Azúcar	5	59.59	23.89	C
Haba	Stevia	1	59.24	12.98	C
Haba	Azúcar	6	56.49	23.90	C
Haba	Stevia	9	55.87	13.03	C
Amaranto	Azúcar	6	54.33	19.39	C
Haba	Azúcar	3	53.96	23.89	C
Amaranto	Stevia	8	52.96	11.71	C
Haba	Azúcar	1	52.63	23.96	C
Amaranto	Azúcar	5	51.62	19.39	C
Haba	Panela	7	51.13	16.41	C
Amaranto	Azúcar	2	50.94	19.60	C
Amaranto	Panela	7	48.43	13.29	C
Haba	Azúcar	7	48.18	23.88	C
Haba	Azúcar	2	44.94	24.06	C
Haba	Panela	1	38.74	16.59	C
Manía	Stevia	9	37.92	16.25	C
Haba	Azúcar	8	35.83	23.93	C
Amaranto	Azúcar	1	34.34	19.47	C
Haba	Panela	8	33.77	16.34	C
Amaranto	Azúcar	8	32.38	19.39	C
Amaranto	Azúcar	7	31.32	19.47	C
Haba	Azúcar	9	23.76	24.29	C
Amaranto	Azúcar	9	9.98	19.62	D
Amaranto	Panela	8	0.49	13.32	D
Amaranto	Panela	9	0.17	13.29	D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

6.2.3. Análisis económico

Los tratamientos evaluados presentaron un costo superior en comparación al alimento convencional de jarabe de azúcar en proporción 2:1. Suponiendo que el apiario cuenta con 30 colmenas, si se aplica una torta de 250 gramos con intervalos de una semana, al finalizar la época de alimentación se habrán utilizado 330 tortas con un valor total de Q. 1,303.50. En comparación a la alimentación con jarabe de azúcar en proporción 2:1, que en época de alimentación se utiliza en promedio de 40 libras por colmena. 12 quintales para alimentar a las 30 colmenas, durante el invierno nos dará un gasto de Q. 3,120.00 si el quintal de azúcar se encuentra a un precio de Q. 260.00 (precio quintal de azúcar año 2018).

Tabla 10. Costos

PRODUCTOS	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO (GTQ)	TRATAMIENTOS		TOTAL SUPLEMENTO (3 unidades)	TOTAL TRATAMIENTO (30 unidades)
			CANTIDAD	COSTO	Precio total en Quetzales (GTQ)	Precio total en Quetzales (GTQ)
<i>Harina de Amaranto</i> + <i>Jarabe de Panela</i>	150 g	2.75	250 g	3.95	11.85	118.50
	55 ml	1.20				
<i>Harina de Amaranto</i> + <i>Jarabe de Stevia</i>	150 g	2.75	250 g	4.25	12.75	127.50
	55 ml.	1.50				
<i>Harina de Amaranto</i> + <i>Jarabe de Azúcar</i>	150 g	2.75	250 g	4.70	14.15	141.50
	55 ml.	1.95				
<i>Harina de Haba</i> + <i>Jarabe de Panela</i>	153 g	3.36	250 g	4.55	13.65	136.50
	50 ml.	1.20				

<i>Harina de Haba</i>	153 g	3.36	250 g	4.85	14.55	145.50
	+					
<i>Jarabe de Stevia</i>	50 ml	1.50				
<i>Harina de Haba</i>	153 g	3.36	250 g	5.30	15.95	159.50
	+					
<i>Jarabe de Azúcar</i>	50 ml	1.95				
<i>Harina de Manía</i>	100 g	2.25	250 g	3.45	10.35	103.50
	+					
<i>Jarabe de Panela</i>	35 ml	1.20				
<i>Harina de Manía</i>	100 gr.	2.25	250 g	3.75	11.25	112.50
	+					
<i>Jarabe de Stevia</i>	35 ml	1.50				
<i>Harina de Manía</i>	100 g	2.25	250 g	4.20	12.60	126.00
	+					
<i>Jarabe de Azúcar</i>	35 ml	1.95				
<i>Testigo</i>	2000 g	260	12 qq	3,120	3,120	3,120
	2000 ml					

Fuente. Elaboración propia.

## 7. CONCLUSIONES

1. Para la elaboración del suplemento se utilizó harina de amaranto, harina de haba y harina de maní como fuente de suplemento proteico y tres edulcorantes naturales en presentación de jarabe de stevia, jarabe de panela y jarabe de azúcar como suplemento energético con los que se elaboraron 9 tratamientos; los cuales fueron evaluados en conjunto con colmenas alimentadas con el jarabe convencional (en proporción 2:1 agua y azúcar) para lo cual se determinó que el suplemento alimenticio en presentación de una torta de 250 gramos de una mezcla homogénea de harina de amaranto y jarabe de panela, favoreció significativamente al aumento en la población de abejas.
2. Durante el desarrollo de la investigación se realizó un pesaje inicial y un pesaje final de cada una de las colmenas en estudio. Al finalizar la investigación se tabularon los datos y se pudo determinar la efectividad principalmente de los tratamientos elaborados con harina de amaranto, los cuales presentaron un aumento significativo en la población de abejas, superando en peso a las colmenas alimentadas solo con el jarabe convencional de azúcar.
3. Con respecto a la producción de miel y polen de las colmenas alimentadas con el suplemento proteico y energético no se pudo determinar debido a que la castra se realizó sin seleccionar los tratamientos, agregándose a esto que en el mes de diciembre no se dio la alimentación suplementaria a las abejas y que como efecto de lluvias ocurridas en ese mes hubo una baja en la producción de miel.
4. Durante la ejecución de la investigación se elaboró una bitacora semanal con el peso de los residuos de cada uno de los tratamientos evaluados, esto con el fin de obtener datos reales de la aceptación y consumo del suplemento alimenticio. Para los cuales se pudo establecer que el alimento elaborado con harina de amaranto y jarabe de panela fue el que presentó una mayor aceptación y consumo por parte de las abejas.
5. Las colmenas con excelentes reservas de polen y miel fueron alimentadas con los tratamientos elaborados a base de harina de amaranto como fuente proteica, y jarabe de stevia y panela como fuente energética. Además de aumentar significativamente la población de abejas dentro de las colmenas. Seguido de los tratamientos elaborados con harina de haba y el grupo testigo, por lo que se aceptan las hipótesis alternativas 1 y 2.
6. El T1 (amaranto + panela) tuvo mayor palatabilidad dentro de las colmenas. Seguido del T3 (amaranto + azúcar) y el T6 (haba + azúcar) teniendo una cantidad de consumo muy parecida. En las distintas semanas la harina Manía con los distintos jarabes tiene mayor peso, aunque para el T8 (Manía + Stevia) en la última semana resulta un peso bajo significativamente distinto, cambiando su comportamiento, por lo que se acepta la hipótesis alternativa 3.

7. Los tratamientos que presentaron un bajo costo en la elaboración fueron los de harina de manía con jarabe de panela y harina de manía con jarabe de Stevia. Sin embargo, no fueron aceptados por parte de las colmenas en donde fue distribuido el ensayo. El costo de elaboración del tratamiento a base de harina de amaranto y jarabe de panela, que fue el que tuvo mayor aceptación por las abejas, se ubica en el tercer lugar de los nueve tratamientos evaluados en cuanto a costos, además reporta un costo inferior al tratamiento testigo, por lo que se acepta la hipótesis alternativa 4.

## 8. RECOMENDACIONES

- Para la elaboración de suplemento alimenticio para abejas, se recomienda utilizar ingredientes orgánicos libres de químicos, para que la miel no se vea afectada con residuos de los mismos, ya que la mayoría de miel es exportada y pasa por altos estándares de calidad para ser aprobada.
- En próximas investigaciones, se recomienda recolectar la miel diferenciando cada uno de los tratamientos en estudio con el fin de poder realizar análisis a las mismas y poder determinar la calidad de la miel, así como el rendimiento de cada una de las colmenas evaluadas.
- Con el fin de enriquecer los resultados de esta investigación, se recomienda validar el suplemento alimenticio elaborado con harina de amaranto y jarabe de panela ya que fue éste el mejor aceptado por parte de las abejas.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Alins E. (1980).** Guía Práctica del Apicultor. Pequeña gran historia de la apicultura. Ed. SINTES, S.A. Barcelona – España. No. 477.
2. **Borbor, M. (2015).** Respuestas de las abejas (*Apis mellífera*) a diferentes alternativas de alimentación en la comuna de Olon, Provincia Santa Elena. Trabajo de graduación previo a la obtención del título de: Ingeniero Agropecuario. UPSE. P: 72.
3. **Burgos, A. (2012).** Comparación de la producción de polen con tres fuentes alternativas de proteína en la dieta de *Apis mellifera*. Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UCE. 94 p.
4. **Cervantes, E. (2010).** Incidencia de la alimentación suplementaria en la producción y productividad de la Apicultura (*Apis mellifera*). Universidad Técnica Del Norte. Tesis previa la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario. Ibarra – Ecuador.
5. **Chavez C. (2015).** Adaptación de enjambres nativos de abejas (*Apis mellifera*) con cuatro dietas de alimentación en el cantón Quininde. Carrera ingeniería agropecuaria. Universidad técnica estatal de Quevedo, unidad de estudios a distancia modalidad semipresencial.
6. **Spina Pérez D.; Ordetx Gonzalo S. (1984)** Tecnológica de Costa Rica, 1984. Libro impreso: español (spa). Consultado el 11 de Mayo de 2,017, disponible en: <https://www.worldcat.org/title/apicultura-tropical/oclc/816930468>.
7. **Lino F.** Tesis (Zamorano 2002). Consultado el 12 febrero del 2,017 disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1524/1/AGI-2002-T021.pdf>
8. **Herbert E. (1979)** Brood Rearing by Small Caged Honeybee Colonies Fed Whey- Yeast Pollen Substitutes, *Journal of Apicultural Research*, 18:1, 43-46.
9. **Herbert, E.W., Shimanuki, H. (1982)** Effect of population density and available diet on the rate of brood rearing by honey bees offered a pollen substitute. *Apidologie*.
10. **Hooper, T. (1984).** Las abejas y la miel. Trad. Rosa Albert. 2 ed. Buenos Aires, Arg., Ateneo. No. 300
11. **Jean, P., Medori, P. (1981).** APICULTURA. Conocimiento de la abeja y manejo de la colonia. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

12. **Jean, P., Medori, P. (2007).** APICULTURA. Conocimiento de la abeja y manejo de la colonia. Cuarta edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
13. **Luna P. & Herrera D. (2012).** Alternativas de alimentación proteica en Apis mellifera y su efecto sobre la ovoposición en núcleos del invernadero. Tesis Para Optar Al Título De Médico Veterinario. Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua Unan-León Escuela De Medicina Veterinaria.
14. **Mahmood, R., Wagchoure, E., Sarwar, G. (2013).** Influence of supplemental diets on apis mellifera colonies for honey production.
15. **Martinez, M. J.; Silva Colomé, M.P; Aguilar, R.P., Cristos, D.; Ricca A.P.,2 Badini, R; Inga, M.C.** INTA, Manfredi, Consultado el 10 de septiembre de 2,018, Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/46\\_inta\\_caracterizacion\\_de\\_la\\_composicion\\_quimico\\_nutricional\\_sensorial\\_y\\_residuos\\_de\\_plaguicidas\\_en\\_el\\_grano\\_de\\_mani\\_confiteria.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/46_inta_caracterizacion_de_la_composicion_quimico_nutricional_sensorial_y_residuos_de_plaguicidas_en_el_grano_de_mani_confiteria.pdf)
16. **Mattila, H., Otis, G. (2006).** Influence of pollen diet in spring on development of honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies. J. Econ. Entomol. Department of Environmental Biology, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
17. **Philippe J. (2009).** Guía del apicultor. 1ra. Ed. Edit. Mundi-Prensa. pp. Madrid, España.
18. **Reid, (1980).** Consultado el 20 de marzo del 2,017; disponible en: [https://apicultura.fandom.com/wiki/Regla\\_de\\_Farrar](https://apicultura.fandom.com/wiki/Regla_de_Farrar)
19. **Somerville, D. (2000).** Honey bee nutrition and supplementary feeding. AGNOTE, NSW Agriculture. DAI/178: 1-8.
20. **Standifer, L., Moeller F., Kauffeld N., Herbert E., and Shimanuki H. (1977).** Supplemental feeding of honey bee colonies. United States Department of Agriculture. Agric. Inform. Bull. 413.
21. **Vargas. C. (1991).** Guía del Apicultor Moderno. Integrantes de la colmena. Ed. De Vecchi, S.A. Barcelona España. No. 127. Consultado el 10 de marzo del 2,017. <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25081/1/Tesis%2078%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20468.pdf>





Anexo 2. Resultados de laboratorio-análisis de tratamientos

Figura Figura 6. Informe de resultado, Amaranto- Azúcar

**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros

**INFORME RESULTADOS LABORATORIO**  
Solicitud No. 8292

**Empresa:** IICA - CRIA  
**Dirección:** 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. LaGalería 4o. Nivel . Of. 402  
**Remitido:** Ingeniera Laura Castillo  
**Correo Electronico:** laura\_casrod@hotmail.com  
**Teléfonos:** 5442-9978  
**Fecha ingreso:** 22/11/2018  
**Fecha entrega:** 28/11/2018  
**Análisis Solicitado:** Organoléptico, pH y Grados Brix  
**Muestras tomadas por:** Cliente  
**Muestra:** MIEL TRATAMIENTO 4 / Amaranto/Stevia  
**Resultados:**

**Organoléptico:**

Parámetros	Resultados	Dimensional
Color	Dorado	No aplica
Olor	Característico a miel	No aplica
Sabor	Dulce	No aplica
Apariencia	Fluido viscoso	No aplica
Materia extraña	Partículas oscuras con restos de panal	No aplica

pH: 3.71 unidades de pH  
Grados Brix: 78.51 °

**Metodología:**  
Organoléptico: Análisis Sensorial.  
pH: Potencimetría  
Grados Brix: Refractometría

**Dra. Susmy Paola Morataya A**  
MYCOTOX LAB.

**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros  
2a. Avenida 33-00, Zona 12  
Col. El Carmen, Cond. El Carmen  
Caba # 4, Tel.: 2485-7128  
Tels.: 5206-7173, 2442-1240  
2219-8555

**Condiciones Generales:**  
Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab.  
Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.  
Mycotox Lab No se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la toma e identificación de la muestra.  
Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente.  
Mycotox Lab No se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.  
La información refleja los hallazgos del laboratorio en el momento del análisis y dentro de los límites de intervención otorgados por nuestros clientes.

www.mycotoxlab.com

**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros

**INFORME RESULTADOS LABORATORIO**  
Solicitud No. 8293

**Empresa:** IICA - CRIA  
**Dirección:** 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. LaGalería 4o. Nivel . Of. 402  
**Remitido:** Ingeniera Laura Castillo  
**Correo Electronico:** laura\_casrod@hotmail.com  
**Teléfonos:** 5442-9978  
**Fecha ingreso:** 22/11/2018  
**Fecha entrega:** 28/11/2018  
**Análisis Solicitado:** Organoléptico, pH y Grados Brix  
**Muestras tomadas por:** Cliente  
**Muestras:** MIEL TRATAMIENTO 5 / Amaranto/Azúcar  
**Resultados:**

**Organoléptico:**

Parámetros	Resultados	Dimensional
Color	Dorado	No aplica
Olor	Característico a miel	No aplica
Sabor	Dulce	No aplica
Apariencia	Fluido viscoso	No aplica
Materia extraña	Resno de panal	No aplica

pH: 3.64 unidades de pH  
Grados Brix: 79.89 °

**Metodología:**  
Organoléptico: Análisis Sensorial.  
pH: Potencimetría  
Grados Brix: Refractometría

**Dra. Susmy Paola Morataya A**  
MYCOTOX LAB.

**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros  
2a. Avenida 33-00, Zona 12  
Col. El Carmen, Cond. El Carmen  
Caba # 4, Tel.: 2485-7128  
Tels.: 5206-7173, 2442-1240  
2219-8555

**Condiciones Generales:**  
Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab.  
Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.  
Mycotox Lab No se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la toma e identificación de la muestra.  
Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente.  
Mycotox Lab No se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.  
La información refleja los hallazgos del laboratorio en el momento del análisis y dentro de los límites de intervención otorgados por nuestros clientes.

www.mycotoxlab.com

Figura 8. Resultado análisis de miel, Amaranto-Panela



**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros

**INFORME RESULTADOS LABORATORIO**

Solicitud No. 8294

**Empresa:** IICA - CRIA  
**Dirección:** 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. LaGalería 4o. Nivel. Of. 402  
**Remitido:** Ingeniera Laura Castillo  
**Correo Electronico:** laura\_casrod@hotmail.com  
**Teléfonos:** 5442-9978  
**Fecha ingreso:** 22/11/2018  
**Fecha entrega:** 28/11/2018  
**Análisis Solicitado:** Organoléptico, pH y Grados Brix  
**Muestras tomadas por :** Cliente  
**Muestra:** MIEL TRATAMIENTO 6 / Amaranto/Panela.

**Resultados:**

**Organoléptico:**

Parámetros	Resultados	Dimensional
Color	Ligeramente café	No aplica
Olor	Característico a miel	No aplica
Sabor	Dulce	No aplica
Apariencia	Fluido viscoso	No aplica
Materia extraña	Partículas negras	No aplica

pH	4.63	unidades de pH
Grados Brix	73.82	°

**Metodología:**  
Organoléptico: Análisis Sensorial.  
pH: Potenciometría  
Grados Brix: Refractometría



**Dr. Sunny Paola Morataya A**  
MYCOTOX LAB.



**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros  
2a. Avenida 33-00, Zona 12  
Col. El Carmen, Cond. El Carmen  
Casa # 4. Tel.: 2485-7128  
Tels.: 5206-7173, 2442-1240  
2219-8555

**Condiciones Generales:**  
Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab.  
Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.  
Mycotox Lab No se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la toma e identificación de la muestra.  
Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente.  
Mycotox Lab No se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.  
La información refleja los hallazgos del laboratorio en el momento del análisis y dentro de los límites de intervención otorgados por nuestros clientes.

www.mycotoxlab.com

Figura 7. Resultado análisis de miel, Haba-Azúcar



**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros

**INFORME RESULTADOS LABORATORIO**

Solicitud No. 8297

**Empresa:** IICA - CRIA  
**Dirección:** 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. LaGalería 4o. Nivel. Of. 402  
**Remitido:** Ingeniera Laura Castillo.  
**Correo Electronico:** laura\_casrod@hotmail.com  
**Teléfonos:** 5442-9978  
**Fecha ingreso:** 22/11/2018  
**Fecha entrega:** 28/11/2018  
**Análisis Solicitado:** Organoléptico, pH y Grados Brix  
**Muestras tomadas por :** Cliente  
**Muestra:** MIEL TRATAMIENTO 9 / Haba/Azúcar.

**Resultados:**

**Organoléptico:**

Parámetros	Resultados	Dimensional
Color	Dorado	No aplica
Olor	Característico a miel	No aplica
Sabor	Dulce	No aplica
Apariencia	Fluido viscoso	No aplica
Materia extraña	Restos de panal	No aplica

pH	3.69	unidades de pH
Grados Brix	78.97	°

**Metodología:**  
Organoléptico: Análisis Sensorial.  
pH: Potenciometría  
Grados Brix: Refractometría



**Dr. Sunny Paola Morataya A**  
MYCOTOX LAB.



**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros  
2a. Avenida 33-00, Zona 12  
Col. El Carmen, Cond. El Carmen  
Casa # 4. Tel.: 2485-7128  
Tels.: 5206-7173, 2442-1240  
2219-8555

**Condiciones Generales:**  
Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab.  
Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.  
Mycotox Lab No se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la toma e identificación de la muestra.  
Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente.  
Mycotox Lab No se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.  
La información refleja los hallazgos del laboratorio en el momento del análisis y dentro de los límites de intervención otorgados por nuestros clientes.

www.mycotoxlab.com

Figura 9. Informe de resultado de análisis, Haba-Stevia

**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros

**INFORME RESULTADOS LABORATORIO**  
Solicitud No. 8295

**Empresa:** IICA - CRIA  
**Dirección:** 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. LaGalería 4o. Nivel . Of. 402  
**Remitido:** Ingeniera Laura Castillo.  
**Correo Electronico:** laura\_casrod@hotmail.com  
**Teléfonos:** 5442-9978  
**Fecha ingreso:** 22/11/2018  
**Fecha entrega:** 28/11/2018  
**Análisis Solicitado:** Organoléptico, pH y Grados Brix  
**Muestras tomadas por :** Cliente  
**Muestra:** MIEL TRATAMIENTO 7 / Haba/Stevia

**Resultados:**  
**Organoléptico:**

Parámetros	Resultados	Dimensional
Color	Ligeramente café	No aplica
Olor	Característico a miel	No aplica
Sabor	Dulce	No aplica
Apariencia	Fluido viscoso	No aplica
Materia extraña.	Restos de panal	No aplica

pH	4.08	unidades de pH
Grados Brix	76.57	°

**Metodología:**  
Organoléptico: Análisis Sensorial.  
pH: Potenciometría  
Grados Brix: Refractometría

**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros  
2a. Avenida 33-00, Zona 12  
Col. El Carmen, Cond. El Carmen  
Casa # 4, Tel.: 2485-7128  
Tels.: 5206-7173, 2442-1240  
2219-8555

**Dr. Sibby Paola Morataya A**  
MYCOTOX LAB.

**Condiciones Generales:**  
Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab. Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.  
Mycotox Lab No se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la toma e identificación de la muestra.  
Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente.  
Mycotox Lab No se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.  
La información refleja los hallazgos del laboratorio en el momento del análisis y dentro de los límites de intervención otorgadas por nuestros clientes.  
ce/Archivo

www.mycotoxlab.com

Figura 10. Informe de resultado de análisis de miel, Haba- Panela

**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros

**INFORME RESULTADOS LABORATORIO**  
Solicitud No. 8296

**Empresa:** IICA - CRIA  
**Dirección:** 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. LaGalería 4o. Nivel . Of. 402  
**Remitido:** Ingeniera Laura Castillo.  
**Correo Electronico:** laura\_casrod@hotmail.com  
**Teléfonos:** 5442-9978  
**Fecha ingreso:** 22/11/2018  
**Fecha entrega:** 28/11/2018  
**Análisis Solicitado:** Organoléptico, pH y Grados Brix  
**Muestras tomadas por :** Cliente  
**Muestra:** MIEL TRATAMIENTO 8 / Haba/Panela

**Resultados:**  
**Organoléptico:**

Parámetros	Resultados	Dimensional
Color	Dorado	No aplica
Olor	Característico a miel	No aplica
Sabor	Dulce	No aplica
Apariencia	Fluido viscoso	No aplica
Materia extraña	Restos de panal	No aplica

pH	4.44	unidades de pH
Grados Brix	77.10	°

**Metodología:**  
Organoléptico: Análisis Sensorial.  
pH: Potenciometría  
Grados Brix: Refractometría

**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros  
2a. Avenida 33-00, Zona 12  
Col. El Carmen, Cond. El Carmen  
Casa # 4, Tel.: 2485-7128  
Tels.: 5206-7173, 2442-1240  
2219-8555

**Dr. Sibby Paola Morataya A**  
MYCOTOX LAB.

**Condiciones Generales:**  
Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab. Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.  
Mycotox Lab No se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la toma e identificación de la muestra.  
Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente.  
Mycotox Lab No se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.  
La información refleja los hallazgos del laboratorio en el momento del análisis y dentro de los límites de intervención otorgadas por nuestros clientes.  
ce/Archivo

www.mycotoxlab.com

Figura 11. Informe de análisis de miel, Manía-Stevia.

**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros

**INFORME RESULTADOS LABORATORIO**

Solicitud No. 8289

**Empresa:** IICA - CRIA  
**Dirección:** 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. LaGalería 4o. Nivel . Of. 402  
**Remitido:** Ingeniera. Laura Castillo.  
**Correo Electronico:** laura\_casrod@hotmail.com  
**Teléfonos:** 5442-9978  
**Fecha ingreso:** 22/11/2018  
**Fecha entrega:** 28/11/2018  
**Análisis Solicitado:** Organoléptico, pH y Grados Brix  
**Muestras tomadas por :** Cliente  
**Muestra:** MIEL TRATAMIENTO 1 / Manía/Stevia

**Resultados:**  
**Organoléptico:**

Parámetros	Resultados	Dimensional
Color	Dorado	No aplica
Olor	Característico a miel	No aplica
Sabor	Dulce	No aplica
Apariencia	Fluido viscoso	No aplica
Materia extraña	Restos de panal	No aplica

pH	4.09	unidades de pH
Grados Brix	80.35	°

**Metodología:**  
Organoléptico: Análisis Sensorial.  
pH: Potenciometría  
Grados Brix: Refractometría

**Dra. Sijany Paola Morataya A**  
MYCOTOX LAB.

**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros  
2a. Avenida 33-00, Zona 12  
Col. El Carmen, Cond. El Carmen  
Casa # 4, Tel.: 2485-7128  
Tels.: 5206-7173, 2442-1240  
2219-8555

**Condiciones Generales:**  
Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab.  
Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.  
Mycotox Lab No se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la toma e identificación de la muestra.  
Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente.  
Mycotox Lab No se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.  
La información refleja los hallazgos del laboratorio en el momento del análisis y dentro de los límites de intervención otorgadas por nuestros clientes.  
cc/Archivo

www.mycotoxlab.com

Figura 12. Informe de análisis de miel, Manía-Panela

**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros

**INFORME RESULTADOS LABORATORIO**

Solicitud No. 8290

**Empresa:** IICA - CRIA  
**Dirección:** 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. LaGalería 4o. Nivel . Of. 402  
**Remitido:** Ingeniera Laura Castillo.  
**Correo Electronico:** laura\_casrod@hotmail.com  
**Teléfonos:** 5442-9978  
**Fecha ingreso:** 22/11/2018  
**Fecha entrega:** 28/11/2018  
**Análisis Solicitado:** Organoléptico, pH y Grados Brix  
**Muestras tomadas por :** Cliente  
**Muestra:** MIEL TRATAMIENTO 2 / Manía/Panela

**Resultados:**  
**Organoléptico:**

Parámetros	Resultados	Dimensional
Color	Dorado	No aplica
Olor	Característico a miel	No aplica
Sabor	Dulce	No aplica
Apariencia	Fluido ligeramente viscoso	No aplica
Materia extraña	Partículas negras	No aplica

pH	4.17	unidades de pH
Grados Brix	74.86	°

**Metodología:**  
Organoléptico: Análisis Sensorial.  
pH: Potenciometría  
Grados Brix: Refractometría

**Dra. Sijany Paola Morataya A**  
MYCOTOX LAB.

**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Micotoxinas y Otros  
2a. Avenida 33-00, Zona 12  
Col. El Carmen, Cond. El Carmen  
Casa # 4, Tel.: 2485-7128  
Tele.: 5206-7173, 2442-1240  
2219-8555

**Condiciones Generales:**  
Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab.  
Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.  
Mycotox Lab No se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la toma e identificación de la muestra.  
Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente.  
Mycotox Lab No se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.  
La información refleja los hallazgos del laboratorio en el momento del análisis y dentro de los límites de intervención otorgadas por nuestros clientes.  
cc/Archivo

www.mycotoxlab.com

Figura 13. Informe de análisis de miel, Manía-Azúcar



**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Mico toxinas y Otros

**INFORME RESULTADOS LABORATORIO**

Solicitud No. 8291

**Empresa:** IICA - CRIA  
**Dirección:** 7a. Avenida 14-44, zona 9 Edif. LaGalería 4o. Nivel . Of. 402  
**Remitido:** Ingeniera Laura Castillo.  
**Correo Electronico:** laura\_casrod@hotmail.com  
**Teléfonos:** 5442-9978  
**Fecha ingreso:** 22/11/2018  
**Fecha entrega:** 28/11/2018  
**Análisis Solicitado:** Organoléptico, pH y Grados Brix  
**Muestras tomadas por :** Cliente  
**Muestra:** MIEL TRATAMIENTO 3 / Manía/Azúcar.

**Resultados:**

**Organoléptico:**

Parámetros	Resultados	Dimensional
Color	Dorado	No aplica
Olor	Característico a miel	No aplica
Sabor	Dulce	No aplica
Apariencia	Fluido ligeramente viscoso	No aplica
Materia extraña	Partículas negras	No aplica

pH	4.83	unidades de pH
Grados Brix	74.27	°

**Metodología:**  
 Organoléptico: Análisis Sensorial.  
 pH: Potenciometría  
 Grados Brix: Refractometría



Dra. Sandy Pyda Morataya A  
MYCOTOX LAB.



**MYCOTOX LAB.**  
Análisis Alimentos  
Mico toxinas y Otros  
2a. Avenida 33-00, Zona 12  
Col. El Carmen, Cond. El Carmen  
Casa # 4. Tel.: 2485-7128  
Tels.: 52067373, 2442-1240  
2219-8555

**Condiciones Generales:**  
 Los resultados del presente informe se refieren solo a la o las muestras tal y como fueron recibidas en Mycotox Lab.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, total o cualquier alteración de este informe.  
 Mycotox Lab No se responsabiliza ni garantiza la procedencia u origen de la o las muestras ingresadas a este laboratorio, así como cualquier aspecto relacionado con la identificación otorgada por el cliente, ya que el cliente es responsable de la tina e identificación de la muestra.  
 Mycotox Lab respeta la identificación de la muestra otorgada por el cliente para efectos de emisión de resultados únicamente.  
 Mycotox Lab No se responsabiliza por el uso posterior de estos informes otorgados.  
 La información refleja los hallazgos del laboratorio en el momento del análisis y dentro de los límites de intervención otorgada por nuestros clientes.

cc/Archivo

www.mycotoxlab.com

**Anexo 3. Evidencias fotográficas de la investigación**

*Figura 14. Equipo de trabajo, Técnicos de COPIASURO R.L e Investigadoras*



*Figura 15. Mapa de ubicación, Ayutla, Tecún Umán, San Marcos*



*Figura 16. Aldea Las Mercedes, Ayutla, San Marcos*



*Figura 17. Apiario de investigación*



*Figura 18. Evaluación de mar-*



*Figura 19. Pesaje inicial de colmenas*



*Figura 20. Distribución de tratamientos*



*Figura 21. Tostado de semillas*



*Figura 22. Descascarillado de semillas*



*Figura 23. Suplemento proteico y energético*



*Figura 24. Control de temperatura en colmenas*



*Figura 25. Toma de datos sobre temperatura en colmenas*



*Figura 27. Evaluación de avances de colmenas*



*Figura 26. Incorporación de suplementos dentro de colmenas*



*Figura 28. Control sobre cámara de cría en colmenas*



*Figura 29. Control y mantenimiento de colmenas*



*Figura 30. Aprovechamiento de suplemento en colmenas*



*Figura 31. Verificación de aumento de población en colmenas*



*Figura 32. Comparación de marcos (aumento de población en colmenas)*



*Figura 33. Pesaje final de colmenas*



Figura 34. Presupuesto

**FICHA PRESUPUESTARIA FINANCIERA**

**Nombre del Proyecto:** Evaluación de suplementos proteicos y energéticos como sustitutos del polen, sobre crías de Abejas (*Apis mellifera*) y su efecto en el fortalecimiento de la colmena; en el Municipio de Colomba Costa Cuca, departamento de Quetzaltenango.

**Nombre del Responsable Principal:** Laura Paulina Castillo Rodríguez

**No. De proyecto:**

**Nombre de la Unidad Ejecutora:** IICA-CRIA

**Nombre de las otras instituciones involucradas:** CUNOC

**DESCRIPCION DEL PRESUPUESTO**

Codigo	DESCRIPCION	MONTO		Monto Disponible	Saldo
		Programado	Ejecutado		
<b>Monto Total del Proyecto</b>				<b>150.000.00</b>	
<b>VIAJES OFICIALES</b>					
407	Viaticos	0.00		0.00	0.00
407	Viaticos Universidad	16,000.00		16,000.00	134,000.00
409	Transporte Nacionales	0.00		0.00	134,000.00
411	Otros Gastos de Viajes Nacionales	0.00		0.00	134,000.00
<b>500 DOCUMENTOS Y MATERIALES E INSUMOS</b>					
501	Publicaciones	1,190.00		1,190.00	132,810.00
					130,980.00
503	Reproduccion de Documentos Impresos y Electronicos	1,830.00		1,830.00	
505	Material e Insumos	7,749.00		7,749.00	123,231.00
509	Materiales para Proyectos	22,182.50		22,182.50	101,048.50
511	Adquisicion de Libros y Otras Publicaciones	0.00		0.00	101,048.50
513	Información Especializada	6,030.00		6,030.00	95,018.50
515	Servicios de Edicion, Traduccion e Interpretación	0.00		0.00	95,018.50
	Otros	0.00		0.00	95,018.50
<b>600 PLANTA, EQUIPO Y MOBILIARIO</b>					
611	Equipo y Mobiliario	0.00		0.00	95,018.50
615	Equipo de internet	7,000.00		7,000.00	88,018.50
<b>700 SERVICIOS GENERALES</b>					
701	Correspondencia	0.00		0.00	88,018.50
703	Telecomunicaciones y Enlaces de Internet	5,250.00		5,250.00	82,768.50
709	Combustibles	11,745.00		11,745.00	71,023.50
711	Mensajería y Mobilización Local	0.00		0.00	71,023.50
725	Preparación del suelo	0.00		0.00	71,023.50
<b>JORNALES</b>					
729	Jornales (Mano de Obra)	7,000.00		7,000.00	64,023.50
<b>INCENTIVOS</b>					
823	Investigador Principal	34,251.00		34,251.00	29,772.50
	Investigador Asociado	0.00		0.00	29,772.50
	Investigador Auxiliar	18,837.00		18,837.00	10,935.50
w	Otros				10,935.50
					10,935.50
<b>TOTAL</b>		<b>139,064.50</b>	<b>0.00</b>	<b>139,064.50</b>	<b>10,935.50</b>