



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Análisis productivo en colmenas Mason Jar y
tipo Langstroth con *Apis mellifera* africanizada
en la Finca El Plantel, Masaya, 2020**

Autor

Br. Walter Joel Rojas Zamora

Asesores

Ing. MSc. Juan José Avelares Santos

Ing. Javier Ignacio Silva Rivera

Managua, Nicaragua

Marzo, 2021



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Análisis productivo en colmenas Mason Jar y
tipo Langstroth con *Apis mellifera* africanizada
en la Finca El Plantel, Masaya, 2020**

Autor

Br. Walter Joel Rojas Zamora

Asesores

Ing. MSc. Juan José Avelares Santos

Ing. Javier Ignacio Silva Rivera

Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito final para optar al grado
de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua

Marzo, 2021

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Tribunal Examinador

MSc. Rosario de la Concepción
Rodríguez Pérez
Presidente

MSc. Jael Bildad Cruz Castillo
Secretario

Ing. Miguel Gerónimo Ríos
Vocal

Lugar y Fecha: Sala Magna Facultad de Agronomía 09 de marzo 2021.

DEDICATORIA

A mis padres **Rodolfo Rojas Luque** y **Cándida Zamora Aguilar** por haberme brindado todo su apoyo incondicional desde mis primeros días y en cada etapa de vida en este mundo para llegar hacer un profesional y lograr un mayor crecimiento personal. Mis padres, la más grande inspiración.

A mi familia **Rojas Zamora** por estar conmigo en los buenos momentos y sobre todo en los días más difíciles de mi vida.

Br. Walter Joel Rojas Zamora

AGRADECIMIENTO

A mis padres **Rodolfo Rojas Luque** y **Cándida Zamora Aguilar** por brindarme su apoyo moral y económico durante mi crecimiento personal y profesional. Las personas que me motivaron a seguir adelante en los días difíciles, quienes me enseñaron a trabajar con honestidad, disciplina y esfuerzo para cumplir mis metas, a mi padre por haberme formado en el rubro de la apicultura y ser mi inspiración.

A la prestigiosa alma mater Universidad Nacional Agraria (UNA) por brindarme la oportunidad de desarrollarme en sus instalaciones, ser la encargada de mi formación profesional y ser mi segundo hogar durante cinco años.

A mis asesores MSc. Juan José Avelares Santos e Ing. Javier Ignacio Silva Rivera por haberme brindado su confianza, apoyo, tiempo y dedicación durante el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez por su apoyo en el ordenamiento y análisis de los datos recolectados en campo.

A todos los docentes de la UNA quienes me impartieron clase y brindaron su esfuerzo para desarrollarme como profesional y humano.

A mis compañeros de clase del grupo uno de Ingeniería Agronómica generación 2016-2020 por haber brindado su grano de arena en el desarrollo de la idea.

A Alexis Hernández por apoyarme durante la etapa de campo de esta investigación.

Br. Walter Joel Rojas Zamora

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 La apicultura en Nicaragua	4
3.1.1 Proceso tradicional de extracción de miel en Nicaragua	5
3.2 Características técnicas y productivas de la colmena Langstroth	5
3.3 Características técnicas y productivas de la colmena Mason Jar	6
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	8
4.1 Ubicación del estudio	8
4.2 Descripción del área de estudio	8
4.2.1 Clima	8
4.2.2 Flora natural y cultivada	9
4.3 Diseño metodológico	10
4.4 Manejo del ensayo y metodología	11
4.4.1 Preparación del ensayo	11
4.5 Variables evaluadas	12
4.5.1 Identificación de las especies melíferas en floración	13
a. Métodos utilizados para medir la biodiversidad	13
b. Técnica de muestreo de la diversidad florística	13
4.5.2. Variables de colmenas	14
a. Cantidad de miel y cera producida por la colmena	14
b. Número de abejas	15

c.	Cantidad de polen introducido a la colmena	15
4.6	Análisis de datos	16
4.6.1	Caracterización de la flora	16
4.6.2	Variables en colmenas	16
4.6.3	Análisis económico	17
4.7	Manejo de factores no sujetos a evaluación	17
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
5.1	Identificación de las especies melíferas en floración	18
5.2	Variables en colmenas	19
5.2.1	Producción de miel y cera en la colmena	19
5.2.2	Número de abejas en la colmena	22
5.2.3	Cantidad de polen introducido a la colmena	25
5.3	Análisis económico	27
5.3.1	Presupuesto parcial	28
5.3.2	Análisis de dominancia	29
VI.	CONCLUSIONES	30
VII.	RECOMENDACIONES	31
VIII.	LITERATURA CITADA	32
IX.	ANEXOS	38

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Resultado de los índices de Shannon-Wiener y Simpson utilizados para medir la diversidad de especies melíferas en floración durante los dos ensayos realizados en la Finca El Plantel durante el período de Enero-Abril del año 2020.	19
2	Presupuesto parcial de colmenas Langstroth y Mason jar del apiario de la Finca El Plantel, Masaya, 2020	29
3	Análisis de dominancia en colmenas Langstroth y Mason Jar del apiario de la Finca El Plantel, Masaya, 2020	29

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Ubicación de la Finca El Plantel, Masaya	8
2	Climograma de la Finca El Plantel, 2020	9
3	Técnica de muestreo utilizada para toma de datos en plantas melíferas en estado de floración en la finca El Plantel, Masaya, 2020.	14
4	Patrón de producción de miel y cera de dos diseños de colmenas en cuatro diferentes momentos expresado en días después de ser establecido el ensayo durante la época de producción de Enero - Febrero y Marzo - Abril en la finca El Plantel, Masaya, 2020.	21
5	Producción media por panal durante la época de producción de Enero a Febrero y la época de producción dos que va del mes de Marzo a Abril en las colmenas del apiario de la finca El Plantel, Masaya, 2020.	21
6	Patrón de producción de las colmenas Langstroth y tipo Mason jar durante los meses de Enero a Abril en la Finca El Plantel, Masaya, 2020	22
7	Efecto del tiempo en los diseños de colmenas evaluadas sobre la cantidad de abejas dentro de las colonias a partir de los ocho días después de ser establecido el ensayo en el apiario de la finca El Plantel, Masaya, 2020.	24
8	Efecto de la época de producción sobre el número de abejas en las colmenas en cada período evaluado en el apiario de la finca El Plantel, Masaya, 2020.	24
9	Cantidad de gránulos de polen introducidos a la colonia en las colmenas estudiadas durante dos épocas de producción de la finca El Plantel, Masaya, 2020	26
10	Cantidad de polen introducido por las abejas en los diseños de colmenas evaluados en dos períodos de producción en la finca El Plantel, Masaya, 2020.	27

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Colmena Langstroth con media alza en la Finca El Plantel, Masaya, 2020.	38
2	Apicultura de Mason, abejas dentro de frascos en colmenas de la Finca El Plantel, Masaya, 2020.	38
3	Cera de abeja desprendida de un frasco durante el experimento 1, en la Finca El Plantel, Masaya, diciembre 2019	38
4	Plataforma de madera utilizada para colocar los frascos de vidrio en las colmenas de la Finca El Plantel, Masaya, 2020	38
5	Colmena utilizando la tecnología Mason jar en la Finca El Plantel, Masaya, 2020	39
6	Vertiendo cera derretida al frasco de vidrio para fijar las láminas de cera en la Finca El Plantel, Masaya, 2020	39
7	Técnica de muestreo utilizada para recolectar información de plantas melíferas en estado de floración en la Finca El Plantel, 2020	39
8	Escala de Braun-Blanquet utilizada para cuantificar el porcentaje de cobertura de plantas herbáceas y arbustivas melíferas en estado de floración en la Finca El Plantel, Masaya, 2020	40
9	Pesaje de frascos y panales en las colmenas de la Finca El Plantel, Masaya, 2020	40
10	Escala para interpretar los datos de índice de diversidad de Shannon-Weaver y Simpson	40
11	Especies melíferas en estado de floración en la finca El Plantel durante el período de enero a abril 2020	41
12	Gráfica de proceso tradicional de extracción de miel en Nicaragua	42
13	Ubicación de la Finca El Plantel con puntos donde se recolectaron los datos florísticos	43
14	Resultados del MANOVA para la variable Producción de cera y miel en las colmenas utilizadas en el experimento del apiario en la Finca El Plantel, Masaya, 2020	44
15	Resultados del MANOVA para la variable cantidad de abejas en las colmenas utilizadas en el experimento del apiario en la Finca El Plantel, Masaya, 2020	44
16	Resultados del MANOVA para la variable cantidad de polen introducido en las colmenas utilizadas en el experimento del apiario en la Finca El Plantel, Masaya, 2020	44

RESUMEN

La apicultura es una actividad que se practica en Mesoamérica desde la época precolombina, en Nicaragua aún se practica de manera artesanal. En los últimos años el rendimiento en la producción ha disminuido junto con los precios internacionales por lo que se hace necesario la búsqueda de alternativas de producción que mejoren el ingreso de la familia apicultora, esto ha llevado a la evaluación del sistema convencional de producción y una alternativa, las colmenas Mason Jar, para ello se realizó un estudio en la finca El Plantel de la UNA, ubicada el municipio de Masaya, con el propósito de generar información sobre producción de colmenas bajo dos sistemas productivos. El ensayo fue un diseño Completamente al Azar de medias repetidas en el tiempo utilizando cinco repeticiones por tratamiento en dos períodos de producción. Las variables cantidad de miel y cera producida, número de abejas, cantidad de polen introducido a la colmena fueron sometidos a un análisis de varianzas multifactorial con medias repetidas en el tiempo. Los datos de las observaciones del componente florístico se analizaron a través de los índices de diversidad de Shannon-Wiever y Simpson, se realizó un análisis económico según la metodología del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz Y Trigo (CIMMYT). La colmena tipo Langstroth aporta mayor producción de miel y cera por colmena al sistema de producción apícola en un 53% de diferencia en comparación a las colmenas tipo Mason Jar, los diseños de colmenas tienen efecto sobre la cantidad de abejas en la colmena y la cantidad de polen que se recolecta. La diversidad florística en el área de estudio se considera baja predominando tres especies melíferas: Madero negro (*Gliricidia sepium* Jacq), Sardinillo (*Tecoma stans* L) y Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill). El análisis económico realizado a los productos finales de ambos tipos de colmenas indica que ninguno de los tratamientos es dominado, pero demuestra que la colmena Mason Jar genera 78% más ingresos económicos al sistema apícola debido a factores de mercado como presentación, novedad y curiosidad del consumidor.

Palabras claves: Colmena, Mason Jar, Langstroth, abeja africanizada

ABSTRACT

Beekeeping is an activity that has been practiced in Mesoamerica since pre-Columbian times, in Nicaragua it is still practiced in a traditional way. In recent years, production performance has decreased along with international prices, so it is necessary to search for production alternatives that improve the income of the beekeeping family, this has led to the evaluation of the conventional production system and a alternative, the Mason Jar hives, for this a study was carried out in the El Plantel farm of the UNA, located in the municipality of Masaya, with the purpose of generating information on the production of the hives under two production systems. The trial was a Completely Randomized design of repeated means over time using five repetitions per treatment over two production periods. The variables quantity of honey and wax produced, number of bees, quantity of pollen introduced to the hive were subjected to a multifactorial analysis of variances with repeated means over time. The data of the observations of the floristic component were analyzed through the Shannon-Wiever and Simpson diversity indices, an economic analysis was carried out according to the CIMMYT methodology. The design of Langstroth type hives provides greater production of honey and wax per hive to the beekeeping production system in a 53% difference compared to Mason Jar hives, the hive designs influence the number of bees in the hive and the amount of pollen that is collected. The floristic diversity in the study area is considered low, with three predominantly honey species: Madero negro (*Gliricidia sepium* Jacq), Sardinillo (*Tecoma stans* L) y Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill). The economic analysis carried out on the final products of both types of hives indicates that neither of the treatments is dominated, but it shows that the Mason Jar hive generates 78% more economic income to the beekeeping system due to market factors such as presentation, novelty, and curiosity of the consumer.

Keywords: Beehive, Mason Jar, Langstroth, Africanized bee

I. INTRODUCCIÓN

La abeja melífera (*Apis mellifera* L.) es una especie nativa de la zona tropical de África, desde donde se dispersó al oeste de Asia y Europa (Michener, 2007, p. 1). “fue introducida a América con los primeros colonos” (...) donde en los años 1950 ocurrió el fenómeno de la africanización en América (Montenegro, 2016, p. 19).

En 1950, la apicultura funcionaba bien en los EUA, en Sudamérica el rendimiento era bajo debido a la inadaptación de las abejas europea al clima tropical. En 1956, el científico brasileño Dr. Warwick Kerr importó abejas africanas (*Apis mellifera scutellata* L.), pues sus requerimientos climáticos encajaban perfectamente con el clima de Brasil, aunque eran más agresivas (párr. 5), algunas colonias experimentales se escaparon, formando nuevas colonias en la naturaleza y colonizando a la abeja europea, formando los híbridos que hoy se conoce como abeja africanizada (Vila, 2017, párr. 6).

Vargas y Velásquez (2013) comentan que “la apicultura es una actividad que se practicaba en Centro América desde la época Maya. Con la colonización de los españoles y la introducción de la abeja europea la producción de miel tomó una mayor importancia económica” (p. 1), durante el siglo XIX la apicultura en Nicaragua resurge con el auge del cultivo de café, no obstante, la actividad apícola fue afectada por el uso de agroquímicos en los campos de algodón del Pacífico de Nicaragua (p. 1).

“La apicultura en Nicaragua se ha practicado de manera muy artesanal” expresa Rojas (2019) apicultor nicaragüense con 29 años de experiencia. Según Tercero y Sequeira (2016) fue hasta los años ochenta donde se introdujeron iniciativas de mejoramiento en las técnicas de manejo y la producción de miel (p. 3), “gracias al Programa Nacional Apícola (PNA) que junto a organismos gubernamentales y no gubernamentales sentaron las bases para el futuro de esta actividad “(Vargas y Velásquez, 2013, p. 1).

Jacoby (2019) presidente de APEN, manifiesta que Nicaragua tiene un potencial apícola enorme, comentando que en el país se necesita mejorar el conocimiento apícola para que la producción aumente, pero también se necesita una mejor tecnología (párr. 7), además textualmente recalcó “Las abejas no solo producen miel, hay otros productos que generan

[dinero] y que tienen un mayor valor en el mercado y no se producen por falta de conocimiento y tecnología” (párr. 10).

“La colmena Langstroth lleva el nombre de su inventor, Lorenzo Langstroth, la cual fue patentada en Estados Unidos en 1851” (Diaz, 2011, p. 4). Besora (2017) asegura que “este tipo de colmena movilista [*Langstroth*] es la más utilizada en el mundo, por lo que sus partes están más estandarizadas” (P. 6), de acuerdo con Bonilla (2008) debido al uso de este diseño de colmena [*Langstroth*] se han incrementado los niveles de producción en algunos países (p. 2) y en Nicaragua es el diseño más utilizado.

La Mason Jars Company (2020) indica que el frasco Mason fue inventado en 1858 por el hojalatero John Landis Mason (párr. 2) (...) desde entonces el frasco Mason “ha trascendido su propósito original como un medio de conservación de alimentos” (párr. 20). Esta innovación tecnológica, en su momento permitió un avance en la conservación de alimentos; actualmente se desarrolló una tecnología que permite el uso de estos frascos directamente en la colmena para que la miel y cera sean envasadas por las abejas.

“Como ya existe en casi todas las regiones del mundo una relación entre el hombre y la abeja, el objeto de cualquier investigación apícola es introducir nuevos y mejores métodos de producción” (Gentry, 1982, p. 7) que permita desarrollar la actividad apícola en los países y mejorar la economía familiar de los apicultores.

Esta tecnología es desconocida en Nicaragua, no existe información escrita ni audiovisual donde demuestre su utilización en el país y Centro América; dicha innovación tendría el potencial de actualizar el sistema de producción convencional que se posee en Nicaragua, logrando mayor desarrollo en la apicultura, al insertar métodos productivos innovadores que revolucionen el mercado nacional.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar la producción de colmenas Mason Jar y colmenas tipo Langstroth, bajo la flora melífera en el período de enero a abril en la Finca El Plantel, Masaya, 2020

2.2. Objetivos específicos

- Identificar las especies de plantas melíferas cultivadas y silvestres en estado de floración en los perímetros de la finca El Plantel, Masaya de enero a abril 2020
- Comparar la actividad productiva de colmenas Mason Jar y tipo Langstroth del apiario de la finca El Plantel, Masaya
- Realizar análisis económico en producto final de colmenas Mason Jar y tipo Langstroth que refleje la factibilidad económica de las tecnologías

III. MARCO DE REFERENCIA

Sanchez, Ceballos y Torres (2015) definen como análisis de producción al método que analiza las características productivas de la empresa, utilizando variables cualitativas y cuantitativas, como: tiempo, cantidad, peso, entre otras (p. 138).

La rentabilidad es definida por Morillo (2001) como la comparación de las utilidades netas obtenidas en la empresa con las ventas, la inversión realizada y los fondos aportados por sus propietarios (p. 36).

3.1. La apicultura en Nicaragua

Jacoby (2019) confirma que en el país existen 45 mil colmenas de *Apis mellifera* (párr. 12), pero “Nicaragua tiene un potencial florar [natural] apícola para manejar 300,000 colmenas” (Carrillo, 2005, párr. 10). El Proyecto ADAPTA (2018) comenta que Nicaragua solo aprovecha el 20% de su potencial en apicultura, según conversación personal con el Sr. Rojas (2019) este desaprovechamiento territorial se debe al difícil acceso a zonas de floración, tecnologías rudimentarias y el casi nulo financiamiento a este rubro.

Según Narváez y Ortiz, (2010) la producción de miel en el país ocurre principalmente en los siguientes departamentos: León, Chinandega, Boaco, Matagalpa y Managua, (p.7), hasta el mes de febrero 2020 existían 1,417 apicultores registrados en el sistema del Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (Estrategia Nacional impulsa producción de miel en Nicaragua - LVDS, 2020, párr. 13), donde “un tercio de estos apicultores son mujeres” (Calero, 2019, párr. 19), con un aproximado total de 45,000 colmenas (González, 2018, párr. 15).

El principal mercado externo para la miel nicaragüense es Alemania (El 19 Digital, 2015, párr. 2) donde también se exporta a España, Taiwán y Holanda (Jacoby, 2019, párr. 4), Calero (2019) comenta que en estos países es donde se comercializa el 80% de la producción mientras que a nivel interno se consume el 20% (párr. 15) (...) también expresa que “la producción de miel inicia en noviembre y termina en mayo con la entrada del invierno [Época lluviosa]” (párr. 17).

Rojas (2019) comenta que en el año 2017 se obtuvo una producción promedio de 62 kg de miel por colmena, después la producción disminuyó debido a afectaciones causadas por la variabilidad climática que ocasiona lluvias fuera de tiempo y sequias que afecta la flora melífera.

Según Calero, (2019) los efectos del cambio climático aunados a las duras exigencias de los mercados internacionales, está ocasionando que el negocio de la miel de abeja, esté perdiendo ímpetu en el país (párr. 1), debido a esto es necesario adoptar nuevos métodos y tecnologías de producción que dinamicen el mercado.

Alvarez (2019) explica que la producción de miel en Nicaragua cayó un 31.2% debido a las afectaciones de la variabilidad climática que ocasiona fuertes vientos, ausencia de lluvia y precipitaciones fuera de tiempo, lo que afecta y disminuye la producción de miel (párr. 2). Al respecto, Zeas comenta que “a estos efectos se le debe sumar el casi nulo financiamiento que existen en este rubro” (Alvarez, 2019).

3.1.1 Proceso tradicional de extracción de miel en Nicaragua

“Las abejas almacenan miel y polen para asegurar el alimento y supervivencia de la especie, durante las épocas en que no hay flores en el campo” (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2009, p. 42).

La extracción es realizada en campo donde se encuentra el apiario o en centros de extracción utilizando extractores de miel o centrifugadoras, la miel se transporta en cubetas con capacidad de almacenamiento de 19 l (Rojas, 2019).

“Luego de que la miel es centrifugada, sale con impurezas, como pedazos de panal, abejas muertas, partículas de propóleos, cera, entre otros” (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2009, p. 43), además es manipulada por manos humanas y tiene contacto con superficies potencialmente sucias, donde puede contaminarse con bacterias y disminuir la vida de anaquel (Etchevehere et al., 2019, p. 89) en el anexo 12 se presenta el método tradicional de producción en el país.

3.2. Características técnicas y productivas de la colmena Langstroth

“La colmena es el lugar donde se desarrolla la colonia de abejas y debe proporcionar las condiciones óptimas de temperatura y humedad” (Apiglass, s/f, p. 1).

Pymerrural (s/f) describe que la colmena Langstroth “está compuesta por 5 [sic] partes, fondo o piso, cámara de cría, bastidores, alza melarí y tapa, este modelo permite usar aditamentos como alimentadores internos y externos, trampas para cosecha de polen y otro” (p. 1) (...) “la colmena

Langstroth utiliza cajas de madera de forma rectangular con capacidad para 10 bastidores o marcos” (p. 3), los bastidores o marcos se componen de cuatro piezas de madera que forman un rectángulo y cuatro hilera de alambres que sostienen la lámina de cera (p. 4).

La caja de la colmena Langstroth “consta de una cámara de cría, que mide 46.5 centímetros de largo, 38 centímetros de ancho y 24 centímetros de alto” (Arguello, 2010, p. 17) y un alza melaría con las mismas dimensiones (García, 2015, p. 8) colocadas en orden vertical, lo que permite el crecimiento vertical elevado de la colmena (Anexo 1).

La caja inferior se utiliza para la reproducción, es aquí donde la abeja reina ovoposita sus huevos para desarrollar nuevas abejas, mientras que las cajas superiores se utilizan para la producción de miel. Para evitar que la abeja reina suba a los depósitos de miel a poner huevos, se coloca un tamiz con un paso suficiente para las abejas obreras, pero no para la abeja reina, asegurando de esta forma los pisos superiores exclusivamente para la producción de miel (Besora, 2017, p. 6).

García (2015) determina que:

el inconveniente de este tipo de alzas es que al estar llenas de miel son muy pesadas y su manejo resulta fatigoso. Otro aspecto importante es que, en climas tropicales y con buenos recursos, la postura de la reina es muy abundante, por lo que la cámara de cría resulta muy chica y la reina sube a poner a los almacenes de miel (p. 8).

Según los datos de Morales (2014) en países como Guatemala la colmena Langstroth alcanza producciones de 32.5 kg/colmena (p. 27), mientras que en países como Nicaragua se pueden obtener 34.16 kg/colmena (El 19 Digital, 2015, párr. 7).

3.3. Características técnicas y productivas de la colmena la colmena Mason Jar

“La apicultura de los frascos de Masón es uno de los últimos inventos en la apicultura” (párr. 1) (...) esta tecnología es adecuada para espacios pequeños en ciudades o zonas rurales, todo lo que se necesita para iniciar a criar abejas dentro de frascos de vidrio es un poco de investigación y planificación (Beekeepclub, 2019, párr. 26).

En el blog de apicultura Beekeepclub (2019) se comenta que:

la apicultura de los frascos Mason se refiere a mantener abejas en frascos de vidrio. Los frascos Mason se colocan en la colmena ordinaria, donde en este caso las abejas

utilizarán los frascos Mason para hacer panales y miel en lugar de (o además de) usar marcos de colmena. Una vez que los frascos de miel se llenan de miel, se saca de la colmena (párr. 2) (Anexo 2).

Aproximado 450 a 500 abejas se introducen dentro de los frascos para construir los panales, por aproximadamente cuatro semanas, una vez que estos están llenos las abejas abandonan el frasco y el apicultor puede extraerlos (Estee, s. f., párr. 32).

Según Estee, (s. f.) el frasco Mason fue inventado y patentado por John Landis Mason en el siglo XXVIII, la razón por la que Mason decidió inventar este frasco fue la búsqueda de un almacenamiento seguro de los alimentos. Siglos después, “El frasco transparente ahora se usa en la apicultura de frascos y este ha sido un gran paso en las prácticas alternativas” (Beekeepclub, 2019, párr. 8), (...) ya que esta tecnología se puede adaptar perfectamente a las colmenas Langstroth “apicultores en los Estados Unidos lo han intentado con éxito” (párr. 3).

Según Zevion (s.f.) la colmena Mason cuenta con una tabla de madera en la parte superior que posee agujeros del mismo diámetro de la boca del frasco para que estos quepan y sean colocados en la tabla de madera de forma vertical (párr. 17) (Anexo 5) esto “hace que la recolección de miel sea mucho más fácil ya que los Panales están incorporados dentro de los frascos. Al cosechar, el apicultor recoge frascos completamente llenos y extrae la miel del panal” (párr. 11) (...) “por lo tanto, es posible obtener miel pura en panales sin extraer y purificar” (Estee, s. f., párr. 1).

Beekeepclub(2019) menciona que la colmena Mason Jar posee:

mayor productividad por pie cuadrado, ya que productividad de la apicultura es mucho mayor cuando adoptas formas inteligentes de utilizar tus abejas. La colmena Mason Jar es un diseño inteligente que hace posible que el apicultor coseche más miel de la misma colmena sin necesidad de construir otra colmena desde cero (párr. 14)

La miel que se obtiene de la colmena Mason Jar nunca puede ser de la misma calidad que la miel extraída de las colmenas Langstroth en un extractor de miel, debido a que esta última se expone a diversos contaminantes, mientras la miel de los frascos Mason no es manipulada por manos humanas (Estee, s. f., párr. 8), sin embargo, el frasco luego de ser extraído de la colmena es rellenado con miel (que ya fue manipulada) los espacios que las abejas no cubrieron.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El experimento se realizó en la unidad de producción e investigación Finca El Plantel propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en el km 30 carretera Tipitapa – Masaya, en el municipio de Masaya, el estudio se estableció en el apiario propiedad de la UNA, que se encuentra en las coordenadas $12^{\circ} 7' 8.63''$ latitud norte y $86^{\circ} 5' 21.44''$ longitud oeste, a una altura de 107 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

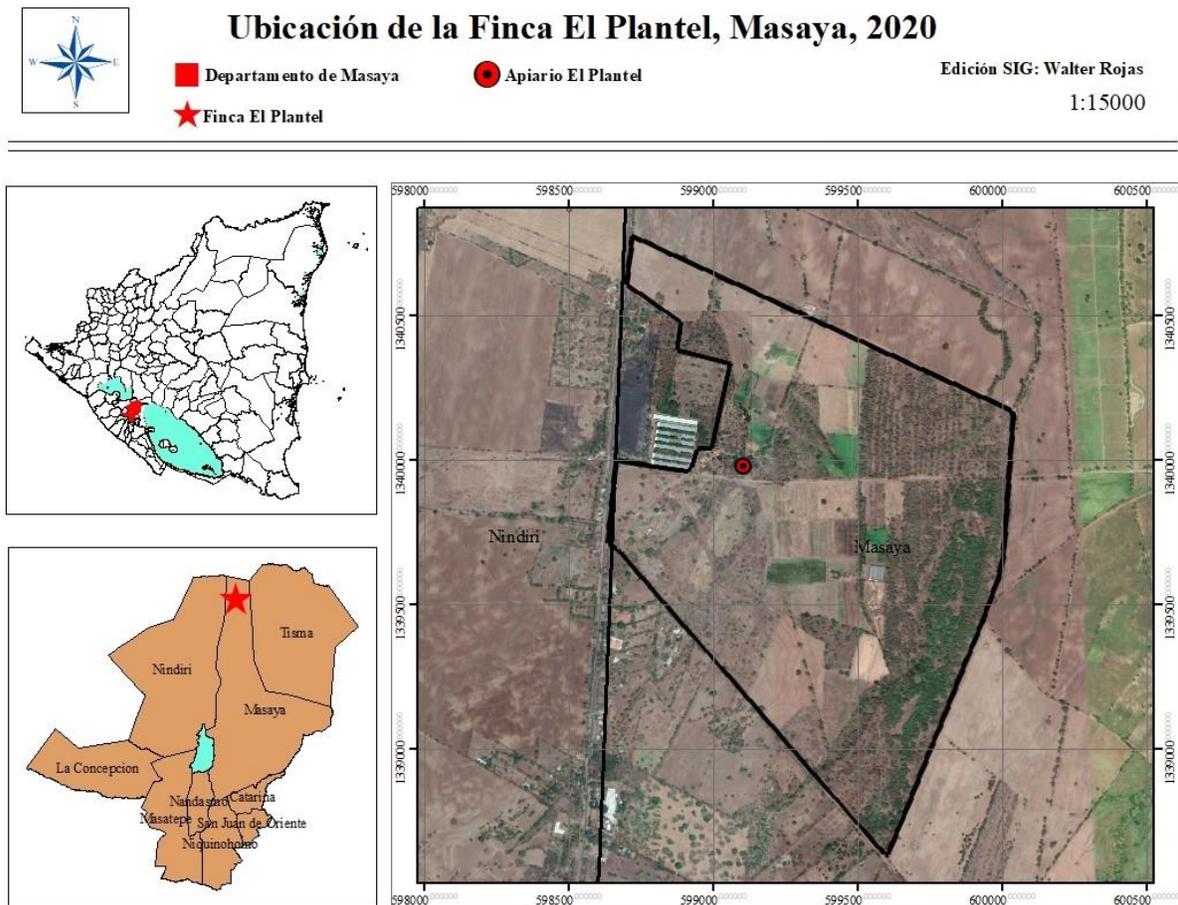


Figura 1. Ubicación de la Finca El Plantel, Masaya (Diseño y edición: Walter Rojas)

4.2. Descripción de área de estudio

4.2.1. Clima

Según la clasificación de Köppen (1982), la Finca El Plantel se ubica en un Clima Tropical de Sabana Sub-Húmedo con Lluvia en temporada húmeda. “El área de estudio cuenta con una

temperatura promedio de 28 °C, las precipitaciones medias anuales son de 800 mm, con humedad relativa promedio de 71 % y viento con velocidad media de 3.5 m/s” (Instituto Nicaragüense de Estudios territoriales - [INETER]., 2009).

INETER (2015) afirma que en la zona de estudio:

se produce un déficit de precipitaciones en los meses de julio a agosto, los cuales son muy calurosos debido a la canícula; las mayores precipitaciones ocurren en los meses de mayo a octubre, y en abril las precipitaciones son pocas o nulas (p. 5).

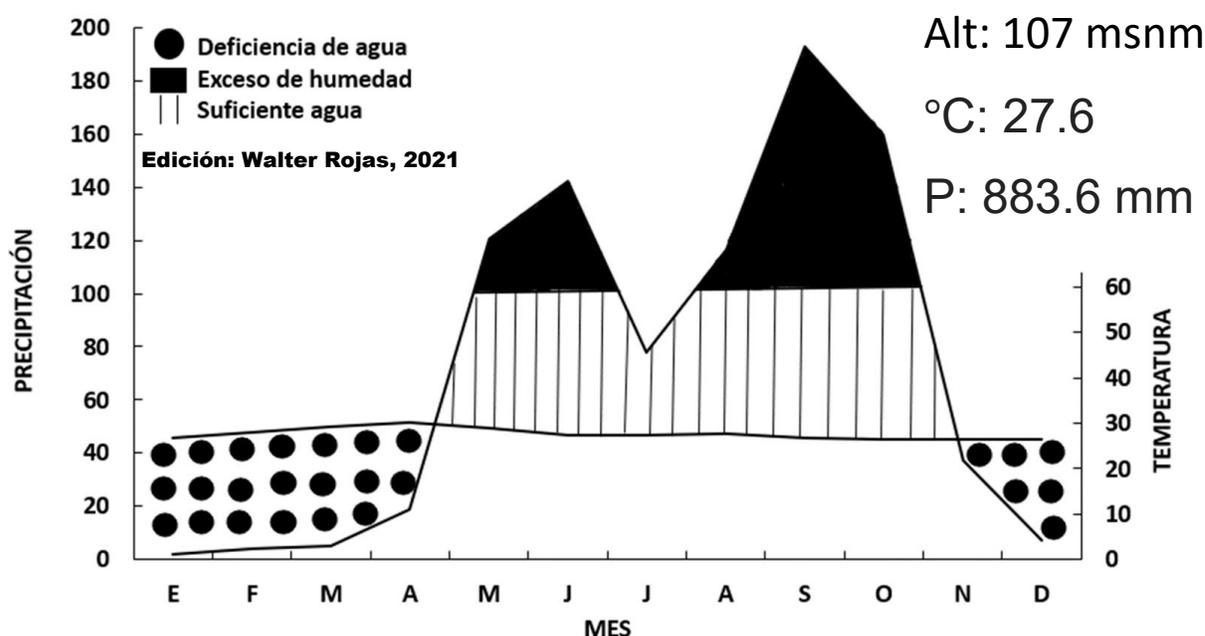


Figura 2. Climograma de la Finca El Plantel, Masaya 1981-2020 (Fuente: National Aeronautics and Space Administration, 2021)

4.2.2. Flora natural y cultivada

Según el triángulo de clasificación para zonas de vida de Leslie Holdridge (1982) extraído de la presentación de Infantes (03:11:56 UTC) el apiario de la finca El Plantel se encuentra ubicado en un bosque muy seco tropical, donde predominan especies melíferas naturales de tipo caducifolias típicas de la zona de vida. Se observó que la flora melífera cultivada en la zona son principalmente gramíneas anuales y frutales perennes.

4.3. Diseño metodológico

El estudio de campo se realizó en el apiario de la unidad experimental El Plantel utilizando 10 colmenas. El diseño experimental utilizado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) con dos tratamientos y cinco repeticiones en dos diferentes momentos de cosecha. Los datos se obtuvieron de cuatro panales y frascos por colmena los cuales fueron marcados al inicio del experimento para ser identificados.

Se evaluaron dos colmenas (Langstroth y Mason Jar), donde se utilizó la colmena Langstroth como testigo debido a que es el diseño de colmena utilizado por los productores nicaragüenses (anexo 1) (anexo 2).

4.3.1. Modelo Aditivo Línea (MAL)

El modelo aditivo lineal utilizado en este estudio se describe a continuación

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + P_k + F_l + (\tau * P)_{ik} + (\tau * F)_{il} + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Cualquier observación de la variable de interés

μ = Media general de Y_{ijkl}

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

P_k = Efecto del k-ésimo período o época de producción

F_l = Efecto del l-ésimo tiempo

$(\tau * P)_{ik}$: Efecto del i-ésimo tratamiento sobre efecto del k-ésimo período de producción

$(\tau * F)_{il}$: Efecto del i-ésimo tratamiento sobre efecto del l-ésimo tiempo

ϵ_{ijkl} : Error aleatorio con $\mu=0$ y σ^2 del error

4.4. Manejo del ensayo y metodología

El trabajo de campo se realizó en el área apícola de la unidad experimental El Plantel, desarrollándose durante los meses de diciembre 2019 hasta abril 2020, meses comprendidos en la época seca de la región Pacífica del país.

En el proceso de recolección de datos y desarrollo del ensayo no se aplicó una metodología específica para realizar las actividades correspondientes al manejo de las colmenas, sino que se siguió la rutina tradicional que posee el productor apícola en sus apiarios, la cual se basa en el manejo básico de las colmenas, donde se realizan revisiones rápidas cada ocho días para observar: número de abejas en la colmena, presencia de polen, afectaciones por plagas y enfermedades, cantidad de reservas alimenticias o miel dentro de la colmena.

Se realizaron pruebas de pegado de lámina dentro de los frascos de vidrio antes de iniciar la investigación, descubriendo que la mejor forma para que estas no se desprendan de las paredes de frasco (anexo 3) es introduciendo las láminas de 5cm x 10cm al frasco y verter 5g de cera de abeja derretida al fondo de este, cuando la cera se seca las láminas no se desprenden del recipiente.

El primer ensayo se estableció el día 09 de enero del año 2020, en este experimento se realizaron revisiones cada ocho días donde se tomó datos de las variables seleccionadas, hasta que terminó el día 23 de febrero del año 2020, donde se realizó la cosecha del apiario.

En el segundo ensayo se utilizó la misma metodología del ensayo uno y utilizando las mismas colmenas del primer ensayo, este estudio fue establecido el día 08 del mes de marzo 2020 y finalizó el 25 de abril 2020, donde se realizó la cosecha del apiario.

4.4.1. Preparación del ensayo

Se realizó la compra de herramientas, materiales y equipos necesarios para el establecimiento del experimento en la tercera semana del mes de noviembre 2019.

Se inició la preparación de las plataformas utilizadas para colocar los frascos de vidrio sobre las colmenas, se utilizó una tabla de madera con dimensiones de 42.5 x 36 cm, donde se perforaron agujeros circulares con 6cm de diámetro, obteniendo un total de 16 agujeros por plataforma (anexo 4).

Al establecerse el ensayo se realizó la azarización en las 10 colmenas seleccionadas, se colocó una media alza (anexo 1) con ocho bastidores con cera estampada en cinco colmenas tipo Langstroth y en otras cinco colmenas Langstroth se colocó la tecnología de las colmenas Mason Jar (anexo 5).

La primera semana del mes de diciembre 2019 se realizó la preparación de frascos y bastidores para su utilización. Se usó una lámina de cera estampada con dimensiones de 12 x 40 cm para cada bastidor de las medias alzas utilizadas en colmenas testigo, estas fueron incrustadas calentando los alambres metálicos del bastidor, mientras que en los frascos de vidrio se utilizaron dos láminas de cera estampada con dimensiones de 5 x 10 cm.

Las láminas de cera estampada se introdujeron a los frascos realizando presión sobre las paredes de vidrio para pegarlas, esta técnica de pegado fue un fracaso, ya que las láminas de cera estampada se desprendieron de los frascos ocasionando su caída a las dos semanas de ser establecido el experimento, perdiendo en su totalidad el primer ensayo.

En el mes de enero 2020 se cambió el método para pegar las láminas de cera dentro de los frascos de vidrio, se usaron dos laminas con dimensiones de 5cm x 10cm por cada frasco, estas fueron introducidas en el frasco, se vertieron aproximadamente 5g de cera de abeja derretida (anexo 6), al solidificarse la cera derretida en el fondo del frasco de vidrio las láminas de cera estampada fueron fijadas al recipiente. A los ocho días de ser establecido el ensayo se observó que las láminas de cera estampada ubicadas dentro de los frascos de vidrio seguían en su lugar.

En cada visita al apiario se utilizó el equipo de protección personal, guantes, zapatos de trabajo, espátula y ahumador para el control de las abejas africanizadas.

4.5. Variables evaluadas en el estudio

Se caracterizaron las especies vegetales melíferas en floración y se seleccionaron tres variables que se desarrollaron en 10 colmenas seleccionadas.

4.5.1. Identificación de las especies melíferas en floración

a. Métodos utilizados para medir la biodiversidad

Con el propósito de definir la diversidad de la flora melífera y polinífera en estado de floración en la finca El Plantel, se utilizó el índice de dominancia de Simpson, este “toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies” (...) para definir cuál es la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de la muestra sean de la misma especie, estando fuertemente influido por la importancia de las especies dominantes (Moreno, 2001, p. 44).

También se usó el índice de Shannon-Wiener que según Aguirre (2013):

expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad están representadas en la muestra (p. 37).

b. Técnica de muestreo de la diversidad florística

Se utilizó la técnica de muestreo sistemático tomando nueve puntos de referencia con un área de 10,000 m² cada uno (anexo 13), se realizó un conteo de árboles melíferos y poliníferos en floración donde se anotó en una libreta el nombre común de la especie vegetal observada, nombre científico y la cantidad de individuos encontrados, para hierbas y arbustos melíferos se tomaron cinco puntos de muestro de 25m² dentro de los 10,000 m² de cada punto de referencia (Figura 3), se tomó un aproximado del porcentaje de cobertura de plantas florecidas, para levantar la información de cobertura vegetal de plantas melíferas en floración se usó la escala de Braun-Blanquet (anexo 8) desarrollado en 1979 que se encontró en el libro de Alcaraz (2013) (p. 2), el dato obtenido se anotó en una libreta el nombre común, nombre científico y porcentaje de cobertura por cada especie vegetal observada. Se tomó una fotografía por cada especie melífera en floración y se extrajo una muestra de biomasa para ser presentada por medio de un

herbario. La matriz utilizada para organizar la información de campo se encuentra en el anexo 7.

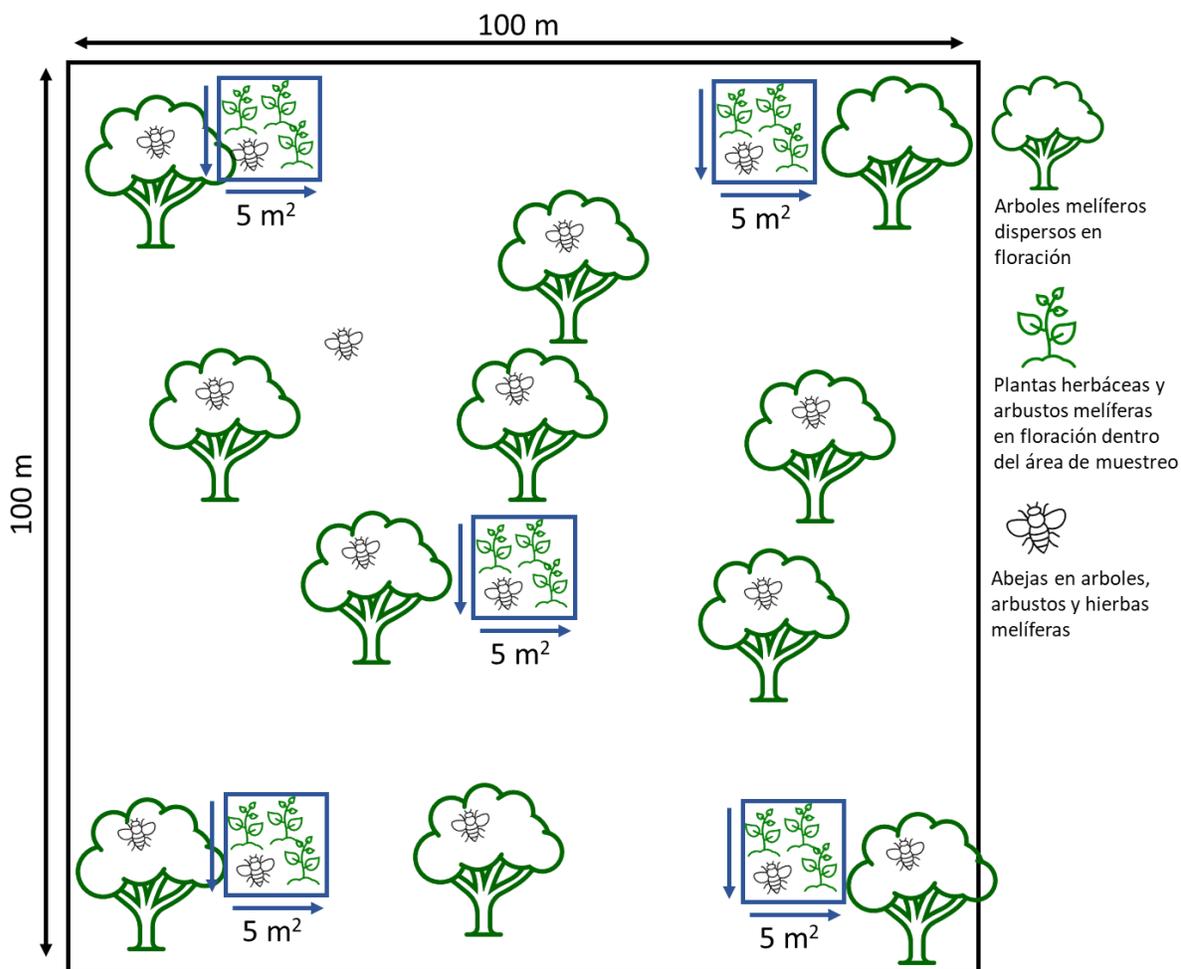


Figura 3. Técnica de muestreo utilizada para toma de datos en plantas melíferas en estado de floración en la finca El Plantel, Masaya, 2020.

4.5.2. Variables de colmenas

a. Cantidad de miel y cera producida por la colmena

Los frascos y bastidores fueron pesados antes de ser introducidos a la colmena y este dato fue utilizado para restar al peso obtenido por cada semana y obtener el peso neto de miel y cera producida por cada colmena, además fueron marcados para ser identificados y evitar confusión durante la toma de datos.

Se pesaron los frascos y bastidores marcados en cada colmena de manera individual (anexo 9) cada ocho días para registrar la dinámica de llenado. Los frascos y bastidores al ser pesados se colocaban nuevamente en el lugar donde se extrajeron, estos fueron pesados durante cinco

semanas, a la semana cinco se tomó el dato de peso final que fueron anotados en una libreta de campo.

Se utilizó una balanza analítica electrónica de la marca Electronic Kitchen scale SF-400 clasificada como balanza de precisión media por tener una oscilación o error de 1g.

b. Número de abejas

La cantidad de abejas por colmena se determinó utilizando la regla del entomólogo y apicultor Root (1914) quien fue el “autor de **The ABC and XYZ of Bee Culture** [énfasis añadido], que se convirtió en el tratado de apicultura más conocido en el mundo” (“Amos Ives Root”, 2017, párr. 5), Root (1914) definió que un bastidor estándar cubierto en su totalidad por abejas contiene un aproximado de 2000 ejemplares, se utilizó esta regla para definir el número de abejas en cada una de las colmenas utilizadas en el ensayo.

Se realizó un conteo de bastidores cubiertos por abejas, el número obtenido se multiplica por 2000 que es el número de abejas aproximado por bastidor, el resultado obtenido es la cantidad aproximada de abejas dentro de la colmena.

Esta variable fue tomada cada 15 días para evitar el estrés cotidiano en las abejas, ya que para tomar este dato se manipula la colmena por un lapso mayor de tiempo que en una revisión normal y es necesario desmontar todas las partes de la colmena. Se realizó la toma de datos a las 03:00 p.m. ya que según Argüello (2010) a partir de esa hora las abejas regresan del campo a la colmena (p. 23) y al estar la mayoría de las abejas en la colmena el dato de esta variable es más confiable.

c. Cantidad de polen introducido a la colmena

A no tener disponibles trampas recolectoras de polen, se realizó un conteo de abejas que entraron con polen a la colmena durante la hora de la mañana cuando son más activas y se recolecta mayor cantidad de polen, este dato fue tomado en el lapso de un minuto, cada ocho días a partir de las 09:00 a.m. Cada abeja transporta dos granos de polen, el número de abejas que entra a la colmena con polen es multiplicado por el número de granos que las abejas transportan, obteniendo la cantidad de granos de polen introducidos a la colmena.

4.6. Análisis de datos

4.6.1. Caracterización de la flora

Los datos del muestreo sistemático de plantas melíferas en estado de floración obtenidos dentro de los perímetros de la Finca El Plantel, se realizó un análisis de diversidad utilizando el índice de Shannon – Wiener y Simpson con la finalidad de conocer la diferencia florística entre las épocas de muestreo y disponibilidad florística durante el estudio. Se utilizaron las fórmulas:

Fórmula de índice de diversidad de Shannon – Wiener	Fórmula de índice de diversidad de Simpson
$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$	$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^S P_i^2}$
Donde:	Donde:
H: índice de Shannon	H: índice de Simpson
P_i : proporción del número total de individuos en la especie i	P_i : proporción del número total de individuos en la especie i
ln: logaritmo natural	\sum : sumatoria
\sum : sumatoria	

El índice de diversidad de las especies melíferas fue calculado en términos del índice de Shannon-Wiener, donde Aguirre (2013) determina que el valor cero representa ausencia de diversidad, valores de cero a 1.35 es considerado como diversidad baja, valores entre 1.36 a 3.4 se considera diversidad media y afirma que valores mayores a 3.5 son considerados como diversidad alta (p. 38), (...) también, Aguirre comenta sobre el índice de Simpson que los valores de cero a 0.33 son valores bajos de diversidad, valores entre 0.34 a 0.66 se considera como diversidad media y es diversidad alta cuando el resultado presenta un valor mayor a 0.67.

4.6.2. Variables en colmenas

Para realizar la comparación de la actividad productiva de la colmena se utilizó un modelo aditivo lineal (MAL) para análisis multivariante de la varianza (MANOVA), este análisis brinda resultados entre los tratamientos y entre los ensayos, se elaboró gráficos de línea donde se representa la producción promedio de cada tratamiento y cada ensayo en los diferentes momentos de toma de datos. Se utilizó el software JPM pro versión 14.3.0 para analizar los datos de las variables en colmenas.

4.6.3. Análisis económico

Los resultados se sometieron a un análisis económico, para determinar la rentabilidad de los tratamientos, a fin de recomendar esta práctica en la producción conforme a los objetivos y perspectivas de los productores apícolas. Se realizaron análisis económicos recomendados por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo - [CIMMYT] (1988) como son: presupuesto parcial, análisis de dominancia y rentabilidad.

Se utilizó como base 30 colmenas para realizar el análisis económico, realizando una conversión de los datos de cinco colmenas, que fue la cantidad utilizada por tratamiento a 30 colmenas por medio de una regla de tres simple, debido a que según Rojas (2019) este número de colmenas es el que se utiliza en la mayoría de los apiarios en Nicaragua. El 65% de los frascos que se utilizaron en las colmenas Mason Jar estuvieron aptos para la venta, se utilizó este valor (65%) para realizar el beneficio bruto, indicando que el 65% de los frascos ubicados en 30 colmenas serían vendidos. Los costos fueron calculados con la moneda internacional dólar a una tasa de cambio de C\$ 34.85 correspondiente a la fecha 23 de agosto del año 2020.

4.7. Manejo de factores no sujetos a evaluación

Selección de colmenas

La selección de colmenas se realizó el 25 de noviembre del año 2019 mediante una revisión en el apiario de la unidad productiva El Plantel, se observó cada colmena del apiario y se seleccionaron 10 colmenas que tuvieran una población mayor o igual a 40,000 obreras, realizando un conteo de panales cubiertos totalmente por obreras, las colmenas fueron seleccionadas sin importar su ubicación, estado de infraestructura de la colmena, la edad de la colmena y edad de la abeja reina, debido a que esta área productiva de la finca no cuenta con un registro.

Manejo de plagas y enfermedades

No se evaluó la incidencia de plagas y enfermedades de importancia en la apicultura nacional por que no era el objetivo del experimento.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Identificación de las especies melíferas en floración

De acuerdo con los índices de Shannon-Wiener y Simpson la diversidad de especies melíferas herbáceas y arbustivas encontradas en la Finca El Plantel en el mes de febrero es baja (Cuadro 1), junto los porcentajes de cobertura encontrados indicando que las abejas durante el período de Enero-Febrero que se realizó el experimento tenían poca disponibilidad floral de estas especies vegetales, mientras que la disponibilidad de flores de especies herbáceas y arbustivas fue nula durante los meses de marzo-abril donde se realizó el ensayo número dos, ya que durante la recolección de datos no se observaron estas especies en estado de floración.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener reveló que las especies de árboles melíferos en estado de floración encontrados en la Finca El Plantel tanto para el mes de febrero como para el mes de abril existe una diversidad media, indicando que las abejas durante el desarrollo del experimento tuvieron una flora medianamente diversificada (Cuadro 1), además se observó que en las áreas de muestro había un número considerable de árboles en estado de floración, no obstante, el índice de Simpson mostró que existe una diversidad baja, ya que durante el desarrollo del experimento predominaron tres especies de árboles: *Madero negro (Gliricidia sepium Jacq)*, *Sardinillo (Tecoma stans L)* y *Eucalipto (Eucalyptus globulus Labill)*. (Anexo 11), por lo que la probabilidad de seleccionar dos individuos al azar y que estos sean de la misma especie es alta.

Considerando que la especie *Apis mellifera* es selectivas al momento de recolectar néctar y polen de las plantas, queda la interrogante de si realmente la presencia abundante de estas tres especies melíferas afecta o incide directamente sobre la producción, además, reconociendo que en este estudio no se realizó un control de las abejas pecoreadoras en las tres especies con mayor dominancia en la finca, no es posible afirmar la preferencia de las abejas por estas especies vegetales.

Cuadro 1. Resultado de los índices de Shannon-Wiener y Simpson utilizados para medir la diversidad de especies melíferas en floración durante los dos ensayos realizados en la Finca El Plantel durante el período de Enero-Abril del año 2020

Especies melíferas	Época de muestreo	
	Febrero	Abril
Índice de Shannon-Wiener		
Hierbas y arbustos	1.28	-
Árboles	1.71	1.54
Índice de Simpson		
Hierbas y arbustos	0.36	-
Árboles	0.19	0.27

5.2. Variables en colmenas

Para comprender el comportamiento de los tratamientos se realizó un análisis individual por cada variable evaluada, las que se describen a continuación:

5.2.1. Producción de miel y cera en la colmena

La Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (2000) para la miel de abeja define a este líquido como:

sustancia dulce natural producida por abejas obreras a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de plantas, que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, y almacenan y dejan en el panal para que madure (p. 3).

Vit (2005) define como cera de abeja al:

producto de las glándulas cereras de las abejas, de color blanquecino cuando es recién secretada y se torna amarilla con el tiempo. Las ceras más viejas son más oscuras. Su consistencia plástica y su bajo punto de fusión, hace posible que sea moldeada en panales por las abejas (párr. 8).

Rojas (2019) afirma que la producción de miel está definida por diversos factores tanto ambientales como de la colmena. Entre algunos factores ambientales están la cantidad de flores melíferas disponibles, las precipitaciones, temperatura y humedad relativa, mientras que los principales factores que afectan la producción de miel y cera en la colmena es la cantidad de abejas que se posee dentro de ésta, el estado sanitario de la colmena y la calidad de la abeja reina.

Al realizar el análisis de varianza multivariado (MANOVA) de medias repetidas en el tiempo para la variable producción de miel y cera se encontró que existe diferencia estadística significativa entre los diseños de colmena evaluados o tratamientos ($p=0.0047^*$). Los tratamientos en cada época de producción estudiadas mostraron diferencia significativa estadística ($p=0.0049^*$), mientras que entre las épocas de producción no se encontró diferencia estadística significativa ($p=0.3575$) (anexo 14) indicando que tanto en la época uno (Enero-Febrero) como en la época dos (Marzo-Abril) la producción es similar, además tomando en cuenta que la floración en la época dos fue menor los rendimientos totales fueron similares a la época uno.

En la figura cuatro que corresponde al análisis de los tipos de colmena en cada período de producción donde se observó el efecto del tiempo en la producción de miel y cera después de ser establecido el ensayo, se muestra la mayor producción en el momento número cuatro donde se realizó la cosecha del apiario (32 días después de ser establecido el experimento en cada época) siendo el diseño de colmena Langstroth quien alcanzó mayor cantidad de miel y cera en ambas épocas estudiadas (Época_1=474g y Época_2=405g de miel y cera producida por panal), seguido por la colmena Mason Jar. Se observó que durante el período dos el diseño de colmena Mason Jar incrementó la producción (Langstroth = 405g/panal y Mason Jar = 351g/frasco) no obstante, la colmena Langstroth fue más productiva obteniendo una diferencia estadística significativa (0.0071^*).

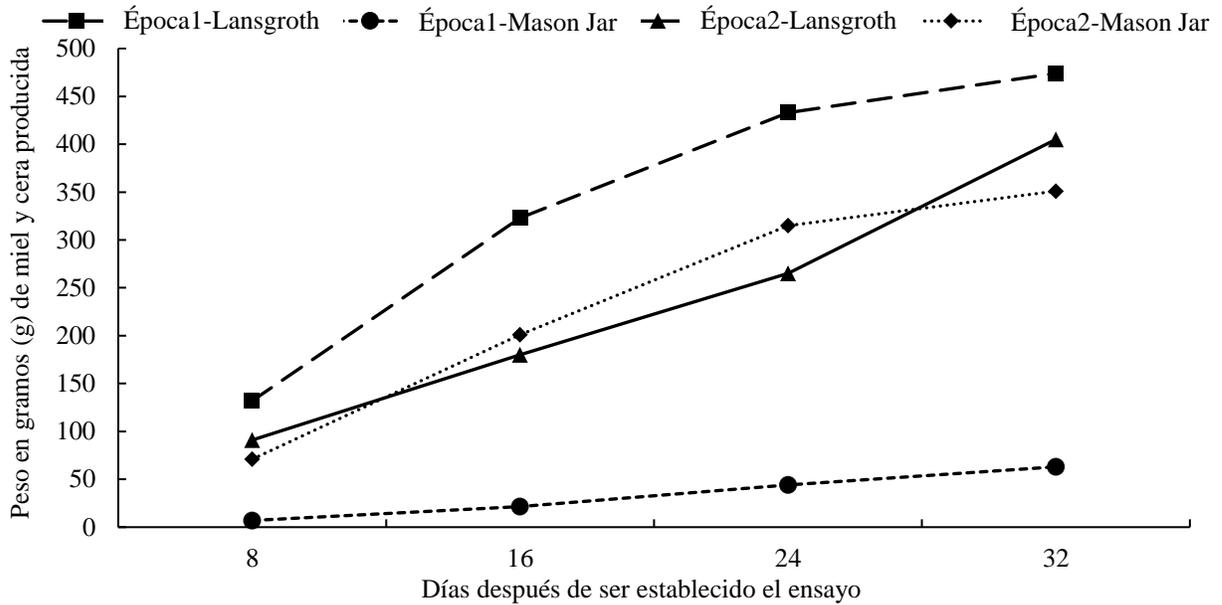


Figura 4. Patrón de producción de miel y cera de dos diseños de colmenas en cuatro diferentes momentos expresado en días después de ser establecido el ensayo durante la época de producción de Enero - Febrero y Marzo - Abril en la finca El Plantel, Masaya, 2020.

Al realizar el análisis de los datos no se encontró diferencia estadística significativa entre los dos períodos de producción evaluados ($p=0.3575$), lo que indica que se obtuvo una producción similar en ambos períodos, en la figura cinco se aprecia que el comportamiento productivo de las colmenas tiene una tendencia al crecimiento, en el último momento del pico de producción es posible notar un pico elevado, pero estadísticamente no es representativo.

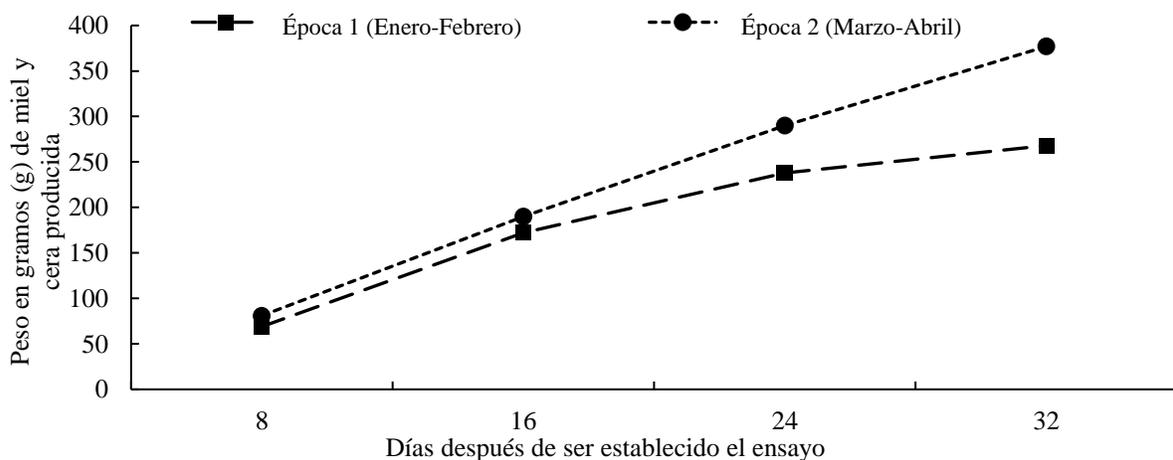


Figura 5. Producción media por panal durante la época de producción de Enero a Febrero y la época de producción dos que va del mes de Marzo a Abril en las colmenas del apiario de la finca El Plantel, Masaya, 2020.

Es posible que este pico elevado de producción se deba a la preferencia florística de las abejas por algunas especies melíferas, ya que fue posible observar que en el período dos (Marzo-Abril) hubo menor presencia de plantas melíferas en floración y sumando a este la muerte de dos colmenas, en este período fue posible obtener mayor producción.

Tomando en cuenta las dos épocas de producción, se encontró que el diseño de colmena Langstroth presentó mayor producción de miel y cera (440g/panal) mientras que el diseño de colmena Mason obtuvo 207g/frasco, siendo la colmena Mason Jar productivamente inferior al tipo Langstroth.

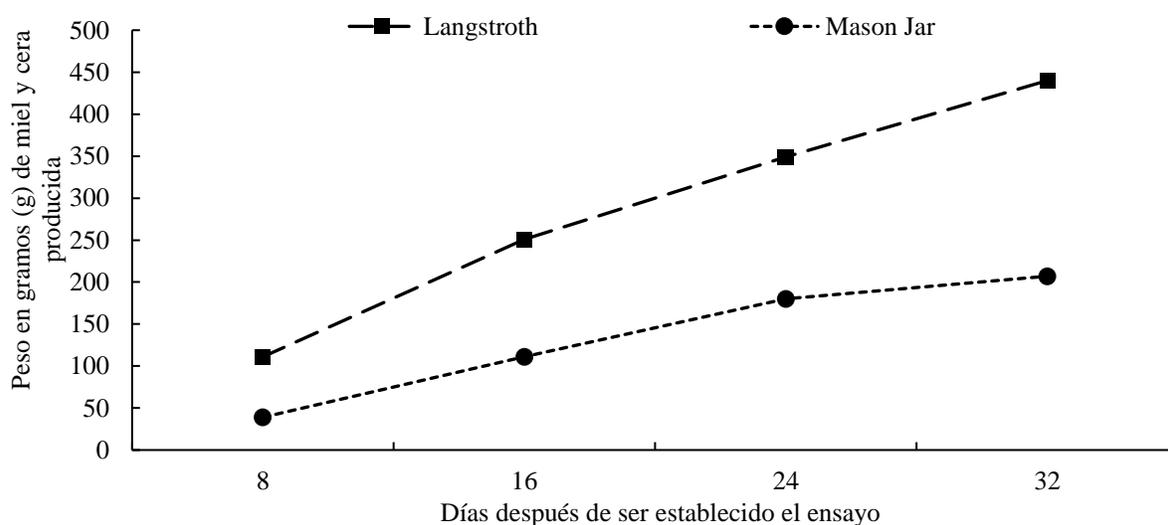


Figura 6. Patrón de producción de las colmenas Langstroth y tipo Mason Jar durante los meses de Enero a Abril en la Finca El Plantel, Masaya, 2020

5.2.2. Número de abejas en la colmena

Una colonia de abejas o colmena es determinada como un conjunto de insectos que viven en un nido y trabajan juntos para satisfacer todas las necesidades y asegurar la supervivencia (Dini y Dedascarrasbure, 2011, p. 29), la cantidad de abejas en la colmena varía según la época del año estas en épocas de producción el número de ejemplares es mayor, la colmena puede conformarse por una reina, de 20,000 a 100,00 abejas obreras y algunos cientos de zánganos, estos últimos presentes sólo en la época estival (Montenegro, 2016, p. 19).

Al realizar el análisis de varianza multivariado (MANOVA) de medias repetidas en el tiempo para la variable número de abejas en la colmena se encontró que existe diferencia estadística significativa entre los diseños de colmena evaluados ($p=0.0479^*$) (anexo 16) indicando que los

diseños de colmena tienen efecto entre la cantidad de abejas en la colmena. El efecto de los diseños de colmenas sobre la cantidad de abejas presentes en la colonia fue evidente después de la primera cosecha del apiario que se estableció el ensayo dos, donde ambas colmenas mostraron una mínima disminución en la cantidad de abejas presentes, pero a partir del día 16 empezó a disminuir la cantidad de abejas en las colmenas Langstroth.

Es posible que debido a la manipulación de las partes de la colmena Langstroth al momento de realizar la cosecha ocasionara la muerte de abejas y una disminución en la postura de la abeja reina debido al estrés ocasionado durante esta práctica y este efecto se notara a partir del día 16 después de ser establecido el ensayo dos, sin embargo las colmenas Mason Jar que fueron menos manipuladas durante el momento de la cosecha, ya que solo se retiraron los frascos y un máximo de tres bastidores con miel no se notó un cambio negativo brusco en la cantidad de abejas existentes en la colmena, además se observó que durante la cosecha del apiario las colmenas Langstroth fueron más agresivas, posiblemente esto fue ocasionado por el estrés recibido durante el proceso de extracción de bastidores con miel.

Es importante destacar que durante el período de producción dos (Marzo-Abril) dos colmenas enjambraron, una colmena Langstroth y otra tipo Mason Jar, no se conoce causa alguna por el que haya pasado este hecho, pero es posible que haya pasado debido a la falta de espacio dentro de la colmena quien Rojas (2019) indica que es una de las principales causas del fenómeno enjambrazón, además, efectos por plagas y enfermedades o la muerte de abeja reina por diferentes causas.

En la figura siete que corresponde al efecto del tiempo en los diseños de colmenas sobre la cantidad de abejas en la colonia, a partir de los 16 días después de ser establecido el experimento dos, es posible observar el efecto que tuvieron todas las variantes dichas sobre las colmenas Langstroth, mientras que en las colmena Mason Jar se observó un cambio mínimo, no obstante durante la época de producción uno donde no se había realizado cosecha al apiario el número de abejas dentro de las colmenas no cambió durante el experimento y fue muy similar en ambos tratamientos.

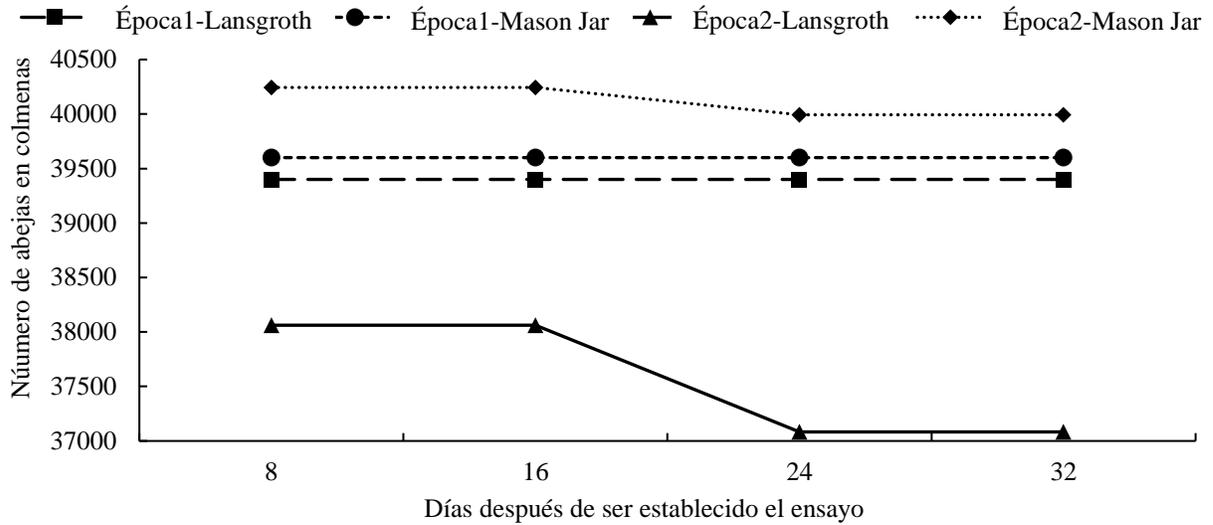


Figura 7. Efecto del tiempo en los diseños de colmenas evaluadas sobre la cantidad de abejas dentro de las colonias a partir de los ocho días después de ser establecido el ensayo en el apiario de la finca El Plantel, Masaya, 2020.

La figura ocho muestra que en la época uno que corresponde a los meses de Enero a Febrero la cantidad de abejas dentro de las colmenas no cambió, sin embargo de la cosecha del apiario y ser establecido el experimento dos en la época de producción que corresponde a los meses de Marzo a Abril se muestra desde la fecha uno un cambio en el número de abejas de ambas colmenas con respecto al dato de la época uno, además a partir del día 16 después de ser establecido el ensayo se muestra una caída significativa en el número de abejas por colmenas, posiblemente causado por el efecto de la práctica de cosecha y la muerte de dos colmenas.

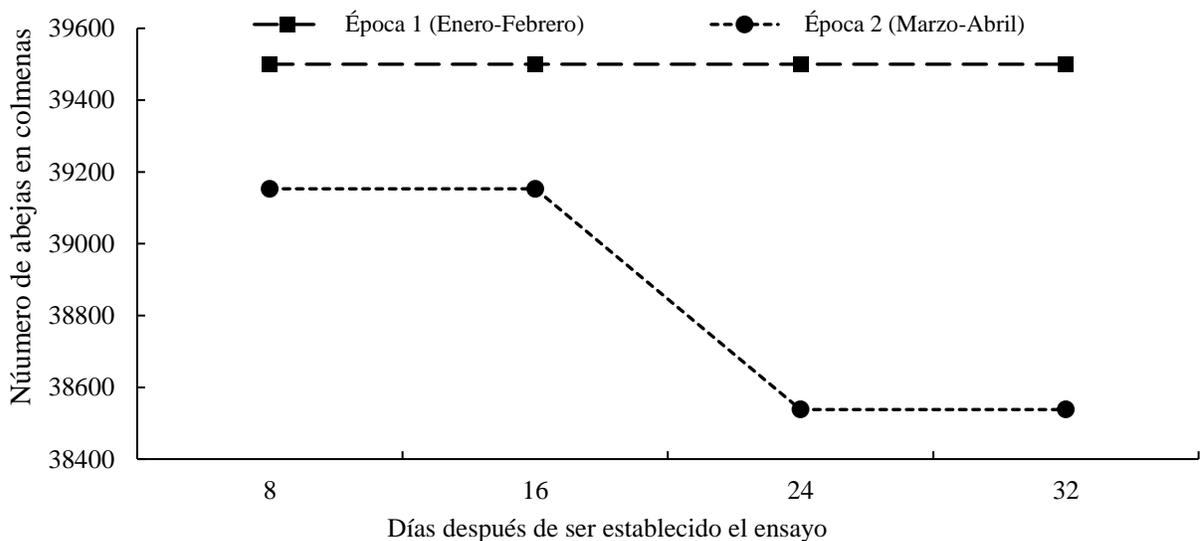


Figura 8. Efecto de la época de producción sobre el número de abejas en las colmenas en cada período evaluado en el apiario de la finca El Plantel, Masaya, 2020.

5.2.3. Cantidad de polen introducido a la colmena

Coronel *et al.*, (2004) definen como polen a:

el gameto masculino indispensable para fecundar los óvulos [de las flores] que van a generar las semillas responsables de la perpetuación de la especie vegetal (...), para las abejas, constituye el alimento plástico y la única fuente de proteínas, , minerales y vitaminas de que dispone una colonia para alimentar las larvas y abejas jóvenes (p. 146)

El polen es uno de los elementos de los que se compone la miel, es transportado a la colmena y almacenado separó del néctar, pero inevitablemente algunos granos caen al néctar que se convertirá en miel, observando en un microscopio el polen que se encuentra en la miel se pueden identificar las plantas que las abejas visitaron, de esta forma es posible determinar el origen de la miel (Food and Agriculture Organization, s/f, párr. 3).

Como afirma Vit (2004) el polen es recolectado por las abejas de las anteras de las flores y transportado a la colmena, donde se deposita en los panales cerca de las crías para ser utilizado en su alimentación. En comparación con la miel de abeja que es rica en carbohidratos, el polen es rico en proteínas (párr. 22).

Al realizar el análisis multivariante de la varianza (MANOVA) de medias repetidas en el tiempo para la variable flujo de polen se encontró que existe diferencia estadística significativa entre los diseños de colmena evaluados ($p= 0.0038^*$) al igual que entre las dos épocas de producción estudiadas ($p= <.0001^*$) (anexo 15) este efecto se debe posiblemente a la disponibilidad de flores políferas en los periodos estudiados.

En la figura nueve que corresponde al efecto de los tratamientos en el tiempo y la floración presente en los períodos estudiados sobre la cantidad de polen introducido a la colmena, se muestra que el período uno el flujo de polen es ascendente en ambas colmenas, no obstante, en el segundo período a partir del día 16 disminuyó la cantidad de polen introducido.

Se observó que la cantidad de polen introducido en la colmena disminuyó en el segundo período de producción a partir del día 16 después de ser establecido el experimento, este efecto se debe a la cantidad de flores disponibles en el periodo productivo y la disminución en la densidad poblacional de abejas en las colmenas en el mismo periodo (Figura 8).

Es importante aclarar que la cantidad de polen introducido a la colmena es determinada por la disponibilidad de flores y la cantidad de abejas con las que se compone la colmena, por lo que hipotéticamente se puede comentar que la diferencia entre las cantidades de polen introducidos en las colmenas de ambos tratamientos y épocas radica en la mayor disponibilidad de flores durante la época de producción uno (anexo 12) y la cantidad similar de abejas que se encontraba en ese momento.

Es posible que durante la época de producción dos la disponibilidad de flores a partir del día 16 después de ser establecido el ensayo haya disminuido y con esto la cantidad de polen que se introdujo a las colmenas, por lo que se debería realizar monitoreos constantes de la floración presente y en el flujo de polen en las colmenas para determinar esta hipótesis, también es posible que este fenómeno se relacione a la reducción del número de abejas en las colmenas a partir del día 16 después de ser establecido el ensayo.

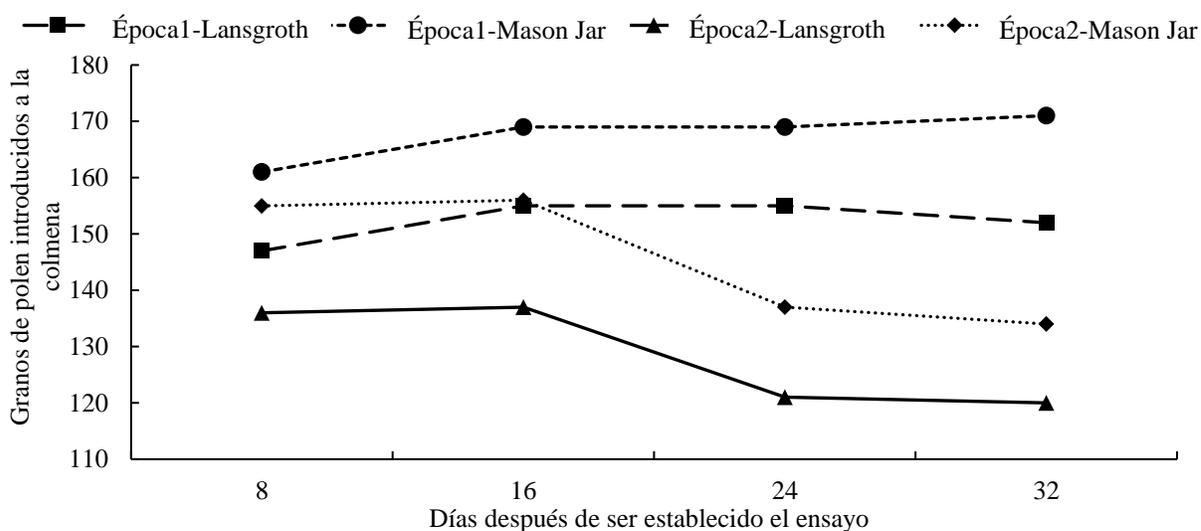


Figura 9. Cantidad de gránulos de polen introducidos a la colonia en las colmenas estudiadas durante dos épocas de producción de la finca El Plantel, Masaya, 2020

Al realizar en análisis de los datos se encontró diferencia significativa en el flujo de polen de ambos diseños de colmenas tomando en cuenta ambas épocas de producción, en la figura 10 se muestra que el diseño de colmenas Mason Jar fue la que presentó mayor cantidad de polen introducido a la colmena en los diferentes momentos de la toma de datos, debido a la que las colmenas Langstroth fueron sometidas a mayor estrés durante la cosecha y toma de datos junto a la reducción de abejas dentro de las colmenas hayan sido las causas por las que haya recolectado menor cantidad de polen.

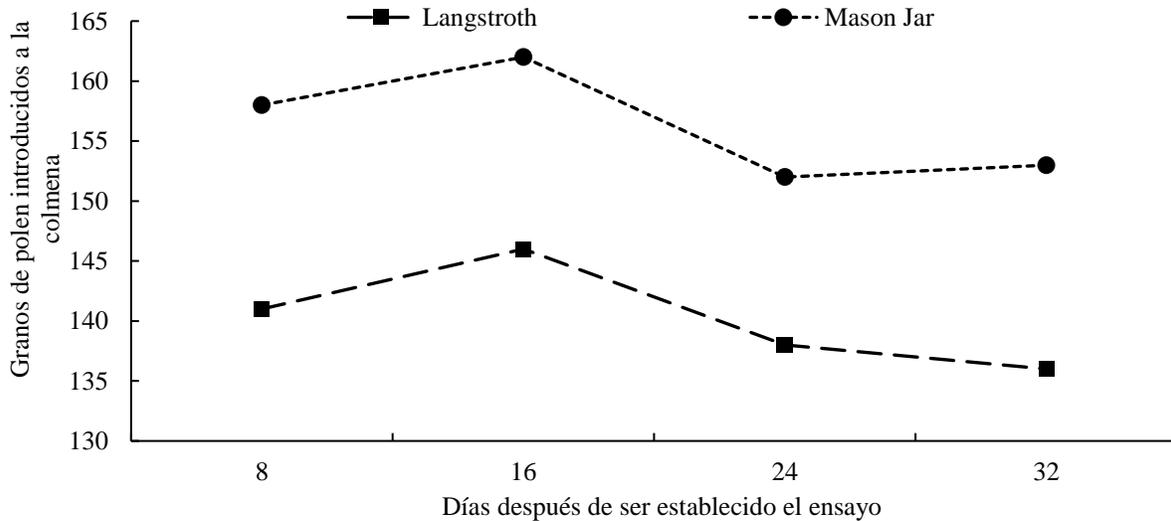


Figura 10. Cantidad de polen introducido por las abejas en los diseños de colmenas evaluados en dos períodos de producción en la finca El Plantel, Masaya, 2020.

5.3. Análisis económico

Los resultados del experimento se sometieron a un análisis económico para determinar la rentabilidad de los tratamientos, a fin de recomendar cuál de las practicas es la que presenta los mejores valores económicos y de bienestar animal en la producción, conforme a los objetivos y perspectivas de los productores apícolas.

Maitre et al., (2004) comenta que:

el análisis económico es una herramienta útil en la toma de decisiones y recomendaciones para el investigador y agricultor en el proceso de evaluación de nuevas tecnologías, y es, por tanto, complementaria a la evaluación participativa a productores, al análisis agronómico y estadístico (p. 16).

De acuerdo con CIMMYT (1988) “para poder formular recomendaciones adecuadas para los agricultores, los investigadores deben ser capaces de evaluar las alternativas tecnológicas desde el punto de vista del agricultor” (p. 8). El objetivo del análisis económico es obtener evidencia suficiente sobre la factibilidad económica de las opciones tecnológicas propuestas, en términos de generación de ingresos y beneficios directos o indirectos medidos en unidades monetarias (Maitre et al., 2004, p. 16).

5.3.1. Presupuesto parcial

Desde el punto de vista de Horton (1982) “el análisis de presupuesto parcial puede ser empleado para comparar el impacto de un cambio tecnológico sobre los costos e ingresos de la finca. Este enfoque del presupuesto se denomina parcial porque no incluye los costos fijos, sino solo aquellos que son diferentes al comparar las prácticas tradicionales de producción que sigue el agricultor con las tecnologías propuestas” (Pasasin et al., 2018, p. 3).

En el cuadro dos que corresponde al presupuesto parcial del análisis económico realizado para las colmenas utilizadas en el experimento se encontró que las colmenas Langstroth obtuvieron mayor rendimiento de miel y cera sobre las colmenas Mason Jar, sin embargo, al realizar el cálculo de beneficio bruto de campo la colmenas Mason jar produjo mayor ingreso económico con las ventas del producto final, obteniendo también un mayor beneficio neto en comparación a colmenas Langstroth tomando en cuenta que los costos variables de las colmenas Mason son mayores.

Al realizar el análisis de beneficio costo se obtuvo que con las colmenas Mason Jar obtiene una ganancia de \$1.76 por cada dólar invertido, mientras que con el uso de colmenas Langstroth se obtuvo una ganancia de \$0.04 por cada dólar invertido.

Cuadro 2. Presupuesto parcial de colmenas Langstroth y Mason Jar del apiario de la Finca El Plantel, Masaya, 2020

Sistema: apícola convencional Año: 2020 Base: 30 colmenas (1 apiario estándar)		
CUADRO DE PRESUPUESTO PARCIAL		
Indicadores	Langstroth	Mason Jar
Rendimiento medio (kg/apiario)	105.6	49.7
Rendimiento ajustado (kg/apiario - 20%)	84.4	39.7
Beneficio bruto de campo (\$)	404	1791
Costos variables (\$)		
Frascos de vidrio	0	193
Lámina de cera estampada	118	30
2.4 kg de cera	0	24
Mano de obra de instalación	14	52
Mano de obra para cosecha	9	6
Miel	0	287
Costos variables totales (\$)	141	592
Beneficio neto (\$)	263	1199
Relación B/C	1.04	2.76

5.3.2. Análisis de dominancia

En el cuadro tres correspondiente al análisis de dominancia muestra que ninguno de los tratamientos utilizados está dominado, ya que según el CIMMYT (1988) indica que se denomina tratamiento dominado cuando los costos variables son mayores o iguales a los beneficios netos.

Cuadro 3. Análisis de dominancia en colmenas Langstroth y Mason Jar del apiario de la Finca El Plantel, Masaya, 2020

N	Tratamiento	Dominancia		Dominancia
		Costos variables \$	Beneficio neto \$	
1	Langstroth	141	263	-
2	Mason Jar	592	1199	-

VI. CONCLUSIONES

Al culminar el presente estudio y tomando en cuenta los resultados obtenidos se puede afirmar que:

La diversidad florística en el área de estudio se considera baja predominando tres especies melíferas: Sardinillo (*Tecoma stans* L), Madero negro (*Gliricidia sepium* Jacq) y Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill), sin embargo, no está determinada la preferencia florística de las abejas africanizadas por estas especies por lo que no se puede determinar si la flora presente en la Finca El Plantel soporta la cantidad de colmenas instalada.

La colmena tipo Langstroth aporta mayor producción de miel y cera al sistema de producción apícola en un 53% de diferencia en comparación a las colmenas tipo Mason Jar, los diseños de colmena evaluados tienen efecto sobre la cantidad de abejas en la colmena y la cantidad de polen que se recolecta.

El análisis económico realizado a los productos finales de ambos tipos de colmenas indica que ninguno de los tratamientos es dominado además demuestra que la colmena Mason Jar genera 78% más ingresos económicos al sistema apícola por factores de mercado como presentación, novedad y curiosidad del consumidor.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones durante el periodo de producción que se desarrolló el estudio y otros periodos productivos para verificar la información recopilada en éste trabajo.
- Analizar el impacto del uso de las colmenas Mason Jar sobre el apiario puesto que se logró identificar bajas de población al ser retirado el complemento de la colmena que la hace ser una colmena Mason Jar después que finalizó el experimento.
- Antes de iniciar el proceso de instalación de colmenas Jar se recomienda utilizar colmenas que presenten poblaciones de abejas mayores a 40,000 abejas obreras, ya que colmenas con menor densidad de abejas no se adaptan a la nueva forma de producción.
- Llevar un registro zoonosanitario, producción y de todas las actividades que se realizan en el apiario de la Finca El Plantel.
- Realizar calendario anual de actividades para el apiario de la Finca El Plantel.
- Realizar un calendario florístico anual de la flora melífera cultivada y silvestre para verificar la disponibilidad de estas en la unidad de producción.
- Garantizar un control estricto en las colmenas Mason Jar y utilizar excluidor de reina para evitar postura de huevos dentro de los frascos, puesto que esto puede generar problemas fitosanitarios, proliferación de hongos y pérdida del producto.
- Siembra de árboles melíferos en el perímetro del apiario para garantizar mayor flujo alimenticio y recursos florísticos disponibles para las colmenas del apiario El Plantel, se recomienda utilizar el libro **Árboles melíferos nativos de Mesoamérica** para realizar la selección de árboles a sembrar.
- Cumplir con las normas de calidad e higiene al momento de realizar la cosecha de miel en el apiario de la Finca El Plantel.
- Hacer una estimación de ingresos económicos con el fin de argumentar una recomendación que incorpore un manejo de la colmena Mason Jar y poder incrementar los ingresos.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguirre, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*.
<https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medicic3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Alcaraz, F. (2013). *El método fitosociológico*.
<https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema11.pdf>
- Alvarez, W. (2019, septiembre 3). *Producción de miel pierde «dulzura» por el cambio climático y la escasez de financiamiento*. La Prensa.
<https://www.laprensa.com.ni/2019/09/02/economia/2585266-produccion-de-miel-pierde-dulzura-por-el-cambio-climatico-y-la-escasez-de-financiamiento>
- Amos Ives Root. (2017). En Wikipedia, la enciclopedia libre.
https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Amos_Ives_Root&oldid=101747979
- Apiglass. (s. f.). *Colmenas*. http://apiglass.net/catalogos/1_colmenas.pdf
- Arce-Arce, H. G., Sánchez-Chaves, L. A., Slaa, E. J., Sánchez-Vindas, P. E., Ortiz-Mora, A., van Veen-Marinisen, J. W., & Sommeijer, M. J. *Árboles melíferos nativos de Mesoamérica*. (ISBN 9968-870-00-5).
- Argüello, O. (2010). *Guía práctica sobre manejo técnico de colmenas*.
<http://www.comisionapicolanicaragua.org/sites/default/files/Manejo%20T%C3%A9cnico%20de%20Colmenas.pdf>
- Beekeepclub. (2019, enero 19). *An Introduction to Mason Jar Beekeeping*. BeeKeepClub.
<https://beekeepclub.com/an-introduction-to-mason-jar-beekeeping/>
- Besora, J. (2017). *Colmena y portanúcleo tipo Langstroth* [Informe técnico]. <https://esfc.cat.org/wp-content/uploads/2017/04/Informe-t%C3%A9cnico-colmena-langstroth.pdf>
- Bonilla, J. (2008). *Programa de diversificación apícola: Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola*.
<https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENL01B715.pdf>

- Calero, M. (2019, mayo 10). *El negocio de la miel en Nicaragua pasa por un momento «amargo»*. La Prensa. <https://www.laprensa.com.ni/2019/05/10/economia/2548099-amargo-momento-para-la-miel-en-la-exportaciones>
- Carrillo, W. (2005, abril 20). *La producción apícola en Nicaragua*. La Prensa. <https://www.laprensa.com.ni/2005/04/20/economia/931696-la-produccion-apicola-en-nicaragua>
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (México). (1988). *La Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos*. CIMMYT.
- Coronel, B. B., Grasso, D., Pereira, S. C., & Fernández, G. (2004). *Caracterización bromatológica del polen apícola argentino*. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 15(29), 145–181.
- Díaz Gámez, M. A. (2011). *Evaluación de tres técnicas para la cosecha de propóleos en la colmena tipo Langstroth en el municipio de Coatepeque, departamento de Quetzaltenango* [Tesis de pregrado].
- Dini, C., y Bedascarrasbure, E. (2011). *Manual de apicultura para ambientes subtropicales*. INTA. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-manual_apicultura_reglon_47-2.pdf
- El 19 Digital. (2015, 01). *Miel de Abeja, producto de exportación no tradicional con excelente futuro*. <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:25389-miel-de-abeja-producto-de-exportacion-no-tradicional-con-excelente-futuro>
- Estee. (s. f.). *Summerhawk Ranch Mason Jar Beehive Review 2020*. Making Honey. Recuperado 20 de julio de 2020, de <https://makinghoney.info/summerhawk-ranch-mason-jar-beehive-review/>
- Estrategia Nacional impulsa producción de miel en Nicaragua—LVDS*. (2020, enero 24). La Voz del Sandinismo. <https://www.lavozdelsandinismo.com/nicaragua/2020-01-24/estrategia-nacional-impulsa-produccion-de-miel-en-nicaragua/>

- Etchevehere, M., Murchison, A., Nimo, M., Morón, P., Morón, J., y Vázquez, F. (2019). *Guía de buenas prácticas apícolas y de manufactura*. http://www.alimentosargentinos.gov.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/documentos/calidad/bpm/BPM_apicola.pdf
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (s. f.). *La miel—Un alimento popular*. Recuperado 16 de agosto de 2020, de <http://www.fao.org/3/y5110s/y5110s05.htm>
- Food and Agriculture Organization. (2018, mayo 17). *Es hora de apreciar la labor de los polinizadores*. FAO. <http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1129811/>
- García, O. (2015). *Manual de buenas prácticas apícolas para la producción de miel de abeja*. CLUSAPIDOM. <http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/MANUAL-DE-BUENAS-PRACTICAS-APICOLAS.pdf>
- Gentry, C. (1982). *La Apicultura de Pequeña Escala*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED307468.pdf>
- González, D. (2018, marzo 10). *Producción de miel de Nicaragua en apuros*. La Prensa. <https://www.laprensa.com.ni/2018/03/10/economia/2389049-produccion-de-miel-de-nicaragua-en-apuros>
- Infantes, R. (03:11:56 UTC). *Triangulo de holdridge* [Educación]. <https://es.slideshare.net/rubeninfantesvargas/triangulo-de-holdridge>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2009). *Manual de Apicultura Básica para Honduras*. http://www.agronegocioshonduras.org/wp-content/uploads/2014/06/manual_de_apicultura_basica_para_honduras.pdf
- Instituto Nicaraguense de Estudios territoriales. (2009). *Promedios de Temperatura (°C), Precipitación (mm) y Humedad relativa (HR %) en El Centro Experimental El Plantel, Tipitapa, Managua, NI. INETER*.

- Instituto Nicaragüense de Estudios territoriales. (2015). *Dirección general de meteorología, datos de parámetros climatológicos, precipitación máxima, evaporación y temperaturas máximas de la estación del aeropuerto internacional de Managua, NI.* (INETER).
- Jacoby. (2019). *Apicultores nicaragüenses necesitan préstamos tras un “dulce” 2018 – APEN.* <http://apen.org.ni/apicultores-nicaraguenses-necesitan-prestamos-tras-dulce-2018/>
- Köppen, W. (1982). *Clasificación climática Köppen* [Map]. https://www.google.com/search?q=koppen&rlz=1C1CHBD_esNI909NI909&oq=koppen&aqs=chrome..69i57j0l2j46j0l3j69i60.2301j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- Maitre, A., Obando, M., Sosa, H., & Paz, F. (2004). *Guía metodológica para la validación de opciones tecnológicas.* PASOLAC. INTERCOOPERATION.
- Mason Jars Company. (2020, 07). *History of Ball Mason Jars.* <https://masonjars.com/history-of-ball-jars.html>
- Mendoza, Z. A. (2013). Guía de métodos para medir la biodiversidad. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador, 37(6), 82.
- Michener, C. D. (2007). *The bees of the world.* <https://static1.squarespace.com/static/5a849d4c8dd041c9c07a8e4c/t/5ad3bc968a922d44a4728936/1523825933048/Michener+2007+The+Bees+of+the+World.pdf>
- Montenegro, G. (2016). *Manual apícola.* <http://agronomia.uc.cl/extension/publicaciones-1/151-manual-apicola-indap-uc/file>
- Morales, B. J. (2014). *Comparación de dos modelos de colmena para abejas Apis mellifera (Oscar perone vs Langstroth) sobre la producción de miel, en el municipio de Santa Cruz Naranjo, departamento de Santa Rosa.* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1578/>
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad.* <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

- Morillo, M. (2001). *Rentabilidad Financiera y Reducción de Costos. Actualidad Contable Faces*, 4(4), 35-48. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25700404>
- Narváez Aráuz, M. E., y Ortiz Arana, C. O. (2010). *Presencia de microorganismos en la miel de abeja procedente de los apiarios de los municipios de León y El Sauce así como en mieles ofrecidas en el comercio local, junio—Noviembre del 2010* [Tesis de pregrado]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/3532>
- National Aeronautics and Space Administration. (2021). *POWER Data Access Viewer*. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- NORMA TÉCNICA DE MIEL DE ABEJA.* (2000). http://www.minsa.gob.ni/index.php/repository/function/download/277/chk,504a714edf4ca85abbff5a5c4f6fe3e6/no_html,1/
- Proyecto ADAPTA. (2018, noviembre 14). *Nicaragua aprovecha apenas el 20% de su potencial producción de miel.* [Video]. Facebook. <https://www.facebook.com/192527217821951/posts/468829260191744/>
- Pymrerural. (s. f.). *Compendio de fichas técnicas de implementos apícolas a base de madera.* <http://www.comisionapicolanicaragua.org/sites/default/files/Ficha%20Compendios%20Madera.pdf>
- Rojas, R. (2019, septiembre). *La apicultura en Nicaragua desde el punto de vista de un apicultor con 29 años de experiencia* [Comunicación personal].
- Root, A. I. (1984). *El ABC y XYZ de la apicultura: Enciclopedia de la cría científica y practica de las abejas.* Editorial hemisferio sur S.A.
- Sánchez, C., Castignani, H., y Rabaglio, M. (2018). *El mercado apícola internacional.* https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_cicpes_instdeconomia_sanchez_mercado_apicola_internacional.pdf

- Sanchez, P., Ceballos, Y. F., y Torres, G. S. (2015). *Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: modelación y simulación*. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(2), 6.
- Tercero Martínez, X. L., y Sequeira Castillo, C. Y. (2016). *Estudio de pre factibilidad para el establecimiento de un apiario, finca las Delicias, comunidad de Tule, municipio San Miguelito, Río San Juan* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/3488/>
- Vargas Jiménez, F. R., y Velásquez Corrales, O. S. (2013). *Alternativas de alimentación proteica en Apis mellifera y su efecto sobre la ovoposición en núcleos del apiario de enseñanza, Medicina Veterinaria, UNAN-León* [PhD Thesis]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3075/1/225911.pdf>
- Vila, I. (2017, febrero 19). *Origen abeja africanizada*. All you need is Biology. <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/tag/origen-abeja-africanizada/>
- Vit, P. (2004). *Productos de la colmena recolectados y procesados por las abejas: Miel, polen y propóleos*. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 35(2), 32-39. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0798-04772004000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Vit, P. (2005). *Productos de la colmena secretados por las abejas: Cera de abejas, jalea real y veneno de abejas*. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 36(1), 35-42. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-04772005000100006&script=sci_arttext&tlng=en
- Zevion. (s. f.). *Colmena En Frascos (fácil Y Sin Lío)*. Instructables. <https://www.instructables.com/id/F%C3%A1cil-ning%C3%BAn-1%C3%ADo-mason-jar-colmena/>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Colmena Langstroth con media alza en la Finca El Plantel, Masaya, 2020.



Anexo 2. Apicultura de Mason, abejas dentro de frascos de vidrio en colmenas de la Finca El Plantel, Masaya, 2020.



Anexo 3. Cera de abeja desprendida de un frasco durante las pruebas de pegado, en la Finca El Plantel, Masaya, diciembre 2019



Anexo 4. Plataforma de madera utilizada para colocar los frascos de vidrio en las colmenas de la Finca El Plantel, Masaya, 2020



Anexo 5. Colmena utilizando la tecnología Mason jar en la Finca El Plantel, Masaya, 2020



Anexo 6. Vertiendo cera derretida al frasco de vidrio para fijar las láminas de cera en la Finca El Plantel, Masaya, 2020



Anexo 7. Técnica de muestreo utilizada para recolectar información de plantas melíferas en estado de floración en la Finca El Plantel, 2020

Muestra 1

MUESTREO EN ÁRBOLES MELÍFEROS

Coordenadas

N	Nombre científico	Nombre común	Cantidad

MUESTREO EN HIERBAS Y ARBUSTOS MELIFEROS

N	Nombre común	Nombre científico	% Cobertura
1			
2			
3			

Anexo 8. Escala de Braun-Blanquet utilizada para cuantificar el porcentaje de cobertura de plantas herbáceas y arbustivas melíferas en estado de floración en la Finca El Plantel, Masaya, 2020

Categoría	Valor	% Cobertura	Interpretación
Continuo	5	>75	Continuo
Interrumpido	4	50-75	Abundante
Disperso	3	25-50	Escaso
Raro	2	15-25	Raro
Muy raro	2	5-15	
Espontaneo	1	1-5	
Casi ausente	1	-1	

Anexo 9. Pesaje de frascos y panales en las colmenas de la Finca El Plantel, Masaya, 2020



Créditos de imágenes en anexo: **Br. Walter Joel Rojas Zamora**

Anexo 10. Escala para interpretar los datos de índice de diversidad de Shannon-Weaver y Simpson (Fuente: Mendoza (2013) p. 38)

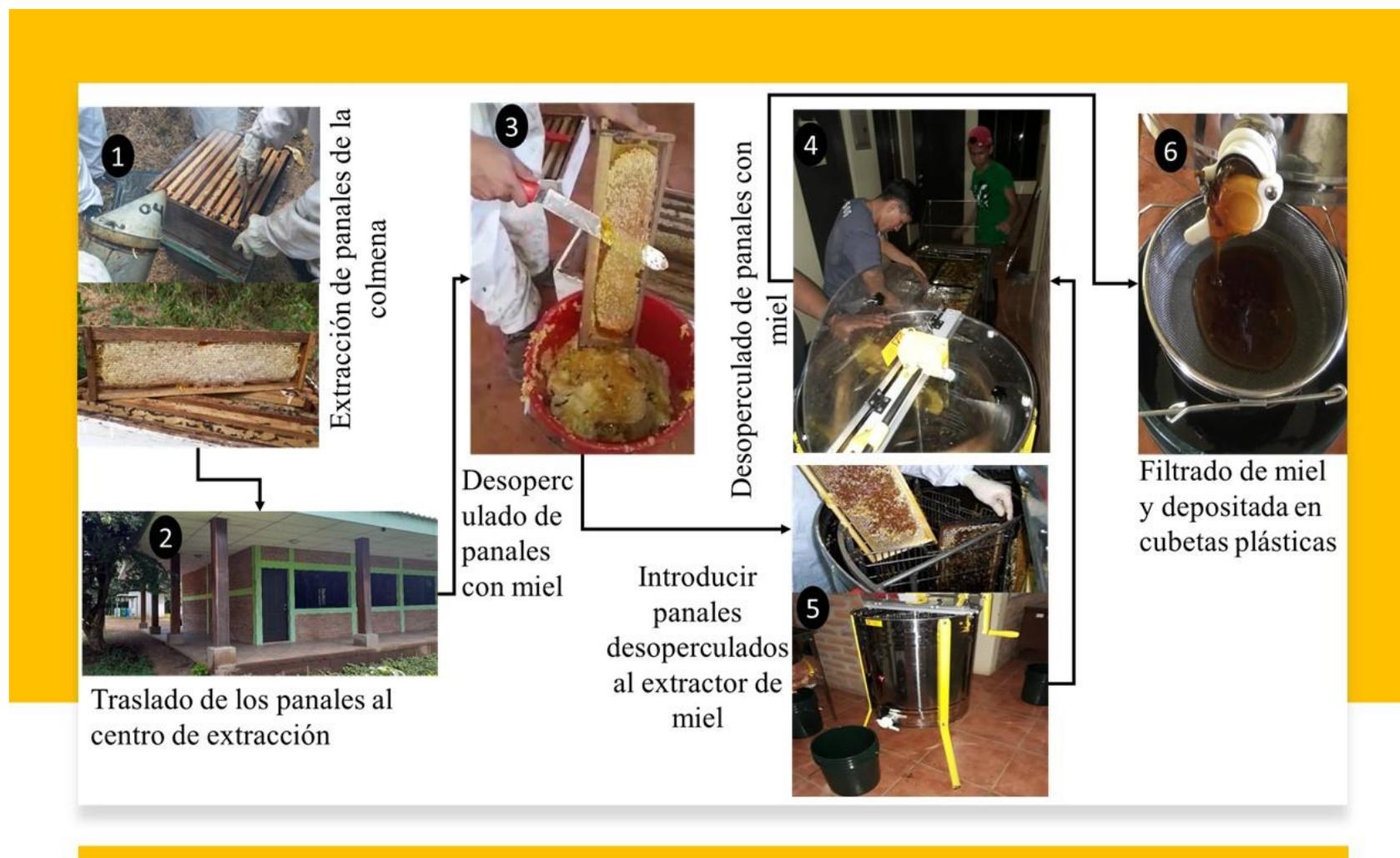
Índice de Shannon-Weaver		Índice de Simpson	
Rangos	Significado	Rangos	Significado
0 - 1,35	Diversidad baja	0 - 0,33	Diversidad baja
1,36 - 3,5	Diversidad media	0,34 —0,66	Diversidad media
> 3,5	Diversidad alta	> 0,67	Diversidad alta

Anexo 11. Especies melíferas en estado de floración en la finca El Plantel durante el período de enero a abril 2020

Hierbas y arbustos melíferos						
Época de muestreo	Nombre Común	Nombre científico	% Cobertura (n)	Rol Funcional	Índice de Shannon-Weaver	Índice de Simpson
Febrero	Bandera española	<i>Lantana camara</i> L	23	Polen	1.28	0.36
	Campanita	<i>Ipomoea purpurea</i> ; (L.) Roth	5	Polen y néctar		
	Jalacate	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A.Gray	7	Néctar		
	Maíz	<i>Zea mays</i> L	2	Polen		
	Pelusa	<i>Iresine calea</i> L	5	Polen		
Total			42			
Árboles melíferos						
Época de muestreo	Nombre Común	Nombre científico	Nro. individuos (n)	Rol Funcional	Índice de Shannon-Weaver	Índice de Simpson
Febrero	Sardinillo	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	130	Néctar	1.71	0.19
	Marango	<i>Moringa oleifera</i> Lam	93	Polen y néctar		
	Tigüilote	<i>Cordia alba</i> ; (Jacq.) Roem. Schult	69	Néctar		
	Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp	161	Polen y néctar		
	Laurel	<i>Cordia alliodora</i> ; (Ruiz & Pav.) Oken	85	Polen y néctar		
	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	45	Polen y néctar		
Total			583			
Abril	Tigüilote	<i>Cordia alba</i> ; (Jacq.) Roem. Schult	31	Polen y néctar	1.54	0.27
	Marango	<i>Moringa oleifera</i> Lam	49	Polen y néctar		
	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	113	Polen y néctar		
	Genízaro	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr	21	Polen y Néctar		
	Mango	<i>Mangifera indica</i> L., non Blume, nec Wall	21	Néctar		
	Coco	<i>Cocos nucifera</i> L	18	Polen		
Total			253			

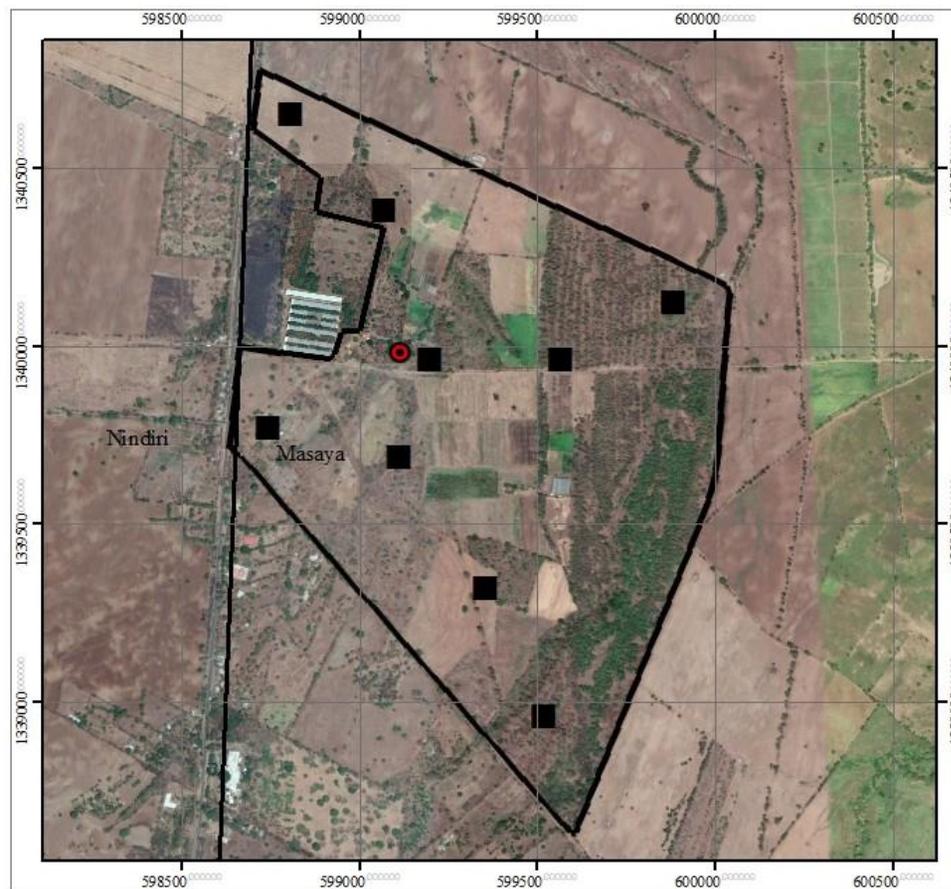
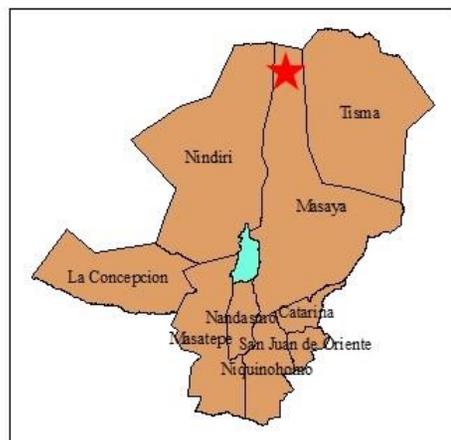
Fuente: Árboles melíferos nativos de Mesoamérica (Arce, 2001)

Anexo 12. Proceso tradicional de extracción de miel en Nicaragua



Créditos de imagen y edición: **Br. Walter Joel Rojas Zamora**
Fotos tomadas en la Finca, El Plantel, Masaya, 2020

Anexo 13. Ubicación de la Finca El Plantel con puntos donde se recolectaron los datos florísticos



Anexo 14. Resultados del MANOVA para la variable Producción de cera y miel en las colmenas utilizadas en el experimento del apiario en la Finca El Platel, Masaya, 2020.

Prueba	Valor	F exacto	Grados de libertad del numerador	Grados de libertad del denominador	Prob > F
Tratamiento					
Prueba F	0.1675479	8.7125	1	52	0.0047*
Época de producción					
Prueba F	0.0165781	0.8621	1	52	0.3575
Época de producción * Tratamiento					
Prueba F	0.1658427	8.6238	1	52	0.0049*

Anexo 15. Resultados del MANOVA para la variable cantidad de abejas en las colmenas utilizadas en el experimento del apiario en la Finca El Platel, Masaya, 2020.

Prueba	Valor	F exacto	Grados de libertad del numerador	Grados de libertad del denominador	Prob > F
Tratamiento					
Prueba F	0.0789655	4.1062	1	52	0.0479*
Época de producción					
Prueba F	0.0183494	0.9542	1	52	0.3332
Época de producción * Tratamiento					
Prueba F	0.0576319	2.9969	1	52	0.0894

Anexo 16. Resultados del MANOVA para la variable cantidad de polen introducido en las colmenas utilizadas en el experimento del apiario en la Finca El Platel, Masaya, 2020.

Prueba	Valor	F exacto	Grados de libertad del numerador	Grados de libertad del denominador	Prob > F
Tratamiento					
Prueba F	0.1764838	9.1772	1	52	0.0038*
Época de producción					
Prueba F	0.3817838	19.8528	1	52	<.0001*
Época de producción * Tratamiento					
Prueba F	0.0001675	0.0087	1	52	0.9260