



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS



**EVALUACIÓN DE DIFERENTES DIETAS CARBOHIDRATADAS
EN ABEJAS (*Apis mellifera*), DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA.**

**PROFESORA ASESORA
CHAROLINE GUTIÉRREZ**

**ESTUDIANTE
MARÍA DEL CARMEN GIL QUINTERO
9-760-265**

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ
2026**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES DIETAS CARBOHIDRATADAS
EN ABEJAS (*Apis mellifera*), DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA.**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL
DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO:

CHAROLINE Y. GUTIÉRREZ R. ASESORA _____

VÍCTOR O. SÁNCHEZ S. JURADO _____

REYNALDO E. VARGAS V. JURADO _____

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2026

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios por darme la fortaleza, la sabiduría y la resiliencia necesarias para culminar este proyecto.

Gracias a mi familia por su amor, paciencia y palabras de aliento, que fueron mi motor para continuar.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mis docentes y asesores, que compartieron conmigo sus conocimientos, su guía y su tiempo, contribuyendo de manera invaluable a mi formación académica y profesional.

Gracias a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron a este logro con un consejo, un gesto de apoyo o simplemente creyendo en mí. Esta tesis es el resultado de un esfuerzo colectivo que llevaré siempre conmigo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con profundo amor y gratitud a mis padres, Mirella Quintero y Saturnino Gil, y a mis hermanos, que han sido mi mayor fortaleza y mi inspiración constante. Gracias por su apoyo incondicional, por sus enseñanzas y por acompañarme con paciencia, dedicación y cariño en cada paso de mi vida. Este logro también es suyo, porque sin su esfuerzo y su fe en mí, este camino habría sido imposible.

También quiero dedicar esta tesis a mí misma, por la disciplina, la constancia y el valor de seguir adelante cuando el proceso se volvió difícil. Este logro representa mi crecimiento, mi esfuerzo y mi compromiso con mis metas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objetivos	4
1.1.1.	Objetivo general.....	4
1.1.2.	Objetivos específicos	4
1.2.	Hipótesis	4
II.	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.	Tipos de alimentadores	8
2.1.1.	Alimentadores internos	8
2.1.2.	Alimentadores externos	8
2.2.	Alimentación artificial.....	9
2.2.1.	Alimentación de mantenimiento	10
2.2.2.	Alimentación de sostenimiento	10
2.2.3.	Alimentación proteica.....	10
2.3.	Suplemento a base extractos de frutas para las abejas.....	11
2.3.1.	Contenido nutricional de la sandía.....	11
2.3.2.	Contenido nutricional de la remolacha	11
2.3.3.	Jarabe de azúcar	12
2.4.	Formación de núcleo.....	13
III.	MARCO METODOLÓGICO.....	14
	Marco metodológico	15
3.1.	Ubicación	15
3.2.	Dietas Carbohidratadas.....	15
3.2.1.	Extracto de sandía	15
3.2.2.	Extracto de remolacha	15
3.2.3.	Jarabe de azúcar	15
3.3.	Obtención de núcleo	16
3.4.	Tratamientos	16
3.5.	Suministro de las diferentes dietas.....	16
3.6.	Variables estudiadas	16
3.7.	Diseño Experimental	17
3.8.	Análisis estadístico.....	17

IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1.	Peso inicial de la colmena.....	20
4.2.	Consumo de dietas carbohidratadas.....	20
4.3.	Panales con crías.....	23
4.4.	Peso final de las colmenas.....	24
4.5.	Costo promedio de las dietas carbohidratadas	26
V.	CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.....	29
VI.	BIBLIOGRAFÍAS	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Alimentador tipo bastidor o marco.....	8
Figura 2. Alimentador externo tipo Boardman.....	8
Figura 3. Media \pm desviación estándar del consumo de dietas carbohidratadas en mililitro según tratamiento. ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$	20
Figura 4. Media \pm desviación estándar del peso final de dietas carbohidratadas en kilogramos según tratamiento. * $p < 0.05$; *** $p < 0.001$	25
Figura 5. Media \pm desviación estándar el costo promedio en USD de las dietas carbohidratadas según tratamiento. ^{ns} ($p > 0.05$).; * $p < 0.01$	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos nutricionales de las abejas.....	6
Tabla 2. Requerimientos de aminoácidos de las abejas.....	7
Tabla 3. La composición nutricional de la sandía.	11
Tabla 4. Composición nutricional de la remolacha (<i>Beta vulgaris</i>).	12
Tabla 5. Composición del azúcar.....	13
Tabla 6: Panales con crías ajustados con la distribución de Poisson de lo tratamiento, panales y la interacción entre tratamiento-panales con crías.....	23

EVALUACIÓN DE DIFERENTES DIETAS CARBOHIDRATADAS EN ABEJAS (*Apis mellifera*), DURANTE LA ÉPOCA LLUVIOSA.

RESUMEN

La apicultura es una actividad esencial para la producción agrícola y la estabilidad ecológica, pero durante la época lluviosa se reduce la floración, por lo que es necesario proporcionar suplementos alimenticios para garantizar el mantenimiento de las colonias (*Apis mellifera*). El objetivo de la presente investigación fue evaluar diferentes dietas carbohidratadas, en *Apis mellifera* durante la época lluviosa. El estudio se llevó a cabo en el apiario de la Facultad de Ciencias Agropecuarias sede Chiriquí. Para ello, se utilizaron núcleos de colmena a los que se añadió un suplemento alimenticio diferente: a uno se le dio jarabe de azúcar, a otro jugo de sandía y a otro jugo de remolacha, durante un periodo de 60 días. Al inicio del experimento se suministraron de los jugos naturales y jarabe de azúcar 200 ml, cantidad que se fue aumentando progresivamente hasta alcanzar los 600 ml. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones cada uno. Las variables evaluadas fueron el consumo, peso inicial y final de las colmenas, número de marcos con cría y el costo por tratamiento. El análisis estadístico incluyó ANOVA, Kruskal-Wallis, Dunn's y prueba de Poisson. Los resultados indicaron diferencias significativas en el consumo; el jarabe de azúcar fue el suplemento más aceptado 448,31 ml por día. El número de marcos con cría no mostró diferencias entre tratamientos. Sin embargo, el peso final sí presentó diferencias, siendo mayor en el tratamiento con jarabe de azúcar 22.33 kg. La opción más económica fue el jugo de sandía 4.60 USD. Se concluye el jarabe de azúcar mostró un mejor rendimiento en cuanto a consumo y peso final, mientras que el jugo de sandía destacó como la alternativa más económica para la suplementación durante la época lluviosa.

Palabras clave: Jarabe de azúcar, jugo de remolacha, jugo de sandía, mantenimiento, néctar, sacarosa, suplementos

EVALUATION OF DIFFERENT CARBOHYDRATE-BASED DIETS IN BEES (*Apis mellifera*) DURING THE RAINY SEASON.

ABSTRACT

Beekeeping is essential for agricultural production and ecological stability. However, flowering is reduced during the rainy season, being necessary to provide food supplements to maintain colonies of *Apis mellifera*. This study aimed to evaluate the effect of different carbohydrate-based diets for *Apis mellifera* during the rainy season. The study was conducted at apiary of the College of Agricultural Sciences, Chiriquí. Hive nuclei were used and different food supplements were administered: one received sugar syrup, another received watermelon juice, and a third one was given beet juice. This feeding regimen was performed over 60 days. Initially, 200 ml of natural juices and sugar syrup were provided, which gradually increased to 600 ml. A completely randomized experimental design was employed, with three treatments with five replicates each. The evaluated variables were consumption, initial and final hive weights, the number of frames containing brood, and the cost per treatment. Statistical analysis utilized includes ANOVA, Kruskal–Wallis, Dunn's, and Poisson tests. The results showed significant differences in consumption, with sugar syrup being the supplement most preferred with a consumption of 448.31 ml per day. No significant differences were found in the number of frames with brood across treatments. However, notable differences in final weight were observed, with the sugar syrup treatment yielding the highest weight of 22.33 kg. Watermelon juice was identified as the most economical option, costing \$4.60. In conclusion, sugar syrup exhibited superior performance in terms of consumption and final weight, while watermelon juice emerged as the most cost-effective alternative for supplementation during the rainy season.

Keywords: Sugar syrup, beet juice, watermelon juice, maintenance, nectar, sucrose, supplements

I. INTRODUCCIÓN

Introducción

La apicultura constituye una actividad de vital importancia en el planeta tierra, no únicamente por el valor económico que conlleva la comercialización de la miel y sus derivados, sino, principalmente, por los significativos beneficios que aporta la polinización, tanto para el medio ambiente (en la estabilización y el mantenimiento de los ecosistemas) como para el incremento de la productividad agrícola (ASERCA, 2004).

En climas con inviernos rigurosos hay escasez de floración, en esos casos se hace necesaria la alimentación artificial, el apicultor debe suministrar a las abejas un alimento sustituto con el propósito de evitar déficits alimenticios, abandono o migración en búsqueda de otros sitios. Por lo tanto, las condiciones de alimentación natural extremadamente inestables según la región y en el cambio de estación pueden hacer necesaria una alimentación de sostenimiento durante épocas de escasez para el mantenimiento de las actividades de cría y para cubrir las necesidades nutricionales suministrando suplementos alimenticios a las colmenas en forma de sustitutos de polen y néctar que garanticen la supervivencia de las abejas (Jean-Prost *et al.*, 1995).

Las abejas necesitan una alimentación que contenga carbohidratos (azúcares), grasas, proteínas y minerales, los que obtienen de forma natural de la miel y el polen. No obstante, en el período de escasez es indispensable complementar su dieta con una alimentación artificial que puede ser utilizada para mantenimiento (Tapia-Rivera *et al.*, 2015).

La suplementación y alimentación se define como el aporte a las abejas de productos sustitutivos para cubrir las necesidades de la colonia. Lo realizan de forma colectiva para satisfacer sus necesidades en época de escasez. La escasez de floración polinizante puede ocasionar pérdida de peso, trastornos corporales, debilidad en las abejas adultas y una disminución de la capacidad productiva, lo que provoca mortalidad y reducción de la población de la colmena. A lo largo del tiempo, los apicultores han implementado la utilización de sustitutos alimenticios que funcionen como fuente energética y como estímulo para la reina en la postura de huevos, con el

fin de mantener el número de crías y, por ende, una colonia vigorosa capaz de producir miel en cualquier época (Argüello, 2010).

La miel y el polen son alimentos naturales para las abejas. La miel está compuesta principalmente de azúcar, lo que la convierte en una excelente fuente de energía, y el polen es una buena fuente de proteínas y vitaminas para el desarrollo de las abejas (Rodríguez *et al.*, 2015).

El azúcar de mesa es considerado como el alimento energético más tradicional por los apicultores, sin embargo, en opinión de varios apicultores, los extractos de frutas o fructuosa en diferentes concentraciones da muy buenos resultados, estimulando la postura de la reina, además estos suplementos no generan mucho pillaje debido a que casi no tiene olor (Ricigliano *et al.*, 2022).

En Panamá el apicultor debe garantizar una vez entra el período de lluvia la alimentación suplementaria de las abejas la cual está basada en sustancias energéticas o carbohidratadas como el jarabe de azúcar y extractos de frutas que promueven la energía necesaria para el funcionamiento de los tejidos de la abeja, así como también las fuentes proteicas a base de polen o sustitutos (MIDA, 2023).

Entre los alcances de esta investigación esta generar conocimientos sobre las diferentes alternativas que se les puede brindar a las abejas como la suplementación carbohidratada a base de jugos de frutas (sandía y remolacha), en aquellos periodos donde el flujo de néctar es escaso y se hace necesario alimentar para mantener la colmena.

Una de las limitantes es la ausencia de información sobre diferentes alternativas para la suplementación artificial de las abejas en época de escasez, siendo una de las alternativas más comunes alimentar con azúcar.

1.1. **Objetivos**

1.1.1. **Objetivo general**

Evaluar diferentes dietas carbohidratadas, en *Apis mellifera* durante la época lluviosa.

1.1.2. **Objetivos específicos**

Cuantificar el consumo de las dietas carbohidratadas para las colonias.

Comparar el efecto de las dietas carbohidratadas en mantenimiento de colmena.

Determinar el costo de las dietas carbohidratadas utilizadas.

1.2. **Hipótesis**

Ho: Las dietas carbohidratadas no difieren en el mantenimiento de la colonia durante la época lluviosa.

Ha: Las dietas carbohidratadas difieren en el mantenimiento de la colonia durante la época lluviosa.

II. MARCO TEÓRICO

Marco teórico

Las abejas al igual que la mayoría de los seres vivos pluricelulares no son formadores, si no transformadores de energía y materia, por lo tanto, necesitan ingerir alimentos con todos los nutrientes necesarios para el mantenimiento de las funciones vitales del organismo. Dentro de las sustancias que son imprescindibles para las colmenas están: los hidratos de carbono (azúcares), proteínas, lípidos (grasas), el agua para el crecimiento y desarrollo de la colonia (Valega, 2014).

Para que haya desarrollo de su ciclo de vida, las abejas pueden obtener su recurso alimenticio del ambiente: néctar, polen, agua y resina. Teniendo en cuenta que, con los alimentos, las abejas pueden cubrir sus requerimientos nutricionales en cuanto a energía, proteínas, vitaminas y minerales. La demanda de este recurso es variable y depende del estado poblacional de las colonias (Bedascarrasbure *et al.*, 2020).

Las abejas son insectos que por sus múltiples actividades necesitan alimentos ricos en propiedades nutricionales como las proteínas, carbohidratos, minerales, grasas, vitaminas y agua, ver tabla 1 y 2. Las abejas pueden alcanzar a tener altos niveles, de proteína corporal, superiores al 60 % de proteína cruda; para cuando llegan a este nivel se las considera fuertes, longevas, con capacidad y potencial de pecorear el polen, néctar, agua, etc. Paralelamente, se encuentran colmenas con un nivel de proteína corporal menor al 30 %, por lo cual las abejas tienen una vida corta, susceptibles a enfermedades. Así mismo, el autor manifiesta que los trabajos de investigación deben estar enfocados no solamente a la alimentación, sino también a la nutrición (Paredes & Parrales, 2020).

Tabla 1. Requerimientos nutricionales de las abejas.

Componente	Porcentaje (%)
Azúcares	5-80 %
Compuestos nitrogenados	-
Minerales	0.5-2 %
Ácidos orgánicos	-

Vitaminas (ácido ascórbico)	-
Lípidos	1-5 %
Sustancias aromáticas	-
Proteínas	15-30 %
Aminoácidos libres	10-13 %
Hidratos de carbono	-
Sales minerales	2.5-3.5 %

(Borbor, 2015).

Tabla 2. Requerimientos de aminoácidos de las abejas.

Aminoácidos esenciales para las abejas	Requerimientos de las abejas
Arginina	3
Fenilalanina	2.5
Histidina	1.5
Isoleucina	5
Leucina	4.5
Lisina	3
Metionina	1.5
Treonina	3
Triptófano	1
Valina	4

La alimentación energética o carbohidratada es necesaria tanto en las temporadas de escasez como en la precosecha. Puede ser administrada tanto en forma líquida como en forma pastosa o sólida, a través de distintos tipos de “alimentadores”, tanto internos como externos.

Según la FAO (2015), el alimentador es una herramienta utilizada para colocar la provisión de alimento para las abejas, usado para suplementar, incentivar, estimular y fortalecer. Las colmenas, dependiendo del tipo de alimento que se desee suministrar a la colmena, existen varios tipos de alimentadores:

2.1. Tipos de alimentadores

2.1.1. Alimentadores internos

Estos alimentadores se usan dentro de la colmena. El que se usa comúnmente es el tipo Doolittle como se observa en (Figura 1), el cual consiste en una caja de madera o plástico igual a un bastidor, pero en lugar de panal tiene dos paredes que forman una cavidad al centro donde se deposita el alimento líquido como los jarabes o extractos utilizados por los apicultores (FAO, 2021).

Figura 1. Alimentador tipo bastidor o marco.



2.1.2. Alimentadores externos

Estos alimentadores son recipientes invertidos que se insertan en la piquera como se observa (Figura 2). Están conectados con el interior de las colmenas y consisten en un recipiente como frascos, botellas, cuya tapa tiene agujeros por donde se libera el alimento para ser consumido poco a poco por las abejas. El alimentador externo más usado por los apicultores es tipo Boardman según indica FAO (2021).

Figura 2. Alimentador externo tipo Boardman.



2.2. Alimentación artificial

La alimentación artificial se definirá como el conjunto de prácticas mediante las cuales se proporcionarán a las abejas productos elaborados o naturales distintos de los que se encuentran en el ambiente, con el propósito de complementar o sustituir las fuentes naturales de néctar y polen. Esta técnica se implementará para mantener la fortaleza de las colonias, asegurar la supervivencia en épocas de escasez y estimular la cría y producción de miel (López, 2014).

Asimismo, la alimentación artificial constituirá una herramienta fundamental dentro del manejo apícola, ya que permitirá prevenir el debilitamiento y despoblamiento de las colmenas cuando las condiciones climáticas limiten la disponibilidad de recursos florales. La alimentación artificial se clasifica, de acuerdo su finalidad, en alimentación carbohidratadas (mantenimiento, sostenimiento) y alimentación proteica, como indican Vaquero & Vargas (2010).

2.2.1. Alimentación de mantenimiento

De acuerdo con Borbor (2016), la alimentación de mantenimiento se emplea predominantemente durante los períodos en los que las abejas no tienen acceso a néctar en su entorno. El propósito de este régimen alimenticio es preservar la población existente dentro de la colmena y prevenir la reducción del número de abejas adultas. El suministro de soluciones azucaradas se debe a una proporción 2:1 (dos partes de azúcar y una de agua), utilizando jarabes de sacarosa o glucosa, en concentraciones que se ajustan en función de las condiciones climáticas y las necesidades energéticas de la colonia. Este alimenticio garantiza el mantenimiento de la actividad metabólica mínima requerida para la supervivencia, sin estimular la postura de la reina.

2.2.2. Alimentación de sostenimiento

Según Burgos (2012), la alimentación de sostenimiento se utiliza cuando la colonia requiere mantener un nivel moderado de cría y actividad, especialmente en los periodos previos a la floración o entre flujos de néctar. Este tipo de alimentación busca estimular ligeramente la postura de la reina y garantizar la continuidad del desarrollo de la colonia. Se suministran jarabes en una proporción de 1:2 (una parte de azúcar y dos de agua) y se administran de forma periódica. La alimentación de sostén contribuye a evitar el debilitamiento de las colonias en épocas de transición y garantiza un mejor aprovechamiento de las floraciones.

2.2.3. Alimentación proteica

La alimentación proteica se utiliza para compensar la falta de polen natural, que constituye la principal fuente de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales para las abejas. Este tipo de suplementación es esencial para el adecuado desarrollo de las glándulas hipofaríngeas de las abejas nodrizas y para la producción de jalea real, lo que repercute directamente en el crecimiento de la cría y en la continuidad de la postura de la reina (Crailsheim, 1990; Haydak, 1970; Pernal & Currie, 2000).

Según Ávila *et al.* (2019), las dietas proteicas adecuadamente formuladas incrementarán la población de abejas nodrizas y la cantidad de cría abierta, favoreciendo la fortaleza general de la colonia.

2.3. Suplemento a base extractos de frutas para las abejas

2.3.1. Contenido nutricional de la sandía

El jugo de sandía es una solución azucarada natural que contiene fructosa y glucosa, esta fruta debe ofrecer a las abejas hidratación y energía, esta no sustituye el valor nutricional del néctar y del polen. Sin embargo, es antioxidante que ayuda a reducir el estrés de las abejas. (Wang & Hu 2021). En la tabla 3 se describe la composición nutricional de la sandía

Tabla 3. La composición nutricional de la sandía.

Componente	100 g
Agua	91.45 g
Energía	30 kcal
Proteína	0.61 g
Lípidos	0.15 g
Cenizas	0.25 g
Carbohidratos	7.55 g
Fibra	0.4 g
Azucares	6.20 g
Sacarosa	1.21 g
Glucosa	1.58 g
Fructosa	3.36 g
Maltosa	0.06 g

USDA, (2014)

2.3.2. Contenido nutricional de la remolacha

El extracto de la raíz de remolacha representa alrededor del 25 % del peso de esta y lo componen la armadura celulósica y otras materias tanto orgánicas como inorgánicas el agua constituye el 75 %. El azúcar en la remolacha es la sacarosa (Tabla 4); además,

contiene carbohidratos, vitaminas, sin olvidar la presencia de sales minerales como el calcio, el hierro, también potasio, que ayuda en la síntesis de proteínas, lo cual se puede utilizar como parte de un suplemento nutricional para las abejas, siendo la remolacha una fortalecedora de los procesos inmunológicos y de creación de enzimas (Hernández *et al.*, 2022).

Tabla 4. Composición nutricional de la remolacha (*Beta vulgaris*).

Parámetros	100 gramos (g)
Agua (g)	87.58
Energía (kcal)	43
Proteína (g)	1.61
Grasas totales (g)	0.17
Carbohidratos (g)	9.56
Fibras (g)	2.8
Azúcares (g)	6.76

(Mirmiran *et al.*, 2020).

El jugo de remolacha puede servir como un suplemento alimenticio alternativo para las abejas *A. mellifera* debido a su riqueza en azúcares naturales, antioxidantes y nitratos. Este jugo ofrece una fuente rápida energía e hidratación, siendo particularmente útil durante períodos de escasez de néctar. Así mismo, sus antioxidantes, como las betalaínas pueden contribuir a disminuir el estrés oxidativo y fortalecer la salud de las abejas. No obstante, el jugo de remolacha no reemplaza al néctar ni al polen, ya que carece de los nutrientes esenciales como proteínas y lípidos necesarios para el desarrollo de la colonia. Por ello, su administración debe ser moderada, considerando el riesgo de fermentación (Wootton & Ryan, 2011).

2.3.3. Jarabe de azúcar

Las abejas necesitan alimentos energéticos para realizar sus diferentes tareas y el azúcar de mesa es una fuente de energía para las numerosas actividades que llevan

a cabo (Tabla. 5). El jarabe de azúcar se utiliza como sustituto del néctar en diferentes proporciones, dependiendo de las necesidades de la colonia.

Tabla 5. Composición del azúcar.

Parámetros	100 gramos
Energía (kcal)	398
Proteína (g)	0
Lípidos totales	0
Hidratos de carbono (g)	99.5
Agua (g)	0.5
Calcio (g)	2

La solución de sacarosa constituye el sustituto clásico de la miel. Para su elaboración, se procede a la combinación de azúcar y agua, empleando una proporción de 2:1 (López, 2013).

2.4. Formación de núcleo

La formación de núcleos se realiza con el propósito de multiplicar las colmenas, renovar reinas o reforzar colonias débiles. Un núcleo es una pequeña colonia de abejas que contiene cría, abejas nodrizas, alimento y una reina fecundada o una realera próxima a nacer. Este mecanismo permite mantener la continuidad genética y garantizar la reposición de colmenas productivas durante el ciclo apícola (Crane, 1990; Delaplane *et al.*, 2013).

Para formar un núcleo, la colmena madre debe ser fuerte, sana, con suficiente población de abejas, cría de diferentes edades, reserva de alimento (miel y polen), y debe contar con genética de calidad. Es importante seleccionar colmenas con buenas características higiénicas y de comportamiento, así como de alta producción (Ruttner, 1988; Büchler *et al.*, 2014).

III. MARCO METODOLÓGICO

Marco metodológico

3.1. Ubicación

Esta investigación se realizó en los apiarios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias ubicada en el Corregimiento de Chiriquí, Distrito David, Provincia Chiriquí, República de Panamá. Localizada a los 8° 23' 07" de latitud norte y a los 82° 18' 15" de latitud oeste, con una elevación de 26 m s. n. m.

3.2. Dietas Carbohidratadas

Se utilizaron dos jugos provenientes de fuentes naturales y jarabe de azúcar. Para la extracción de los jugos naturales de sandía y remolacha se utilizó la metodología de Borbor (2015).

3.2.1. Extracto de sandía

Procedimiento para la extracción del jugo.

Se pesaron 1.5 kilogramos (kg) de pulpa de sandía, de la que se extrajo el jugo con la ayuda de un extractor donde se obtuvo 1000 ml de jugo de sandía. Este jugo se almacenó en bolsas de polietileno con cierre hermético de grado alimenticio.

3.2.2. Extracto de remolacha

Se utilizaron 2 kg de remolacha, con la ayuda de un extractor, se separó la pulpa del líquido para obtener solo el jugo donde se obtuvo 1000 ml de jugo de remolacha, que se almacenó en unas bolsas de polietileno con cierre hermético de grado alimenticio.

3.2.3. Jarabe de azúcar

Para la preparación del jarabe de azúcar, se utilizó un kilogramo de azúcar y un litro de agua, en proporción 2:1, siguiendo la metodología de Conde *et al.* (1998). El agua se hirvió durante 20 minutos con el propósito de reducir la carga microbiana y prevenir procesos de fermentación que pudieran alterar la calidad del jarabe. La ebullición también permitió eliminar posibles contaminantes y mejorar la solubilidad del azúcar, favoreciendo la obtención de una mezcla homogénea.

Posteriormente, el agua se dejó reposar y se agregó el azúcar hasta su completa disolución, formando el jarabe. Una vez enfriado, se colocó en los alimentadores dentro de las colmenas, garantizando así un suplemento seguro y de adecuada calidad para las colonias de *Apis mellifera* (Pilataxi, 2017).

3.3. **Obtención de núcleo**

Para la formación de núcleo: este método consiste en seleccionar de la colmena madre un marco con huevos recién puestos, cría abierta, marco con cría cerrada por ambos lados. Por último, se debe seleccionar un marco con suficiente reserva de miel y polen. Después de obtener los marcos, se colocan en la caja donde se estableció la colmena y se le coloca un alimentador para suplementar la colmena

3.4. **Tratamientos**

Se utilizó 5 núcleos por tratamientos: tratamiento control (T0): jarabe azucarado; tratamiento 1 (T1): extracto de sandía; tratamiento 2 (T2): extracto de remolacha.

3.5. **Suministro de las diferentes dietas**

Una vez preparado el jarabe de azúcar y extraído el jugo de la sandía y la remolacha se suministró a las colmenas escogida completamente al azar. A cada grupo se le colocó inicialmente 200 mililitro (ml) y dependiendo del consumo se le aumento la cantidad de la solución hasta llegar a 600 ml. La suplementación se realizó cada cuatro días debido a que la calidad fisicoquímica de los jugos de sandía y remolacha se modifican en este tiempo, dato obtenido de las pruebas piloto realizadas.

3.6. **Variables estudiadas**

En el presente trabajo se evaluó las siguientes variables:

- **Peso inicial de la colmena (Kg):** Esta homogeneidad inicial fue fundamental para garantizar la validez del diseño experimental.
- **Peso total de la colmena (Kg):** este parámetro se midió durante los días 15, 30, 45 y 60, los datos de esta variable se tomaron en horas de las mañanas, ya que la mayor población de abejas está dentro de colmena.

- Consumo de suplemento (ml): este se midió el día lunes y jueves, durante la fase del ensayo y se calculó de la siguiente manera:
Consumo de alimento= alimento suministrado- alimento sobrante
- Panales con cría (N°): se determinó la cantidad de marcos con cría abierta y cerrada a los 30 y 60 días.

3.7. **Diseño Experimental**

Se empleó un diseño completamente al azar en un arreglo factorial, descrito de la siguiente manera:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (A*B)_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : las variables de respuesta (consumo de suplemento, peso inicial de la colmena, cantidad de marcos con cría y peso total de la colmena).

μ : la media general.

A_i : dietas carbohidratadas (jarabe de azúcar, remolacha y sandía).

B_j : al momento de evaluación (0, 15, 30, 45 y 60 días).

$(A*B)_k$: la interacción dietas carbohidratadas por momento.

E_{ijk} : el error aleatorio.

3.8. **Análisis estadístico**

Los datos fueron tabulados en una hoja de cálculo (Microsoft 365®). Para el análisis se utilizaron los softwares R (R versión 4.2.2, 2022-10-31, RStudio, Inc.) y Statistica V12.5 (StatSoft, Inc). Las variables de respuesta fueron examinadas para verificar la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. La variable consumo de dietas carbohidratadas y el costo económico fueron evaluadas con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y corregidas con la prueba de Dunn's. El peso inicial y peso total, fueron evaluadas con ANOVA factorial y corregida con la prueba de Tukey. La cantidad de marcos con crías

operculadas fueron evaluados mediante modelos lineales generalizados ajustados por la distribución Poisson. Se utilizó un nivel de significancia $p < 0.05$.

IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados y discusión

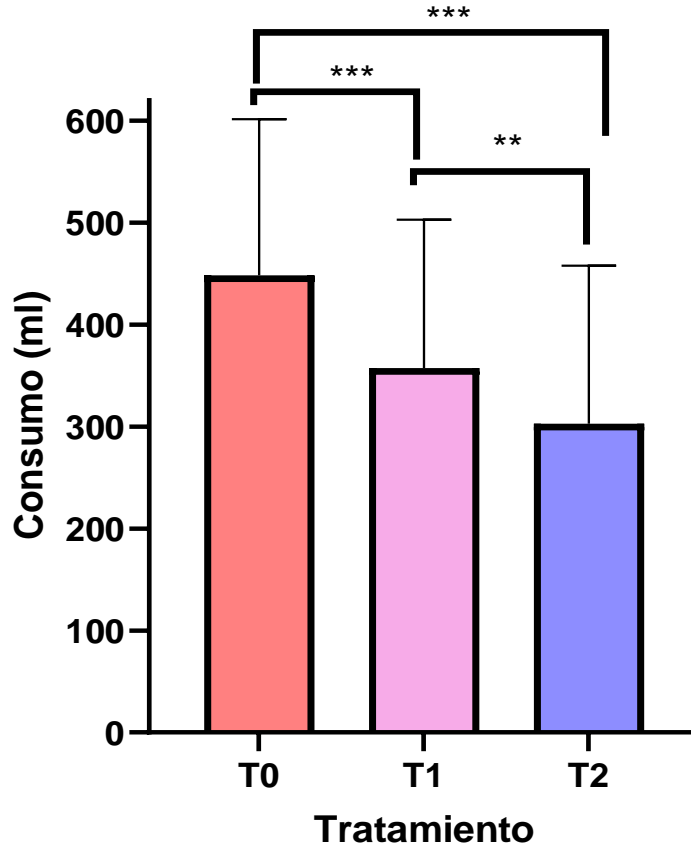
4.1. Peso inicial de la colmena

Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en el peso inicial de las colmenas ($F(2)= 0.84$; $p=0.45$), lo que indica que todas las colmenas comenzaron el estudio en condiciones homogéneas. Esta homogeneidad inicial fue fundamental para garantizar la validez del diseño experimental, ya que evita que factores previos influyan en el efecto real de los suplementos evaluados (Gómez & Gómez, 1984; Montgomery, 2017). En investigaciones con *A. mellifera*, el análisis de colonias con características similares permitió que cualquier variación observada posteriormente pudiera atribuirse con mayor certeza al tratamiento y no a condiciones previas de la colmena (Delaplane *et al.*, 2013; Pirk *et al.*, 2013). Por lo tanto, la ausencia de diferencias iniciales fortaleció la confiabilidad de las comparaciones entre las dietas carbohidratadas durante la época lluviosa.

4.2. Consumo de dietas carbohidratadas

Los resultados muestran que existe diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 3) en el consumo de dietas carbohidratadas ($H=45.36$; $p<0.001$), en los momentos ($H=195.36$; $p<0.001$) y en su interacción ($H=255.73$; $p<0.001$). La prueba de Dunn's indica que T0 es diferente de T1 y T2 ($p<0.05$) y T1 es diferente de T2 ($p<0.05$). El momento 1 es diferente de los momentos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 ($p<0.05$) y similar a los momentos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ($p>0.05$). La interacción tratamiento-momento indica que no existe diferencias ($p>0.05$).

Figura 3. Media \pm desviación estándar del consumo de dietas carbohidratadas en mililitro según tratamiento. ** $p<0.01$; *** $p<0.001$.



En la presente investigación se evaluó el consumo de las dietas carbohidratadas suministradas a las colmenas pobladas de *A. mellifera* durante un periodo experimental de 60 días. Los resultados obtenidos (Figura 3) indican que el mayor consumo correspondió al jarabe de azúcar (T0) con un promedio cada cuatro día es de 448.31 ± 153.40 ml, seguido por jugo de sandía (T1) que registro un consumo con un promedio cada cuatro día de 357.37 ± 145.55 ml, mientras que las colmenas suplementadas con jugo de remolacha (T2) presentaron un consumo de promedio cada cuatro día de 303.02 ± 154.85 ml. Una investigación realizada por (Buñay, 2017) evaluando núcleos alimentados con jarabe de azúcar y leche en polvo, obtuvo resultados inferiores de 153.5 ml y 138.6 ml, respectivamente. La diferencia con esta investigación en cuanto al consumo de jarabe de azúcar puede atribuirse a la escasez de floración durante el período experimental, lo que llevó a que las abejas dependieran en mayor medida de la dieta suministrada.

Las abejas muestran preferencia por el jarabe de azúcar, compuesto en un 50 % por sacarosa y en un 50 % por agua, mientras los jugos de sandía y remolacha contienen una menor cantidad de sacarosa, como lo indica López (2014). Nuestros resultados concuerdan con las investigaciones de Bazurro *et al.* (1996); Hernández (2008), quienes señalan que las abejas siempre prefieren el jarabe de azúcar debido a su similitud con el néctar de las flores. De manera similar Contreras *et al.* (2019), quienes afirman que el jarabe de azúcar presentó una mayor aceptación por parte de las abejas, lo que respalda los resultados de la presente investigación.

Como indican Avilez & Araneda (2007), el alto consumo de jarabe de azúcar por parte de las abejas se explica principalmente por su fácil digestibilidad. Según Oliveira *et al.* (2020), este suplemento proporciona una fuente rápida de energía que facilita el desarrollo de sus actividades fisiológicas. Según Přidal *et al.* (2023); Abdella *et al.* (2024). Las abejas poseen las enzimas metabólicas necesarias, como la invertasa, que les permiten aprovechar de manera eficiente la sacarosa contenida en el jarabe de azúcar. Debido a su capacidad enzimática, las abejas transforman los azúcares complejos en formas más simples y de rápida asimilación, lo que les proporciona una fuente inmediata de energía para sus actividades vitales, como señalan Simcock *et al.* (2018). Del mismo modo, Hernández (2008), afirma que este suplemento contribuye al equilibrio nutricional de las abejas, apoya sus funciones metabólicas y fortalece la capacidad de la colonia para afrontar condiciones adversas, durante la época de lluvias.

En cuanto al menor consumo registrado por los jugos de sandía y remolacha, este podría explicarse debido a que estas fuentes aportan azúcares que contribuyen a cubrir los requerimientos energéticos de las abejas y, además, proporcionan otros nutrientes como proteínas y minerales. Cuando las colonias satisfacen sus necesidades nutricionales, la demanda de alimento suplementario tiende a disminuir, ya que las abejas regulan su consumo de acuerdo con los requerimientos metabólicos de la colonia (Crailsheim, 1992; Seeley, 1995). En este sentido, el consumo de alimento en las colonias depende tanto de la disponibilidad como de la calidad de los

nutrientes, los cuales influyen directamente en el mantenimiento, funcionamiento y desarrollo de la colonia.

4.3. Panales con crías

Se puede observar (Tabla 6) que no existe diferencias significativas en el número de marcos con cría entre tratamientos ($p>0.05$), panales con cría ($p>0.05$) y su interacción ($p>0.05$).

Tabla 6: Panales con crías ajustados con la distribución de Poisson de lo tratamiento, panales y la interacción entre tratamiento-panales con crías.

Efectos fijos		Estimador	Error Estándar	Z-Valor	P-Valor	Significancia
	Intercepto	1.01	0.30	3.3	0.0007	***
Tratamiento	T0	Ref	Ref	Ref	Ref	
	T1	0.01	0.40	0.04	0.96	
	T2	-0.05	0.40	-0.13	0.89	
Panales	C1	Ref	Ref	Ref	Ref	
	C2	0.31	0.39	0.78	0.43	
Tratamiento*panales	T0:C1	Ref	Ref	Ref	Ref	
	T1:C2	-0.05	0.53	-0.11	0.91	
	T2:C2	-0.16	0.54	-0.30	0.76	

Este resultado puede atribuirse a que las dietas suministradas a base de carbohidratos proporcionaron la energía necesaria para mantener las funciones fisiológicas de la abeja reina y el desarrollo poblacional de las colmenas como lo indican De Grandi-Hoffman & Chen (2015). Este resultado coincide con lo señalado por De La Mora *et al.* (2015), quienes indicaron que las dietas energéticas suministradas a las abejas les permiten garantizar el mantenimiento y la supervivencia de la colonia.

Desde el punto de vista fisiológico, la abeja reina necesita un suministro constante de energía para producir huevos, ya que este proceso demanda una alta actividad

metabólica (Seeley, 1995). En este sentido, los carbohidratos, principalmente en forma de azúcares simples, proporcionan la energía necesaria para sustentar dicho metabolismo y actúan como fuente inmediata de energía para las abejas nodrizas, que serán las encargadas de alimentar a la abeja reina y a las larvas (Ansaloni *et al.*, 2025). Una dieta basada en carbohidratos favorece la disponibilidad continua de la energía indispensable para mantener la postura estable de la abeja reina y garantizar la renovación constante de la población dentro de la colmena (Paoli *et al.*, 2014).

Álava & Vélez (2022), afirman que cuando las fuentes de carbohidratos aportan un contenido energético, las diferencias en el desarrollo de la cría suelen ser mínimas o no significativas. Según Cervantes (2010), esto se debe a que las abejas priorizan la estabilidad de la colonia sobre la expansión poblacional, por lo que regulan la postura de la reina en función de la disponibilidad de recursos. Por lo tanto, la suplementación que se realizó en esta investigación cumplió su función que era mantener la actividad de la colonia, evitando pérdidas en la población adulta y en el área de cría.

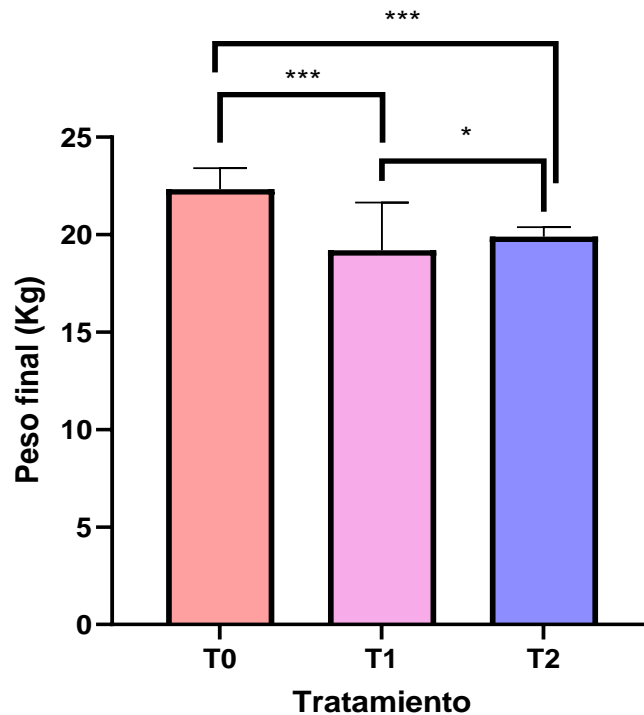
Borbor (2015), realizó un estudio sobre diferentes alternativas de alimentación (extracto de sandía, extracto de remolacha y jarabe azucarado) en *A. mellifera*, y concluyó que el mayor desarrollo de marcos con cría se obtuvo con el extracto de sandía, seguido del extracto de remolacha y en último lugar del jarabe de azúcar. Sin embargo, en la presente investigación no se obtuvieron los mismos resultados, lo que podría deberse a las diferencias en el contenido nutricional de los jugos naturales utilizados. En el estudio mencionado, se empleó una variedad remolacha azucarera, mientras que en esta investigación se utilizó una variedad distinta. Otro factor que pudo influir es que este estudio se realizó con núcleos de colmena, mientras que el estudio mencionado se realizó con colmenas ya establecidas.

4.4. Peso final de las colmenas

Los resultados muestran que existe una diferencia significativa entre los tratamientos en el peso final ($F_{(2)}=4.86$; $p=0.03$). La prueba de comparaciones múltiples de Tukey indicó que el tratamiento T1 presentó un peso significativamente menor en

comparación con T0 ($p < 0.05$), mientras que T2 no difirió de manera significativa respecto a T0 y T1 ($p > 0.05$, respectivamente) como se observa en la (Figura 4).

Figura 4. Media \pm desviación estándar del peso final de dietas carbohidratadas en kilogramos según tratamiento. * $p < 0.05$; *** $p < 0.001$.



Los resultados obtenidos en la evaluación del peso final de las colmenas, demostraron que el tratamiento que obtuvo el mayor peso final fue el jarabe de azúcar, este hallazgo puede atribuirse principalmente porque el jarabe de azúcar fue el tratamiento con mayor consumo. Como indican Ansaloni *et al.* (2025), los carbohidratos proporcionan la energía necesaria para buscar alimento y para las actividades internas de la colonia. Cepero *et al.* (2019), señalan que el jarabe de azúcar aporta la energía necesaria para mantener las actividades metabólicas, la termorregulación y la producción de cera. También Goodwin & Houten (1991), afirman que en periodos de escasez de néctar, el jarabe de azúcar aporta la energía necesaria para mantener sus actividades fisiológicas, lo que permitió un aumento del peso de la colmena.

El mayor peso final obtenido en esta investigación correspondió al tratamiento con jarabe de azúcar (T0), con un promedio de 22.33 ± 1.08 kg, seguido por el jugo de remolacha (T2) con 19.90 ± 0.48 kg y, finalmente, el jugo de sandía (T1) con 19.20 ± 2.44 kg. El peso final obtenido con el jarabe de azúcar fue similar al reportado por Buñay (2017), quien comparó el jarabe de azúcar con la leche en polvo desnatada y registró un peso de 23.80 kg en el tratamiento con jarabe de azúcar.

Contrario a esta investigación, Borbor (2015) reportó que el mayor peso de las colmenas se obtuvo con el extracto de sandía (21 kg), seguido por el jarabe de azúcar (19.33 kg) y el extracto de remolacha (16 kg), evidenciando que el extracto de sandía promovió un incremento significativo en el peso. Este efecto podría atribuirse a la calidad nutricional del extracto, así como a su preparación o concentración, factores que influyen en la asimilación y aprovechamiento de los nutrientes por parte de las abejas (Brodschneider & Crailsheim, 2010; Nicolson, 2011). Asimismo, si las colonias ya tenían cubiertos sus requerimientos nutricionales, es posible que el suplemento no generara un efecto adicional sobre el peso, debido a mecanismos de regulación del metabolismo y utilización de nutrientes (Tautz, 2008; Wright *et al.*, 2018).

Una investigación realizada por Bernal (1999), quien comparo el jugo de caña, el jugo de naranja y el jugo de zanahoria, se obtuvo resultados de 15.46 kg, 14.03 kg y 13.29 kg, respectivamente esto resultados son inferiores lo reportado en este estudio; donde en el estudio el jugo de caña redujo el peso de las colmenas, , esta diferencia en los pesos puede atribuirse a que ejemplo el juego de caña a que el jugo de caña al ser un producto natural sin tratamiento térmico ni conservación, puede fermentarse con facilidad, lo que afecta la palatabilidad y disminuye el consumo por parte de las abejas (Cruz *et al.*, 2020). De igual manera Hernández *et al.* (2018), señalan que la fermentación genera compuestos que pueden alterar el equilibrio microbiano de la colmena y afectar la digestión de los carbohidratos.

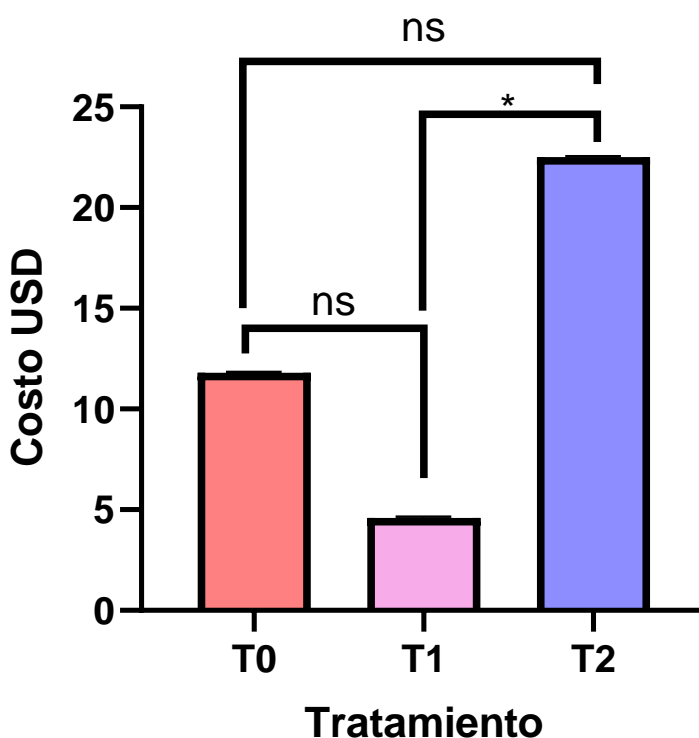
4.5. Costo promedio de las dietas carbohidratadas

La prueba de Kruskal-Wallis mostró que existe diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0.002$). La prueba de Dunn's con corrección de Bonferroni evidenció

que el tratamiento con jugo de sandía (T1) difirió significativamente del tratamiento con jugo de remolacha (T2) ($p=0.001$). No se encontraron diferencias significativas entre T0 con T1 y T0 con T2 ($p> 0.05$).

Estos resultados demostraron que el jugo de sandía fue la dieta más económica para la suplementación de las abejas durante la época lluviosa. Los costos registrados por tratamiento durante un periodo de 60 días fueron jugo de sandía (T1) 4.60 USD, jarabe de azúcar (T0) 11.80 USD, y jugo de remolacha (T2) 22.50 USD como se observa (Figura 5).

Figura 5. Media \pm desviación estándar el costo promedio en USD de las dietas carbohidratadas según tratamiento. ^{ns} ($p>0.05$).; * $p<0.01$.



La suplementación de abejas con jugo de sandía ha demostrado ser una estrategia económica para los apicultores, que tradicionalmente utilizan el jarabe de azúcar como fuente de alimentación carbohidratadas (Tucuch-Haas *et al.*, 2020).

La presente investigación no solo permite reducción los costos de alimentación, sino que también promueven la sostenibilidad económica de los pequeños y medianos productores apícolas. Además, el uso de productos locales fortalece la economía circular en las comunidades rurales, fomentando la integración entre agricultores y apicultores y promoviendo el uso responsable de excedentes agrícola.

V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La dieta carbohidratada con mayor consumo fue el jarabe de azúcar.

El tratamiento suplementado con jarabe de azúcar mostró mayor peso final comparando con los otros tratamientos.

El número de marcos con crías fue similar en los tres tratamientos evaluados.

El tratamiento con jugo de sandía representó el menor costo.

Recomendaciones

Analizar el impacto de estas dietas en la fortaleza de la colmena.

Evaluar la combinación de dietas carbohidratadas con suplementos proteico.

VI. BIBLIOGRAFÍAS

- Abdella, M., Rateb, S. H., Khodairy, Mohammed. M., & Omar, E. (2024). Sucrose, glucose, and fructose preference in honeybees and their effects on food digestibility. *Apidologie*, 55(77). <https://doi.org/10.1007/s13592-024-01113-4>
- Álava, C., & Vélez, E. (2022). Implementación de alternativas suplementarias energético-proteicas y su efecto en colmenas de abejas (*Apis mellifera*) [Tesis de pregrado]. ESPAM MFL, Calceta, Ecuador. https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1762/1/TIC_MV02D.pdf
- Ansaloni, L., Kristl, J., Domingues, C., & Gregorc, A. (2025). An Overview of the Nutritional Requirements of Honey Bees (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758). *Insects*, 16(1), 97. <https://doi.org/10.3390/insects1601009>
- Apoysos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA) (2004). La Producción de Miel en México Modernidad y Tradición, Claridades Agropecuarias.
- Argüello, O. (2010). Guía técnica de nutrición apícola. Proyecto Apícola Swisscontact FOMIN-BID. Lomas del Guijarro, Honduras. <https://www.osiap.org.mx/senasica/sites/default/files/nutricion%20apicola.pdf>
- Ávila, M., Pérez, R., & Castro, J. (2019). Evaluación de dietas proteicas en la alimentación artificial de *Apis mellifera*. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 32(1), 45-52.
- Avilez, J., & Araneda, X. (2007). Estimulación de la Puesta en Abejas (*Apis mellifera*). Universidad Católica de Temuco. Facultad de Recursos Naturales. Temuco, Chill. *Archivos de zootecnia*, 56 (216),885-893.
- Bazurro, J. Harriet, H., Toscano, G., & Gardiol, J. (1996). Características principales y comportamientos de algunos jarabes de maíz utilizados en la apicultura como reservas invernales de la colmena. V Congreso Ibero Latinoamericano de Apicultura, II Foro Expo- Comercial. Mercedes, Uruguay.

- Bedascarrasbure, M., Moja, J., & Rodríguez, G. (2020). Buenas prácticas apícolas para la alimentación artificial. (Módulo 2). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria -INTA. Colombia. 142 p.
- Bernal, R. A. (1999). Alimentación artificial de abejas utilizando jugos naturales en épocas de sequía (Tesis de Ingeniería Zootecnista). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Borbor, J. (2015). Respuestas de las abejas (*Apis mellifera*) a diferentes alternativas de alimentación en la comuna de Olón, Provincia Santa Elena. [Tesis para optar ingeniero agropecuario]. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Disponible en <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2242/1/UPSE-TIA-2015-025.pdf>
- Büchler, R., Andonov, S., Bienefeld, K., Costa, C., Hatjina, F., Kezic, N., & Wilde, J. (2014). Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens. *Journal of Apicultural Research*, 53(1), 1-30.
- Buñay, M. (2017). Efecto de la alimentación artificial en abejas *Apis mellifera* mediante la utilización de leche en polvo desnatada y jarabe de azúcar. [Tesis para optar ingeniero agropecuario]. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8144/1/17T1511.pdf>
- Brodschneider, R., & Crailsheim, K. (2010). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41(3), 278-294.
- Burgos, A. (2012). Comparación de la producción de polen con tres fuentes alternativas de proteína en las dietas de *Apis mellifera*. [Tesis para optar ingeniera]. Universidad central de Ecuador. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Cepero, J., García, C., & Peña, M. (2019). Efecto de diferentes fuentes proteicas y energéticas sobre el desarrollo de colonias de *Apis mellifera*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 53(1), 45-52.

- Cervantes, G. (2010). Incidencia de la alimentación suplementaria en la producción y productividad de la apicultura (*Apis mellifera*) [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Conde, J., Moreno, S., & Márquez, J. (1998). Uso de jarabe de azúcar como alimento para abejas sin aguijón (*Tetragonisca angustula*) en época lluviosa. [Tesis para optar título de ingeniero agrónomo zootecnista]. Universidad del Salvador. <https://repositorio.ues.edu.sv/items/5bd6df01-cc36-471e-8e55-dbe490f528c2>
- Contreras, J. Barrios, C., & Navarro, W (2019). Evaluación de tres dietas alimenticias para abejas (*Apis mellifera*) en época lluviosa, San Pedro Sacatepéquez, Santos Marcos. Universidad de San Carlos de Guatemala. <https://cria.iica.int/system/files/files/202402/INFORME%20TECNICO%20FINAL%20CRIA.pdf>
- Crailsheim, K. (1990). The protein balance of the honey bee worker. *Apidologie*, 21(5), 417-429. <https://doi.org/10.1051/apido:19900504>
- Crailsheim, K. (1992). The flow of jelly within a honeybee colony. *Journal of Comparative Physiology B*, 162, 681-689.
- Crane, E. (1990). *Bees and Beekeeping: Science, Practice and World Resources*. Heinemann Newnes. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19900228408>
- Cruz, L. A., Martínez, P., & Pérez, C. (2020). Efecto del uso de jugo de caña en la alimentación de abejas *Apis mellifera* durante la época seca. *Revista de Producción Animal*, 32(1), 45-53.
- De Grandi-Hoffman, G., & Chen, Y. (2015). Nutrition, immunity and viral infections in honey bees. *Current Opinion in Insect Science*, 10(1), 170-176. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.05.007>
- De la Mora, A., López, J., & Quezada-Euán, G. (2015). Feeding practices and colony development in honey bees (*Apis mellifera*) under tropical conditions. *Journal of Apicultural Research*, 54(5), 482–489.

- Delaplane, K. S., Van Der Steen, J., & Guzman-Novoa, E. (2013). Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. *Journal of Apicultural Research*, 52(1), 1-12. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3896/IBRA.1.52.1.03>
- Delaplane, S., Van der Steen, J., & Guzman-Novoa, E. (2013). Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. *Journal of Apicultural Research*, 52(1), 1-12. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.03>
- United States Department of Agriculture (USDA). (2014). National Nutrient Data base for Standard Reference en línea file:///G:/apicultura/Usos%20Medicinales%20de%20la%20Sand%C3%ADa.htm.
- Free, J., (1987). The biology of the honey bee. *Science*, 238(4833), 1591-1593.
- Gómez, K. A., & Gómez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Goodwin, R., & Houten, A. (1991). Feeding sugar syrup to honey bee (*Apis mellifera*) colonies to increase kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) pollen collection: effects of frequency, quantity and time of day. *Journal of Apicultural Research*, 30(1), 41-49. <https://doi.org/10.1080/00218839.1991.11101233>.
- Haydak, M. H. (1970). Honey bee nutrition. *Annual Review of Entomology*, 15(1), 143-156. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.15.010170.001043>
- Hernández, I., González, F., & Arias, J. (2022). Alimentación alternativa de abejas (*Apis mellifera*) usando suplementos proteicos durante la estación lluviosa, en el municipio de Cojutepeque. [Tesis para optar ingeniero agrónomo]. Universidad del Salvador.
- Hernández, M. (2008). Evaluación de la respuesta a la alimentación artificial de las abejas (*Apis mellifera*), en la región de la costa de Oaxaca. [Tesis para obtener el Grado de Licenciado en Zootecnia]. Universidad del Mar. Campus Puerto Escondido. Puerto Escondido, Oaxaca, México.

- Hernández, R., López, M., & Díaz, J. (2018). Fermentación de jugos vegetales y su impacto en la alimentación apícola. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 31(3), 211-219.
- Jean-Prost, P., Le Conte, Y., & Médori, P. (1995). *Apicultura: conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena* (4a. ed.). España: Mundi-Prensa, Pro Quest ebrary. Web. 17 April 2015. Biblioteca virtual UPSE.
- López, C. (2013). Proyecto de factibilidad para la producción de azúcar morena en la parroquia de Balsapamba del cantón San Miguel de la provincia de Bolivia. [Tesis para optar ingeniero]. Universidad de Politécnica de Salesiana sede Quito. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4927/1/UPS-QT03683.pdf>
- López, S. (2014). Efecto de la alimentación artificial en el crecimiento poblacional de abejas (*Apis mellifera*) en la zona de Yurimaguas. [Tesis opta por ingeniería en zootecnia]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA. <https://api-repositorio.unapiquitos.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d1ed0aad-abdb-4d22-9d6f-e15182217e46/content>.
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) (2023). MIDA se une a la conmemoración del Día Mundial de las Abejas. Consultado el 30 de enero del 2024. Disponible en <https://mida.gob.pa/mida-se-une-a-la-conmemoracion-del-dia-mundial-de-las-abejas/?csrt=10605769161830632780>
- Mirmiran, P., Houshialsadat, Z., Gaeini, Z., Bahadoran, Z., & Azizi, F. (2020). Propiedades funcionales de la remolacha (*Beta vulgaris*) en el manejo de enfermedades cardio metabólicas. *Nutrition & metabolism*, 17(2), 2-15.
- Montgomery, D. (2017). *Design and analysis of experiments* (9th ed.). John Wiley & Sons.
- Nicolson, S. W. (2011). Bee food: The chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two. *African Zoology*, 46(2), 197-204

- Seeley, T. D. (1995). The wisdom of the hive: The social physiology of honey bee colonies. Harvard University Press.
- Oliveira, D., Kadri, M., Benaglia, E., Ribolla, M., & Orsi, O. (2020). Energetic supplementation for maintenance or development of *Apis mellifera* L. colonies. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 1(1), 15-26. <https://doi.org/10.1590/1678-9199-jvatitd-2020-0004>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2005). La apicultura y los medios de vida sostenibles. Disponible en <https://www.fao.org/3/y5110s/y5110s00.htm#Contents>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2021). Alimentador externo e interno para colmenas. Disponible en <https://teca.apps.fao.org/en/technologies/8325/>
- Paoli, P., Donley, D., Stabler, D., Anumodh Saseendranath, Nicolson, W., Simpson, J., & Wright, A. (2014). Nutritional balance of essential amino acids and carbohydrates of the adult worker honeybee depends on age. *Amino Acids*, 46(6), 1449-1458. <https://doi.org/10.1007/s00726-014-1706-2>
- Paredes, O. G., & Parrales, X. L. (2020). Estudio de parámetros de calidad y perfil sensorial de la *Apis mellifera* (miel de abeja) y subproductos (Propóleo, polen y cera) para su posterior aplicación en procesos agroindustriales. [Tesis para optar título ingeniería]. Universidad técnica estatal de Quevedo.
- Pernal, S. F., & Currie, R. W. (2000). Pollen quality of fresh and 1-year-old pollen: Implications for colony development of honey bees (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*, 31(3), 387-409. <https://doi.org/10.1051/apido:2000125>
- Pilataxi, H. (2017). Evaluación de diferentes dietas alimenticias en la formación de núcleos de abejas. [Tesis para obtención de ingeniero zootecnista]. Escuela superior politécnica de Chimborazo.

- Pirk, W., Human, H., Crewe, M., & VanEngelsdorp, D. (2013). A survey of managed honey bee colony losses in the USA, fall 2009 to winter 2010. *Journal of Apicultural Research*, 52(4), 1-24. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.25>
- Přidal, A., Musila, J., & Svoboda, J. (2023). Condition and Honey Productivity of Honeybee Colonies Depending on Type of Supplemental Feed for Overwintering. *Animals (Basel)*, 13(3), 323. <https://doi.org/10.3390/ani13030323>
- Ricigliano, V.A., Williams, S.T., & Oliver, R. (2022). Effects of different artificial diets on commercial honey bee colony performance, health biomarkers, and gut microbiota. *BMC Veterinary Research*, 18, 52. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03151-5>
- Rodríguez, A., Gadea, L., Landero, J., & Hernández, A. (2015). Evaluación de tres suplementos alimenticios en la producción de *Apis mellifera* en la Agropecuaria los Potrerillos. Jinotega. *Revista Científica de la UNAN-León*. 6(2), 1-8.
- Seeley, D. (1995). *The Wisdom of the Hive: The Social Physiology of Honey Bee Colonies*. Harvard University Press.
- Simcock, K., Gray, H., Bouchebti, S., & Wright, G. (2018). Appetitive olfactory learning and memory in the honeybee depend on sugar reward identity. *Journal of Insect Physiology*, 106(1), 71-77. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2017.08.009>
- Tapia-Rivera, J. C., Tapia-González, J. M., Alburaki, M., Chan, P., Sánchez-Córdova, R., & Corona, M. (2025). The effects of artificial diets containing free amino acids versus intact proteins on biomarkers of nutrition and Deformed Wing Virus levels in the honey bee. *Insects*, 16(4), 375. <https://doi.org/10.3390/insects16040375>
- Tautz, J. (2008). *The buzz about bees: Biology of a superorganism*. Springer
- Tucuch-Haas, J. I., Rangel-Fajardo, M. A., Tucuch-Haas, C. J., Burgos-Díaz, J. A., Ruíz-Sánchez, E., & Yam-Herrera, F. R. (2020). Alimentación suplementaria alternativa de *Apis mellifera* L. durante la época de escasez en Yucatán, México. *Revista del Centro de Graduados e Investigación*, 35(83), 137-142.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282020000300115

- Valega, O. (2014). Requerimientos, Acopio, Transformación y Reservas de Los Alimentos en la Colmena. [Tesis opta por ingeniería en zootecnia]. Universidad Nacional De La Amazonia Peruana.
- Vaquero, J., & Vargas, P. (2010). Guía técnica de nutrición apícola (en línea). Managua, Nicaragua. Consultado 30 octubre 2019. Disponible en <http://www.osiap.org.mx/senasica/sites/default/files/nutricion%20apicola.pdf>
- Wang, Z., & Hu, X. (2021). Watermelon (*Citrullus lanatus*) and its health benefits: A review. Food Science and Human Wellness, 9(1), 1-10 https://www.researchgate.net/publication/352030752_Watermelon_Citrullus_Lanatus_A_Comprehensive_Review
- Wootton, P., & Ryan, L. (2011). Beetroot juice shot is a significant and convenient source of bio accessible antioxidants, Journal of Functional Foods, 3(4), 329-334. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.05.007>
- Wright, G. A., Nicolson, S. W., & Shafir, S. (2018). Nutritional physiology and ecology of honey bees. Annual Review of Entomology, 63, 327-344.