

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v8i16.0285>

IMPLEMENTACIÓN DE ALTERNATIVAS SUPLEMENTARIAS ENERGÉTICO-PROTEICAS EN COLMENAS DE ABEJAS (*Apis Melífera*)

IMPLEMENTATION OF ENERGY-PROTEIN SUPPLEMENTATION ALTERNATIVES IN HONEYBEE HIVES (*Apis Melífera*)

González-Zambrano Rosa ¹; Álava Mary Carmen ²; Vélez Karen ³;
Mosquera-González George ⁴; Intriago Guillermo ⁵

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.
Correo: rgonzales@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0960-1817>

² Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.
Correo: mary.alava@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1612-576X>

³ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.
Correo: karen.velez@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-1483-8604>

⁴ Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras.
Correo: george.mosquera831@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-9847-4073>

⁵ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.
Correo: gintrago@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3582-3026>

Resumen

En el estudio se evaluó diferentes alternativas suplementarias energético proteicas y su efecto en la población de las colmenas de abejas (*Apis melífera*). La investigación se efectuó en la propiedad "Luna de Miel" ubicada en el sitio las Delicias, parroquia Calceta, Cantón Bolívar, provincia de Manabí-Ecuador. Las variables a estudiar fueron postura de reina (PR), peso final de los núcleos (PF), consumo de alternativas (CA), adaptación de núcleos (AN). El experimento se desarrolló mediante un diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos y seis repeticiones. Se utilizaron 18 núcleos que fueron divididos en tres grupos: el primero se le administró torta a base de harina de moringa, de lenteja, jara-be de azúcar morena 2:1 (T1), el segundo recibió torta a base de harina de algarrobo, de frejol de palo y jarabe de azúcar morena 1:1 (T2) y el tercero como grupo testigo sin suplementación (T3). La administración de las tortas se realizó cada ocho días durante ocho semanas, entre abril, mayo y junio del 2021. Los datos experimentales fueron procesados mediante ADEVA y prueba de Tukey 5%. Para PR (sig.<0,00), PF (sig.<0,00), CA (sig.<0,00) y AN (sig.<0,02), donde se evidencia que existe diferencia entre los tratamientos, lo que permite sugerir el T2, ya que tiene efectos positivos sobre el rendimiento de los núcleos y un menor costo económico. Además, los resultados muestran que hay poca adaptabilidad de las abejas cuando no se administra ninguna suplementación.

Palabras clave: Adaptación de núcleos, población de abejas, reproducción, suplementación.

Abstract

This study evaluated different energy-protein supplemental alternatives and their effect on the honeybee (*Apis mellifera*) hive population. The research was conducted on the "Luna de Miel" property located at Las Delicias, Calceta, Bolívar, Manabí province, Ecuador. The variables studied were queen laying (PL), final nuclei weight (FW), alternative consumption (CDC), and nucleus adaptation (NA). The experiment was conducted using a completely randomized design (CRD), with three treatments and six replications. Eighteen nuclei were divided into three groups: the first group received cake made from moringa flour, lentil flour, and brown sugar syrup 2:1 (T1); the second group received cake made from carob flour, pigeon pea flour, and brown sugar syrup 1:1 (T2); and the third group served as a control group without supplementation (T3). The

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 15 de abril de 2025.

Fecha de aceptación: 05 de junio de 2025.

Fecha de publicación: 10 de julio de 2025.



cakes were administered every eight days for eight weeks, between April, May and June 2021. The experimental data were processed using ADEVA and Tukey's 5% test. For PR (sig.<0.00), PF (sig.<0.00), CA (sig.<0.00) and AN (sig.<0.02), where it is evident that there is a difference between the treatments, which allows suggesting T2, since it has positive effects on the performance of the nuclei and a lower economic cost. Furthermore, the results show that there is little adaptability of the bees when no supplementation is administered.

Keywords: Nucleus adaptation, bee population, reproduction, supplementation.

1. Introducción

Desde hace años, la apicultura se ha considerado el arte del mantenimiento y la cría de abejas, con el objetivo de obtener productos como miel, jalea real, cera, polen y propóleo (Prost & Medori, 1981). Dentro de este campo, el género *Apis*, especialmente *Apis mellífera*, es el más comúnmente utilizado. Estas abejas son seres sociales, cuyas colonias pueden alcanzar hasta 40.000 individuos, y dentro de las colmenas las tareas se distribuyen de forma organizada y cooperativa (Philippe, 2009). En Ecuador, la producción de miel de abeja se ha desarrollado de manera artesanal, con un limitado aprovechamiento de sus subproductos. Según Quilambaqui et al. (2017), los principales productos obtenidos son: miel de abeja (62 %), seguida de polen (13 %), cera (9 %), propóleo (8 %), jalea real (3 %) y otros derivados (5 %).

La floración de especies vegetales depende de las condiciones climáticas, lo cual incide directamente en la disponibilidad de fuentes nectaríferas. Durante ciertos meses del año estas se encuentran en abundancia, mientras que en la época invernal se evidencia una escasez considerable, lo que afecta negativamente tanto la productividad como la reproducción dentro de la colmena. La disminución en la postura y desarrollo de las crías está directamente relacionada con la falta de alimento (Borbor, 2015). Es ampliamente reconocido que el polen y el néctar son componentes fundamentales en la nutrición de la colmena. Durante los periodos de escasez, la postura de la reina puede reducirse significativamente: en colonias que normalmente alcanzan entre 40.000 y 60.000 individuos, esta cifra puede caer hasta entre 15.000 y 30.000 al finalizar la estación de reposo (Vásquez et al., 2011).

Ante esta situación, el suministro de alimentación artificial tiene como objetivo fortalecer el rendimiento de las colonias, reponer la cría, mantener el ritmo de crecimiento y, sobre todo, garantizar la supervivencia de las abejas en el apiario (Núñez-Torres et al., 2017). Las abejas son capaces de consumir fuentes de proteína distintas al polen cuando este escasea, cubriendo así parte de sus necesidades nutricionales (Montero, Martos & Chura, 2012).

El conocimiento del uso de alternativas suplementarias energético-proteicas representa una estrategia productiva relevante dentro del sector apícola. Esta técnica busca corregir las distorsiones provocadas por el apicultor durante la cosecha de miel y polen, así como intervenir en la suplementación de las reservas de las colonias después de una cosecha o durante periodos de escasez alimentaria (Cervantes, 2010).

La floración influye directamente en el tipo de producción apícola y determina las pautas de manejo de las colmenas, lo que permite optimizar el aprovechamiento de los

recursos florales disponibles en cada zona (Vásquez et al., 2011).

La flora apícola comprende el conjunto de especies vegetales que proporcionan los recursos recolectados por las abejas para su subsistencia. La vegetación constituye un elemento fundamental en la planificación de la actividad apícola, ya que representa la materia prima esencial para que las abejas elaboren su alimento y desarrollen las tareas propias dentro de la colmena. A partir de estos recursos naturales, se generan productos como miel, polen y propóleo, los cuales son utilizados por los apicultores, generando beneficios tanto personales como ambientales y económicos (Montoya, Baca & Gamboa, 2017).

La aplicación de alternativas suplementarias energéticas contribuye significativamente a mejorar la productividad de las abejas, lo cual se traduce en beneficios para el apicultor al incrementar la rentabilidad económica de su actividad. Esta mejora en la producción apícola abre además oportunidades para el desarrollo de emprendimientos

productivos relacionados con la miel y sus derivados (Tabasco, 2013).

Una de las alternativas destacadas es el uso de harina de algarrobo (*Prosopis juliflora*), elaborada a partir de las vainas maduras del árbol. Esta harina se caracteriza por su sabor dulce, similar al cacao, aunque con una composición nutricional diferente, ya que no contiene cafeína, teobromina, ácido oxálico, ni presenta un exceso de grasas o sodio. Además, su consumo no requiere aditivos, lo que la convierte en una opción natural y saludable (Tabasco, 2013).

Desde el punto de vista nutricional, la harina de algarrobo contiene entre un 40 % y 50 % de azúcares naturales, como fructosa, glucosa, maltosa y sacarosa. También es fuente de minerales como hierro, calcio, magnesio, fósforo, zinc, silicio, manganeso y cobre, destacándose especialmente por su alto contenido de potasio y bajo nivel de sodio. Además, posee aproximadamente un 11 % de proteínas, con una alta concentración del aminoácido triptófano. En cuanto a su contenido vitamínico, se encuentran presentes las vitaminas A, B1, B2, B3, C y D.

Cabe destacar que esta harina no contiene gluten y tiene un bajo porcentaje de grasas (3 %), aunque de excelente calidad nutricional (Sánchez, 2016).

Para la elaboración de la harina de frejol de palo (*Cajanus cajan*), se seleccionan los granos, los cuales son posteriormente secados, molidos y tamizados. De acuerdo con la FAO (2019), el guandul es considerado un alimento nutricionalmente balanceado, ya que su composición se aproxima a las recomendaciones alimenticias generales: proteínas entre un 15 % y 25 %, carbohidratos y grasas entre un 60 % y 70 %, y vitaminas y minerales entre un 15 % y 25 % (FAO, 2019).

Por otro lado, la harina de lenteja, obtenida mediante la molienda de semillas seleccionadas de *Lens esculenta*, presenta una coloración marrón clara, textura en polvo, y olor y sabor característicos. Este tipo de harina se distingue por su elevado contenido de proteínas, hidratos de carbono y fibra vegetal, lo que la convierte en una alternativa valiosa dentro de los suplementos nutricionales para abejas.

En cuanto a la moringa (*Moringa oleífera*), diversas investigaciones la han catalogado como una de las especies vegetales con mayor valor nutricional, superando a más de 120 especies analizadas. Sus hojas contienen una alta concentración de proteínas, vitaminas y minerales, además de todos los aminoácidos esenciales. Cabe destacar que las hojas secas de moringa presentan un valor nutricional superior al de las hojas frescas (Gómez & Angulo, 2014).

El azúcar moreno, por su parte, es una forma menos refinada de sacarosa que se caracteriza por su color marrón, el cual proviene de la melaza que contiene. Esta melaza puede encontrarse de forma residual o añadida al azúcar blanco refinado. Su contenido varía entre un 3,5 % en el caso del azúcar moreno claro y un 6,5 % en el azúcar moreno oscuro, lo que le otorga una textura húmeda. Por su naturaleza, este tipo de azúcar puede ser modificado mediante procesos industriales para obtener presentaciones más manejables en la industria alimentaria (López Barriagán, 2013).

El azúcar y los aminoácidos son precursores fundamentales en la

formación de compuestos heterocíclicos de oxígeno y nitrógeno. Las condiciones de temperatura, pH y humedad influyen de manera decisiva en la velocidad y dirección de las reacciones, afectando procesos como la ruptura molecular, la ciclación y la deshidratación (Liu, Wan, Xie & Chen, 2024).

Los suplementos energéticos utilizados en la apicultura como la harina de algarrobo, frejol, lenteja y moringa, son preparados mediante la mezcla de agua con sacarosa. En la alimentación de *Apis melífera*, esta mezcla representa una fuente esencial de carbohidratos, y suele aplicarse en una proporción de 1:1 (volumen: peso) para estimular la actividad de las abejas (Imran, Shao & Kim, 2016).

En contextos productivos apícolas, también se emplea la alimentación con jarabe de azúcar en proporción 2:1 (dos partes de azúcar por una de agua), especialmente durante épocas de escasez de néctar y polen. Esta práctica busca reforzar el estado nutricional de las colmenas, mantener poblaciones saludables y prevenir pérdidas por deficiencia

alimentaria (Álava Loor & Vélez Ormaza, 2022).

El presente estudio adquiere relevancia al ofrecer información útil para que los apicultores satisfagan los requerimientos nutricionales de sus colonias a través de alternativas suplementarias energético-proteicas formuladas con materias primas locales. Estas estrategias pueden contribuir al incremento sostenible en la producción de miel.

El objetivo de la investigación fue evaluar diferentes alternativas suplementarias energético-proteicas y su efecto en la población de las colmenas de abejas (*Apis mellífera*) ubicadas en el sitio Las Delicias, Cantón Calceta, provincia de Manabí.

2. Materiales y métodos

La investigación fue de tipo cuali-cuantitativo, se efectuó en la propiedad “Luna de Miel” ubicada en el sitio las Delicias, en la parroquia Calceta, Cantón Bolívar, provincia de Manabí-Ecuador, situada geográficamente entre las coordenadas 0°51’48.53” de Latitud Sur y 80°12’10.05” de Longitud Oeste con 45 msnm (Google Earth, 2020). El experimento se desarrolló mediante un diseño completamente al azar (DCA), con 3 tratamientos y 6 repeticiones, como unidades experimentales colmenas de *Apis Mellífera* que totalizan 18 colmenas, de las cuales por cada tratamiento (T) se usó 6 colmenas, cada colmena representó una repetición (R).

Tabla 1. Distribución de unidad experimental

Tratamientos	Repeticiones	Colmenas
T0	R1	1
	R2	1
	R3	1
	R4	1
	R5	1
	R6	1
T1	R1	1
	R2	1
	R3	1
	R4	1
	R5	1

T2	R6	1
	R1	1
	R2	1
	R3	1
	R4	1
	R5	1
	R6	1
TOTAL, DE COLMENAS		18

Fuente: Elaboración propia

Se inspeccionó el área donde se realizó el trabajo de investigación, en el cual se estableció como área de observación dos kilómetros a la redonda, en donde se encontró diversidad de flora como: Algarrobo (*Prosopis juliflora*), Guachapelí (*Albizia guachapele*), Cabo de hacha (*Machaerium millei*), Jaboncillo (*Sapindus saponaria*), Pechiche (*Vitex cymosa*), Frutillo (*Solanum ovalifolium*), Guasmo (*Inga edulis*) y maíz (*Zea mays*).

Se procedió a limpiar, ordenar y ubicar bases para la colocación de las colmenas. Se rotulo en cada una de ellas el tratamiento a aplicar. Se realizó el pesaje individual de cada caja vacía (tapa, caja, marcos con cera), y el equivalente de las reservas de miel al inicio antes de la colocación de los núcleos para sacar el peso total de estos elementos.

Los operarios se colocaron trajes de protección y utilizaron ahumadores

en cada intervención o manipulación de las colmenas. Una vez lista el área, se instalaron las bases y luego se colocaron los núcleos, después de dos días se colocó a cada uno su respectiva reina, este procedimiento se efectuó 15 días previo a la colocación de los tratamientos para la adaptación de los núcleos. Las colmenas se pesaron antes de suministrarle los tratamientos.

Se aplicaron dos alternativas suplementarias energético-proteicas, con una administración total de 72 tortas, de las cuales 36 serán para T1 y 36 para T2.

T0: Tratamiento testigo (sin suplementación).

T1: Para 50g de torta: 6g harina de lenteja, 15g harina de moringa, 0,50g levadura de cerveza, 3g gelatina sin sabor, 0,83g canela, 0,15ml promotor L, 24,52ml jara-be de azúcar morena 2:1.

T2: Para 50g de torta: 5g harina fréjol de palo, 13g harina de algarrobo, 6g leva-dura de cerveza, 0,50g gelatina sin sabor, 0,83g canela, 0,15ml promotor L, 24,52ml jarabe de azúcar morena 1:1.

Los datos de las variables respuestas se compilaron en campo mediante un registro en libretas, luego se transcribieron los mismos en un programa de hojas de cálculo Excel (Office, 2019).

Los datos experimentales se procesaron y se sometieron a los siguientes análisis estadísticos:

Para las variables se realizó un ADEVA, previamente se comprobó los supuestos de homogeneidad de varianza (Prueba de Bartlett) y normalidad de los errores (Prueba de Shapiro-Wilks). Para el análisis de los datos se utilizó el software estadístico (InfoStat, 2020). En caso de existir diferencias significativas, se procederá a la comparación de

medias por medio de la prueba de Tukey al 5%.

3. Resultados y discusión

Consumo de Alimentos.

De las evidencias que se muestran en la tabla 2. en cuanto a esta variable se estableció que existe diferencias significativas ($\text{sig.} < 0,00$), en T2 se obtuvo un promedio de 1455,96 celdas de cría abierta, por otro lado, el T1 (tratamiento a base de harina de lenteja, harina de moringa y jarabe de azúcar 2:1) y el T0 (tratamiento testigo (sin alternativas suplementarias, obtención de alimento natural con la flora existente en el área) con promedios de 1276,94 y 792,02 celdas con cría abierta. Determinando de esta manera que la suplementación a base de harina de fréjol de palo, harina de algarrobo y jarabe de azúcar 1:1 (T2) tiene un mayor efecto positivo en la postura de reina.

Tabla 2. AB: Medias con letras diferentes en filas difieren significativamente ($\text{sig.} > 0,05$) Prueba de Tukey 5% para rendimiento de los núcleos con población (*Apis mellifera*)

Variables	T0	T1	T2	F	Sig.
PR	797,02 ^B	1276,94 ^{AB}	1455,96 ^A	9,36	0,00
PI	2,40 ^A	2,36 ^A	2,34 ^A	0,22	0,80
PF	1,08 ^B	2,74 ^A	2,80 ^A	9,17	0,00
AN	3 ^B	6 ^A	6 ^A	5,00	0,02
CA	-----	35,00 ^A	39,67 ^B	12,58	0,00

Fuente Elaboración propia

En la tabla 2. se observa las siguientes variables: AB: Medias con letras diferentes en filas difieren significativamente (sig.>0,05). PR: postura de la reina. PI: peso inicial (kg). PF: peso final(kg). AN: adaptación de los núcleos. CA: consumo de alternativas (g).

Por tal razón, se evidenció que el tratamiento T2 a base de harina de algarrobo, harina de frejol de palo y jarabe de azúcar 1:1 tuvo mayor aceptación, en tal sentido se sustenta porque estas harinas tienen en común que sus niveles de grasa son bajos, la harina de algarrobo contiene 11% y el frejol de palo un 26% de proteína.

Ganancia de peso

Con respecto a esta variable, en la tabla 2. se estableció que no existe

diferencias significativas (sig.<0,80) en tal sentido en T0 con un promedio de 2,40kg, T1 con 2,36kg y en T2 con promedio de 2,34kg.

Se puede observar en la variable de peso final que los datos difieren significativamente, esto es, el T2 demostró ser el mejor en rendimiento en cuanto al peso final de la población con un promedio de 2,80kg, por otro lado, el T1 con un promedio de 2,74kg fue igual de efectivo que el T2.

Por último, el T0 obtuvo un bajo rendimiento arrojando un promedio de 1,08kg de población, al comparar estas evidencias, se denota que están ciertamente conectadas con la variable adaptación de núcleos.

Tabla 3. Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk)

Shapiro wilk			
	Estadístico	Gl	Sig.
Postura de Reina	0,86	18	0,71
Peso inicial (Kg)	0,95	18	0,52
Peso final (Kg)	0,70	18	0,60
Adaptación de núcleo	0,46	18	0,60
Consumo de alimentos	0,16	12	0,78

Fuente Elaboración propia

En la tabla 3 se ilustra los resultados obtenidos de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para

evaluar la distribución de los datos. Se plantea que la significancia mayor a 0,05 deriva que los datos

proviene de una distribución normal.

En la prueba de homogeneidad se aplicó la prueba del test de KMO y prueba de Bartlett en donde se estipula: si $7 < 0$, entonces asumiendo

que M está distribuida aproximadamente como una distribución chi cuadrada, la prueba arroja muchos resultados significativos comprobándose lo establecido con la prueba que se refleja en la tabla 4.

Tabla 4. Prueba de Homogeneidad. KMO y prueba de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.	0,77
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado 53,83
	Gl 6
	Sig. 0,00

Fuente: Elaboración propia

Análisis de costo

Se compararon los costos de la materia prima utilizada en cada tratamiento, con respecto al T2 a base de harina de frejol de palo, harina de algarrobo y jarabe de azúcar 1:1 fue de 0,20ctvs cada una,

con un costo de tratamiento total durante toda la investigación de 9,65ctvs, es la más económica en relación con el T1, si bien es cierto que ambos mostraron efectividad en los rendimientos de los núcleos, el T2 es económico y a la vez influye positivamente.

Tabla 5. Costo por 50 gramos de tratamiento por suplemento

Materia prima	Unidad de medida	Costo unitario	T 1		T2	
			Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
H. Moringa	kg	8,00	15g	0,12	0	0,00
H. Lenteja	kg	2,00	6g	0,01	0	0,00
H. Algarrobo	kg	8,30	0	0,00	13g	0,11
H. frejol de palo	kg	3,40	0	0,00	5g	0,02
Levadura de cerveza	kg	3,50	0,5g	0,00	6g	0,02
Gelatina sin sabor	Lb	15,00	3g	0,05	0,5g	0,01
Canela molida	Lb	10,00	0,83g	0,01	0,83g	0,01
Jarabe de azúcar 1.1	Lt	1,35	0	0,00	24,52 ml	0,03
Jarabe de azúcar 2.1	Lt	1,40	24, 52ml	0,03	0	0,00
Promotor L.	Lt	28,00	0,15ml	0,00	0.15ml	0,00
Total de unidades Torta 50g				0,23		0,20

Fuente. Elaboración propia

Discusión

Se puede constatar que existen diferencias evidentes entre los grupos que recibieron las alternativas suplementarias y el grupo testigo en cuanto al número de celdas con cría abierta. Este hallazgo coincide con lo reportado por Montero et al. (2012), quienes señalan que, durante la época de invierno, si el apicultor no suministra alimentos artificiales a las colmenas, estas tienden a experimentar una marcada reducción en la producción de huevos, larvas, pupas y adultos.

Al finalizar la investigación, el tratamiento testigo (T0) presentó solo tres núcleos adaptados, mientras que los tratamientos T1 y T2 mostraron seis núcleos adaptados cada uno. Aviléz (2019) explica que cuando las fuentes de energía y proteína no son suficientes, las abejas no pueden generar reservas de miel y polen, lo cual afecta la cantidad de cría y el crecimiento poblacional, llegando incluso a la paralización o abandono de la colmena.

En un estudio llevado a cabo por Córdova en el año 2017 sobre la adaptación de enjambres nativos de abejas (Apis melífera), se

implementaron cuatro dietas de alimentación. Los resultados indicaron que el tratamiento T2, que incluyó una dosis de pasta de soya con azúcar, tuvo efectos positivos tanto en la productividad como en la reproducción, especialmente en lo referente a los patrones de postura (39,11), en comparación con el tratamiento T1, que se utilizó como grupo de control y presentó 11,34 patrones de postura. Además, se observó que los enjambres mostraron una mayor adaptación en el T2 (3,0 enjambres adaptados) en comparación con el T1 (0,0 enjambres adaptados) durante el periodo de investigación (Córdova 2017).

4. Conclusiones

La incorporación de alternativas suplementarias beneficia notablemente a las colonias de abejas (Apis mellifera), mejorando la producción, estimulando el crecimiento poblacional y contribuyendo a la calidad de la miel. Esta mejora económica para los apicultores se respalda con evidencia de estudio. Además, se destaca que una fuente proteica adecuada puede tener efectos

positivos en el bienestar y la salud de las abejas.

Al evaluar los tratamientos, se observa que la alternativa suplementaria basada en harina de algarrobo, harina de frejol de palo y jarabe de azúcar morena en proporción 1:1, muestra efectos positivos sobre los núcleos de población en iniciación, aumentando y manteniendo la postura de la reina incluso en periodos invernales.

En términos de productividad, se evidencia que el tratamiento sin suplementación (T0) resulta en un bajo desarrollo y adaptabilidad de los núcleos de población, especialmente durante la época invernal. Por el contrario, las alternativas suplementarias demuestran ser efectivas en el peso de la colmena y la adaptación de la población en estos núcleos.

En cuanto al análisis económico, el tratamiento que incluye torta de harina de algarrobo, harina de frijol de palo, jarabe de azúcar morena, gelatina sin sabor y levadura de cerveza (T2) destaca por su menor costo económico y su alto rendimiento, con un 79% en consumo de alimento y un aumento

del 19% en la población, lo que lo convierte en la opción más rentable.

Estos resultados subrayan la importancia para los apicultores de implementar alternativas suplementarias, especialmente durante la época invernal, para mejorar la producción de miel y sus derivados, dada la escasez de alimentos naturales para las abejas durante este período.

Bibliografía

- Álava Loor, M. C., & Vélez Ormaza, K. E. (2022). *Implementación de alternativas suplementarias energético-proteicas y su efecto en colmenas de abejas (Apis mellifera)* (Tesis de pregrado). ESPAM MFL, Calceta, Ecuador.
- Aviléz Rendón, Y. E. (2019). *Suplementación proteica para el mantenimiento y fortalecimiento a las colmenas de abejas (Apis mellifera)* (Trabajo de grado).
- Borbor, J. (2015). *Respuestas de las abejas (Apis mellifera) a diferentes alternativas de alimentación en la comuna de Olón, provincia Santa Elena* (Tesis de pregrado). Universidad Estatal Península de Santa Elena.

- 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.
- Córdova Muicela, V. E. (2017). *Evaluación de fuentes proteicas en la alimentación de las abejas (Apis mellifera)* (Trabajo de grado).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2019). *Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture – the international response*. <https://www.fao.org/documents/card/en?details=CA4657ES>
- Gómez, A. V., & Angulo, K. J. O. (2014). Revisión de las características y usos de la planta Moringa oleífera. *Investigación & Desarrollo*, 22(2), 309–330.
- Google Earth. (2020). *Coordenadas geográficas del sitio Las Delicias, Calceta*. <https://earth.google.com>
- Imran, S. M., Shao, G. N., & Kim, H. (2016). Sugar-based feed formulations and their effect on honeybee nutrition. *ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092633731500346X>
- InfoStat. (2020). *InfoStat versión 2020*. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <https://www.infostat.com.ar>
- Liu, J., Wan, P., Xie, C., & Chen, D. W. (2024). Brown sugar aroma: Key aroma-active compounds, formation mechanisms and influencing factors during processing. *Journal of Food Composition and Analysis*, 106076.
- López Barriagán, C. A. (2013). *Proyecto de factibilidad para la producción de azúcar morena en la parroquia de Balsapamba del cantón San Miguel de la provincia Bolívar* (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador.
- Microsoft Corporation. (2019). *Microsoft Excel (versión 2019)* [Hoja de cálculo]. <https://www.microsoft.com>
- Montero, A., Martos, A., & Chura, J. (2012). Dietas artificiales en la crianza de la abeja melífera, *Apis mellifera* L. *Revista La Molina*, 1(73). <https://n9.cl/mzyg8>
- Montoya, B., Baca, A., & Gamboa, B. (2017). *Flora melífera y su oferta de recursos en cinco veredas del municipio de Piendamó, Cauca*. <https://n9.cl/rcdx0>

- Núñez-Torres, O. P., Almeida-Secaira, R. I., Rosero-Peñaherrera, M. A., & Lozada-Salcedo, E. E. (2017). Fortalecimiento del rendimiento de abejas (*Apis mellifera*) alimentadas con fuentes proteicas. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 4(2), 95–103.
- Philippe, J. (2009). *Guía del apicultor* (1.^a ed.). Mundi-Prensa.
- Prost, J., & Medori, P. (1981). *Apicultura: Conocimiento de la abeja y manejo de colmena*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Quilambaqui, M., García, J. S., Valladares, L. C., Gaibor, N. M., & Ortíz, G. Z. (2017). *Diagnóstico de la producción agroindustrial de la miel de abeja en cuatro localidades rurales del Ecuador*. En Global Partnerships for Development and Engineering Education: Proceedings of the 15th LACCEI International Multi-Conference (p. 370). Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions.
- Sánchez, J. (2016). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa procesadora y comercializadora de harina de algarroba, en la ciudad de Loja. Loja, Ecuador*. <https://n9.cl/q0om9>
- Tabasco, L. (2013). *Propiedades de la harina de algarroba*. <https://n9.cl/byx7d>
- Vásquez, R., Ballesteros, H., Castañeda, S., Riveros, L., Ortega, C., & Calvo, N. (2011). *Polinización dirigida con abejas *Apis mellifera*: Tecnología para el mejoramiento de la producción de cultivos con potencial exportador*. Bogotá: Corpoica