

Alimentación suplementaria alternativa de *Apis mellifera* L. durante la época de escasez en Yucatán, México

Alternative supplemental feeding of *Apis mellifera* L. during the time of shortage in Yucatán, México

Jorge Ismael Tucuch-Haas¹ ,
María Alma Rangel-Fajardo¹ ,
Fernando Casanova-Lugo² ,
Esaú Ruíz-Sánchez³ ,
Fernando Utrera-Quintana⁴ ,
Cesar Jacier Tucuch-Haas^{5*} ,
Johnny Abraham Burgos-Díaz¹ 

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Mocochoá. km 25 antigua carretera Mérida-Motul. CP. 97454. Mocochoá, Yucatán, México.

²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Carretera Chetumal-Escárcega Km 21.5, Ejido Juan Sarabia, CP. 77965. Othón P. Blanco Quintana Roo, México.

³Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Conkal, Avenida Tecnológico s/n, CP. 97345. Conkal, Yucatán, México.

⁴Benemerita Universidad Autónoma de Puebla-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Carretera Cañada Morelos km 7.5, El Salado Tecamachalco, Puebla, México.

⁵Instituto Tecnológico Superior del Sur del estado de Yucatán, carretera Muna-Felipe Carrillo Puerto Tramo Oxkutzcab-Akíl, km. 41+400 Oxkutzcab, CP. 97880. Oxkutzcab, Yucatán, México.

* Autor de correspondencia:
cesar_5204@hotmail.com

Artículo científico

Recibido: 26 de mayo 2020

Aceptado: 20 de noviembre 2020

Como citar: Tucuch-Haas JI, Rangel-Fajardo MA, Casanova-Lugo F, Ruíz-Sánchez E, Utrera-Quintana F, Tucuch-Haas CJ, Burgos-Díaz JA (2020) Alimentación suplementaria alternativa de *Apis mellifera* L. durante la época de escasez en Yucatán, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 7(3): e2601. DOI: 10.19136/era.a7n3.2601

RESUMEN. La apicultura es una de las actividades sobresalientes a nivel mundial, sin embargo, la época de escasez de néctar y polen afecta negativamente las condiciones de las colonias; ante tal situación, el presente trabajo, tuvo como objetivo evaluar jarabes proteicos obtenido de hojas de chaya (*Cnidioscolus aconitifolius* Mill I. M. Johns), moringa (*Moringa oleífera* L.) y semillas de ramón (*Brosimum alicastrum* Swarts) adicionadas en dosis de 10, 25 y 50 g al jarabe de azúcar en proporción 1:1 (p/v). Se registró la aceptación, ganancia de peso, número de abejas, número de celdas con cría operculada, néctar-miel y polen. Los datos se recabaron mediante un diseño bloques completamente al azar con un arreglo factorial 3x4. El jarabe de *B. alicastrum*, tuvo una aceptación de 99.9%, seguido de *C. aconitifolius* y *M. oleífera*, con un 91.7 y 83.4% respectivamente, en la ganancia de peso, *B. alicastrum* gana 0.87 ± 0.14 kg, seguido de *C. aconitifolius* y *M. oleífera*, con 0.3 ± 0.17 y -0.4 ± 0.11 kg respectivamente, de igual forma *B. alicastrum* presentó la mejor respuesta para las variables, número de abejas (1021.64), celdas con cría (499.69) y celdas con néctar-miel (515.22), superando a *C. aconitifolius* (791.33 abejas, 125.88 cría y 299.88 néctar-miel) y *M. oleífera* (805.08 abejas, 240.11 cría y 305.45 néctar-miel); se concluye que el jarabe adicionado con 25 g de *B. alicastrum* fue la mejor combinación y puede ser utilizado como una alternativa eficiente en la alimentación suplementaria de las abejas melíferas durante la época de escasez.

Palabras clave: Abejas, *Brosimum alicastrum*, *Cnidioscolus aconitifolius*, *Moringa oleífera*, Yucatán.

ABSTRACT. Beekeeping is one of the outstanding activities worldwide, however, the time of shortage of nectar and pollen negatively affects the conditions of the colonies; In view of this situation, the present work aimed to evaluate protein syrups obtained from chaya leaves (*Cnidioscolus aconitifolius* Mill IM Johns), moringa (*Moringa oleífera* L.) and ramón seeds (*Brosimum alicastrum* Swarts) added in doses of 10, 25 and 50 g of sugar syrup in a 1: 1 ratio (p / v). Acceptance, weight gain, number of bees, number of cells with capped brood, nectar-honey and pollen were recorded. Data were collected using a completely randomized blocks design with a 3x4 factorial arrangement. The *B. alicastrum* syrup had an acceptance of 99.9%, followed by *C. aconitifolius* and *M. oleífera*, with 91.7 and 83.4% respectively, in weight gain, *B. alicastrum* gained 0.87 ± 0.14 kg, followed by *C. aconitifolius* and *M. oleífera*, with 0.3 ± 0.17 and -0.4 ± 0.11 kg respectively, in the same way *B. alicastrum* presented the best response for the variables, number of bees (1021.64), cells with brood (499.69) and cells with nectar. -Honey (515.22), surpassing *C. aconitifolius* (791.33 bees, 125.88 brood and 299.88 nectar-honey) and *M. oleífera* (805.08 bees, 240.11 brood and 305.45 nectar-honey); It is concluded that the syrup added with 25 g of *B. alicastrum* was the best combination and can be used as an efficient alternative in the supplementary feeding of honey bees during the lean season.

Key words: Bees, *Brosimum alicastrum*, *Cnidioscolus aconitifolius*, *Moringa oleífera*, Yucatán.

INTRODUCCIÓN

La apicultura es una de las actividades más sobresalientes a nivel mundial (Magaña-Magaña *et al.* 2016), dado que la miel y los subproductos derivados de las colonias, son usados y comercializados en varios países (Magaña-Magaña *et al.* 2016, 2017). La miel de cada región posee propiedades únicas y es considerada como uno de los alimentos más nutritivos, por su alto contenido en vitaminas, sales minerales y azúcares de fácil digestión (Cabezas-Zabala *et al.* 2016).

En México, la producción apícola es una actividad relevante, debido a que es una fuente de empleo en las zonas rurales (Magaña-Magaña *et al.* 2017). Pero el deterioro del medio ambiente, el cambio climático y el uso indiscriminado de herbicidas, ha ocasionado modificaciones en los eventos florísticos de cada región, ocasionando la escasez de néctar y polen en el campo (Solignac *et al.* 2014). Siendo estos los elementos que proporcionan los nutrientes principales para el desarrollo apropiado de las colonias de abejas (Very 2020). La falta de estos elementos en la dieta de las colonias de abejas, ocasiona estrés alimenticio, principal causa de la presencia de enfermedades o el abandono del nido (Núñez-Torres *et al.* 2017). Por lo anterior, es importante suministrar alimentación suplementaria, con fuentes energéticas y proteicas que garanticen el mantenimiento y la sobrevivencia de las colonias durante la época de escasez y evitar el despoblamiento o enjambrazón de la colonia (Li *et al.* 2012, Medina-Flores *et al.* 2018).

Entre las fuentes de alimentación suplementaria más usadas, se encuentra el jarabe de agua con azúcar de caña elaborado en proporción 1:1 (Haber *et al.* 2019), que le proporciona a las abejas el requerimiento energético. Para la suplementación de proteína se usa la harina de soya y/o levadura de cerveza (Núñez-Torres *et al.* 2017) en forma de torta que es aprovechada por las abejas obreras para la alimentación de las larvas y para producir jalea real para alimentar a la abeja reina y estimular la postura de huevos (Medina-Flores *et al.* 2018). Por lo que los suplementos energéticos y proteicos son necesarios para incrementar las poblaciones de abejas obreras

con el objetivo de tener un mejor aprovechamiento de los eventos esporádicos de floración, teniendo mayor rendimiento en la captación de néctar y polen, además de contribuir a una mejor polinización de diversas especies vegetales (Nates-Parra 2016). Pero la mayoría de los apicultores que ofrecen alimentación suplementaria, solamente utilizan jarabe de agua con azúcar, sin una fuente de proteína, debido al costo adicional que esto les genera (Medina-Flores *et al.* 2018). Además, en las zonas rurales o alejadas de la ciudad se dificulta la adquisición de tortas proteicas comerciales, ya que las empresas de productos apícolas se encuentran fuera de su alcance, tanto geográfica como económicamente (Magaña-Magaña *et al.* 2017). Ante esta situación y tomando en cuenta lo antes mencionado, es necesario evaluar nuevas alternativas de alimentación proteica, disponibles y económicas, que cumplan con los requerimientos nutricionales de las colonias de abejas, como las que comúnmente se encuentran en la península de Yucatán, usando hojas de chaya (*Cnidioscolus aconitifolius* Mill I. M. Johns), moringa (*Moringa oleifera* L.) y semillas de ramón (*Brosimum alicastrum* Swarts), plantas que se encuentran ampliamente disponibles en los patios, solares y montes de la península de Yucatán (Fernández *et al.* 2020). Por tal motivo, la presente investigación, tuvo como objetivo, evaluar fuentes alternativas de proteína que favorezcan el mantenimiento y desarrollo de la población de abejas melíferas durante la época de escasez de néctar y polen en el campo, utilizando jarabe de azúcar de caña adicionados con material deshidratado de hojas de *C. aconitifolius*, *M. oleifera* y semillas molidas de *B. alicastrum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se realizó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en la antigua carretera Mérida-Motul km 25, en el municipio de Mocochoá, Yucatán, México, cuyas coordenadas geográficas son: 21° 06' 00" LN y 89° 27' 00" LO. El clima de la región es tipo *Aw0 (i)*, considerado como el más seco o

menos húmedo de los climas cálidos-subhúmedos con lluvias en verano, con una precipitación media anual de 984.4 mm y una temperatura media de 26.8 °C (García 2004).

Preparación del material vegetal utilizado

Se recolectaron hojas verdes y frescas de *C. aconitifolius*, *M. oleífera* y semilla maduras de *B. alicastrum* en los municipios de Oxkutzcab, Muna, Tekit y Halachó, que se localizan en el sur, centro y sureste del estado de Yucatán, el material recolectado se trasladó al campo experimental Mocochoá, donde se realizó la limpieza del mismo mediante la selección y eliminación de hojas, semillas o partes con presencia de alguna plaga, daño o enfermedad. Las hojas se colocaron en charolas de aluminio para secarlas en un horno marca BLUEM[®], modelo 0V-490A-2, ajustado a temperatura constante de 60 °C, durante 24 h. Una vez deshidratadas, se trituraron en un molino eléctrico (IKA Works, inc., modelo M20 S3), hasta que se obtuvo un polvo fino (2.5 µm). Para las semillas de *B. alicastrum*, se eliminó la testa y se colocaron en un recipiente con un litro de agua para su cocimiento en una estufa estándar de cocina marca Flama[®] por tiempo suficiente para alcanzar una consistencia suave, posteriormente se dejó enfriar para luego proceder a molerlo con un molino manual marca Rey[®] hasta dejarlo en forma de pasta. Los polvos y la pasta se almacenaron en frascos de plástico previamente etiquetados para su identificación, los materiales pulverizados se conservaron a temperatura ambiente (30 ± 3 °C) y la pasta en refrigeración a temperatura de 4 °C en un refrigerador marca Mabe[®] modelo RMA1025VMX para su conservación y uso posterior, como lo sugiere Montoya et al. (2019). Previo al almacenamiento, a cada fuente proteica se le realizó un análisis químico para conocer el porcentaje de proteína cruda y cenizas (Tabla 1)

Colonias experimentales

Se utilizaron 12 núcleos de abejas melíferas africanizadas alojadas en colmenas-núcleo tipo Langstroth de cuatro bastidores, todas con reinas de la misma madre (fecundación libre), generación, origen (africanizada) y con dos meses de edad. Los

núcleos se establecieron en un apiario ubicado dentro los terrenos del centro experimental Mocochoá del INIFAP, en el mes de junio, época del año en que se registra el menor flujo de néctar y polen de manera natural en campo en la zona. Los núcleos con abejas se homogenizaron en igual número de bastidores con abejas adultas y reservas de alimento (miel y polen), para que todos los núcleos se encontraran en las mismas condiciones al inicio del experimento.

Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron las cantidades de 10, 25 y 50 g de polvo de hojas *C. aconitifolius*, *M. oleífera* y masa de semilla de *B. alicastrum* adicionados al jarabe de agua con azúcar de caña 1:1 (p/v) y un control con jarabe de azúcar en la misma proporción (1:1). Los tratamientos y sus claves para cada dosis se observan en la Tabla 1.

Diseño experimental, variables y alimentación de núcleos

Se usó un diseño completamente al azar bajo un arreglo factorial 3 x 4, tres fuentes proteicas (*C. aconitifolius*, *M. oleífera* y *B. alicastrum*) a cuatro niveles (0, 10, 25 y 50 g). Para las variables aceptación del suplemento y ganancia de peso, se utilizó un núcleo completo (cuatro bastidores) como unidad experimental con tres repeticiones; mientras que para las variables, número de abejas sobre los bastidores, número de celdas con cría operculada, néctar-miel y polen, se tomó un bastidor (ambas caras) como unidad experimental, con un total de 12 repeticiones. Las colonias experimentales se alimentaron cada semana con 0.5 L de jarabe de azúcar (1:1 p/v) adicionado con los tratamientos, usando alimentadores tipo Doolittle por 12 semanas.

Para determinar la aceptación de cada suplemento alternativo proteico, se registró el consumo del suplemento cuatro días después de su suministro, mediante la diferencia de la cantidad de suministro (0.5 L) y de rechazo, medidas con una pipeta de 100 mL y una perilla de 3 puntos, dichos valores se registraron semanalmente durante un periodo de tres meses, mientras que para la ganancia de peso, después de la homogenización y antes de la primera

Tabla 1. Análisis químico y grupo de tratamientos con sus claves de cada planta con sus diferentes dosis.

Material vegetal	P.C. (%)	Cenizas	Tratamientos			
<i>C. aconitifolius</i> (CH)	20.17	14.23	CH0	CH10	CH25	CH50
<i>M. oleifera</i> (MO)	16.69	10.28	MO0	MO10	MO25	MO50
<i>B. alicastrum</i> (RA)	12.59	9.6	RA0	RA10	RA25	RA25

P.C.: Proteína cruda, CH: Hojas de chaya, MO: Hojas de moringa, RA: Semillas de ramón, contenido de 0, 10, 25 y 50 g del material vegetal.

alimentación, se tomó el peso inicial de cada núcleo (0 días) y luego a los 45 y 90 días después de aplicar los tratamientos, con el apoyo de una báscula digital marca Torrey (grado de sensibilidad de 1 kg). El peso ganado por cada núcleo se obtuvo por diferencia de peso y el pesaje se realizó por la tarde-noche, para asegurar que la mayoría de las abejas estuvieran dentro de la colmena. Para las variables, número de abejas sobre los bastidores, número de celdas con cría operculada, con néctar-miel y con polen, se realizó una medición inicial (0 días), intermedia (45 días) y final (90 días) después de aplicar los tratamientos correspondientes. La medición se realizó al introducir, uno por uno, los cuatro bastidores de cada núcleo dentro de un marco-cesta con la capacidad de contener un bastidor tamaño Langstroth (compuesto por 50 cuadrículas de 5 x 5 cm) y fotografiar por ambos lados (A y B) cada panal con una cámara digital, marca Nikon® modelo D3200 y almacenadas en una computadora, hasta la evaluación, previa clasificación por fecha y tratamiento. En cada imagen fotográfica se contó el número total de celdas con presencia de cría operculada, polen y néctar-miel contenidas en cada cuadrícula y se obtuvo la cantidad total de estas variables por cada bastidor. La población de abejas adultas sobre los panales se determinó contando el número de abejas en 25 cm². Con ayuda de los cuadrantes de 5 x 5 cm del marco-cesta, se midió la superficie de un panal cubierto con abejas, y con estos datos y fotografías, se contó el número total de las abejas posadas en cada cuadrante y cada panal.

Análisis estadístico

Los datos recabados se evaluaron mediante análisis de varianza y las medias se compararon con la prueba de Tukey a una probabilidad del 5% usando

el procedimiento PROC GLM del programa SAS (SAS 2016).

RESULTADOS

La aceptación del alimento con los tratamientos tuvo diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$), las semillas de *B. alicastrum* presentaron los mejores resultados con un 99.9% de aceptación, seguido de las hojas de *C. aconitifolius* y *M. oleifera*, con un 91.7 y un 83.4%, respectivamente. En cuanto a las cantidades, la dosis proteica con más aceptación fue la de 10 g (94.3%), seguido de 25 y 50 g (88.4 y 83.9% respectivamente), sin importar el material vegetal usado, con tendencia a disminuir la aceptación con el incremento de la concentración (Tabla 2). Por otro lado, los tratamientos de *B. alicastrum* y *C. aconitifolius* influyeron de forma positiva en la ganancia de peso (0.87 ± 0.14 y 0.3 ± 0.17 kg, respectivamente), caso contrario ocurrió con *M. oleifera* que perdió peso en comparación con el dato inicial (-0.4 ± 0.03 kg), al igual que el testigo (Tabla 3).

Para el resto de las variables, también se encontraron diferencias ($p \leq 0.05$), ya que las colonias que fueron alimentadas con semilla de *B. alicastrum*, presentaron la mayor respuesta para celdas con presencia de miel (515.22 celdas) y población adulta (1,021.64 abejas adultas), superando a *M. oleifera* (305.45 celdas y 805.08 abejas adultas) y *C. aconitifolius* (299.88 celdas y 791.33 abejas adultas), mientras que entre el jarabe de *C. aconitifolius* y *M. oleifera* sólo hubo diferencias en los valores del número de celdas con cría y con polen, donde sobresale *M. oleifera* (Tabla 2).

En lo que respecta a la respuesta de las variables del tratamiento con diferentes dosis de *C. a-*

Tabla 2. Efecto en el desarrollo poblacional de los núcleos de *A. mellifera* y reservas de alimento con suministro de diferentes dosis de alimentación suplementaria durante la época de escasez. Elaborado a base de hoja de *C. aconitifolius*, *M. oleífera*, semilla de *B. alicastrum* y jarabe de agua con azúcar de caña.

Factor	Aceptación	Abejas	Celdas con cría	Celdas con miel	Celdas con polen	
Fuente de proteína (FP)	(%)	Número				
<i>C. aconitifolius</i>	91.7 ^b	791.33 ^b	125.88 ^c	299.88 ^b	231.97 ^b	
<i>M. oleífera</i>	83.4 ^c	805.08 ^b	240.11 ^b	305.45 ^b	347.67 ^a	
<i>B. alicastrum</i>	99.9 ^a	1021.64 ^a	499.69 ^a	515.22 ^a	33.81 ^{ab}	
DMS	1.15	122.01	99.6	87.23	102	
Dosis (D)						
0	100.0 ^a	746.22 ^b	160.3 ^b	230.56 ^b	249.07 ^b	
10	94.3 ^b	897.48 ^{ab}	311.25 ^a	491.44 ^a	252.81 ^b	
25	88.4 ^c	980.70 ^a	398.96 ^a	465.41 ^a	461.22 ^a	
50	83.9 ^d	866.33 ^{ab}	283.70 ^{ab}	306.66 ^b	254.81 ^b	
DMS	1.45	155.63	127.05	111.27	130.11	
(FP) x (D)						
FP	D					
Testigo	0	100 ^a	746.22 ^{bcd}	160.33 ^b	230.56 ^d	249.11 ^c
<i>C. aconitifolius</i>	10	95.8 ^b	951.45 ^{abc}	182.41 ^b	530.89 ^{ab}	205.44 ^c
<i>C. aconitifolius</i>	25	88.0 ^c	410.44 ^d	101.66 ^b	187.55 ^d	166.89 ^c
<i>C. aconitifolius</i>	50	83.1 ^c	1057.22 ^{ab}	59.11 ^b	250.52 ^{dc}	306.55 ^{bc}
Testigo	0	100 ^a	746.22 ^{bcd}	160.3 ^b	230.56 ^b	249.11 ^c
<i>M. oleífera</i>	10	87.3 ^c	632.78 ^{cd}	157.55 ^b	359.00 ^{bcd}	372.89 ^{abc}
<i>M. oleífera</i>	25	77.3 ^e	1290.89 ^a	496.33 ^a	493.59 ^{abc}	653.22 ^a
<i>M. oleífera</i>	50	69 ^f	550.44 ^d	146.22 ^b	138.57 ^d	115.44 ^c
Testigo	0	100 ^a	746.22 ^{bcd}	160.3 ^a	230.56 ^d	249.11 ^c
<i>B. alicastrum</i>	10	100 ^a	1108.22 ^a	593.78 ^a	584.44 ^{ab}	180.22 ^c
<i>B. alicastrum</i>	25	100 ^a	1240.78 ^a	645.78 ^a	715.11 ^a	563.56 ^{ab}
<i>B. alicastrum</i>	50	99.7 ^a	991.33 ^{ab}	598.89 ^a	530.78 ^{ab}	342.45 ^{bc}
DMS		3.22	352.32	287.62	251.9	294.55

FP = fuente de proteína, N° = número, D = dosis, DMS: diferencia mínima significativa. Medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$) de acuerdo con la prueba de Tukey.

Tabla 3. Respuesta en ganancia de peso de los núcleos por efecto de la alimentación con jarabes de diferentes fuentes proteicas.

Tratamientos	(g)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganancia de peso (kg)	**Peso promedio (kg)
<i>C. aconitifolius</i>	10	8.5	9.1	0.6	0.3 ± 0.17
	25	8.7	9	0.3	
	50	8.9	8.9	0	
<i>M. oleífera</i>	10	8.9	8.7	-0.2	-0.4 ± 0.11
	25	9	8.6	-0.4	
	50	8.6	8	-0.6	
<i>B. alicastrum</i>	10	9	10.1	1.1	0.87 ± 0.14
	25	8.7	9.6	0.9	
	50	8.8	9.4	0.6	
Testigo	0	8.8	8.3	-0.5	-0.47 ± 0.03
	0	8.9	8.5	-0.4	
	0	8.7	8.2	-0.5	

Testigo = Alimento con jarabe de agua con azúcar de caña (1:1 p/v), **Los valores corresponden al promedio de tres datos ± error estándar.

conitifolius se observaron algunas diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). El número de abejas so-

bre los panales aumento 41.67% con la dosis de 50 g con respecto al testigo (0 g), mientras que el

número de celdas con cría operculada se mantuvo sin diferencias estadísticas en todas las dosis de este tratamiento y el acopio de néctar-miel se vio favorecida con la dosis de 10 g ($p \leq 0.05$) duplicando el número de celdas llenas con respecto al testigo, en este mismo sentido el número de celdas con polen con la dosis de 50 g incrementó un 23.06% con respecto al testigo (Tabla 2).

Por otro lado, el suministro de *M. oleífera* a dosis de 25 g presentó diferencias ($p \leq 0.05$), al incrementar la población de adultos hasta un 72.99% con respecto al control (0 g), mientras que las proporciones por debajo o encima de esta, no impactan en la población de adultos cuando se compara con el control (0 g), en este mismo sentido 25 g de *M. oleífera* se vio favorecido en número de celdas con crías con 210.20%, mientras que con las dosis de 10 y 50 g se tuvo un efecto negativo, con valores menores que el control (0 g), para las variables de celdas con néctar-miel y celdas con polen no se encontraron diferencias ($p \leq 0.05$), pero se observó un ligero incremento en la dosis de 25 g con respecto a las otras dosis (Tabla 2).

Para *B. alicastrum* se encontraron diferencias ($p \leq 0.05$); el número de abejas en el bastidor registró un aumento del 66.27% con la dosis de 25 g con respecto al control, mientras que con las dosis 10 y 50 g, no se observaron diferencias estadísticamente. Para la ocupación de celdas con crías no se encontraron diferencias ($p \leq 0.05$) entre las dosis evaluadas, sin embargo, para esta variable que registró un aumento del 270.41% cuando se suministró la dosis de 10 g y con dosis superiores el impacto fue mínimo. En cuanto al número de celdas con néctar-miel se encontraron diferencias entre el testigo (0 g) y la dosis de 25 g ($p \leq 0.05$), mientras que para las celdas ocupadas con polen no se encontró diferencias ($p \leq 0.05$), sin embargo, se tuvo un aumento del 126.22% con la proporción de 25 g ($p \leq 0.05$) superando a 10 y 50 g (Tabla 2).

DISCUSIÓN

La alimentación suplementaria durante la época de escasez es de suma importancia (Medina-

Flores *et al.* 2019), ya que la falta de néctar y polen de manera natural en el campo afecta de forma severa el desarrollo poblacional de las abejas (Semkiw y Skuvida 2016). Los resultados demuestran que las colonias de abejas alimentadas con jarabe energético-proteicas ganaron peso (1.1 kg), pero pierden de peso (0.47 kg) cuando solo se les ofrece jarabe de azúcar de caña, resultados que concuerdan con Núñez-Torres *et al.* (2017) quienes reportan que las colonias de abejas pierden peso (1.07 kg) cuando solo se les ofrece jarabe de azúcar. Son pocos los trabajos que hacen referencia a la alimentación suplementaria alternativa de abejas con fuentes proteicas a base de hojas y semillas, por lo que este trabajo es el primer reporte del uso de *C. aconitifolius*, *M. oleífera* y *B. alicastrum* en jarabe, como suplemento de alimentación alternativo en la apicultura, ya que la mayor parte de los trabajos se han enfocado en el estudio de la utilización como forraje en rumiantes y aves de traspatio (Rojas-Schroeder *et al.* 2017, Pérez *et al.* 2018). Con los resultados obtenidos, es evidente la aceptación y ganancia de peso en núcleos de abejas melíferas alimentadas con *C. aconitifolius*, lo que concuerda con un estudio realizado en peces, con dieta alimenticia de hojas de *C. aconitifolius*, en el que se reporta ganancia de peso con el tratamiento de 50 y 0% de *C. aconitifolius* de 280.97 ± 21.6 y 190.96 ± 3.4 g, respectivamente (Poot-López *et al.* 2012), y sugieren que este efecto podría deberse al alto valor de energía metabolizable aparente (42.1% y 1 946 Kcal kg^{-1} de materia seca) que proporcionan las hojas de esta especie (Casanova-Lugo *et al.* 2018). En este mismo sentido, Sarmiento-Franco *et al.* (2002) reportan que en pollos de un día de edad aumenta el peso y la ingesta de alimentos cuando se les proporciona 150 g de harina de *C. aconitifolius* por kilogramo de dieta comercial. Por otro lado, Casanova-Lugo *et al.* (2018) reportan que *M. oleífera* destaca por sus múltiples usos y adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas, siendo una opción para la alimentación animal, sobre todo en los países tropicales y del caribe. Además es una especie con alta producción de biomasa (25.8 t ha^{-1} al año), las hojas cuentan con alto contenido de proteína (6 700 mg 100 g^{-1}), vitamina A, C, Calcio y

Potasio (1130, 220, 440 y 259 mg 100 g⁻¹, respectivamente), que lo hace aceptable para la dieta animal, como se ha demostrado en bovinos, caprinos, aves, peces y cerdos para la ganancia de peso (Casanova-Lugo *et al.* 2018, Debbie *et al.* 2019). Pero no hay reportes del uso de las hojas de *M. oleifera* como alimento para insectos y mucho menos para abejas, el único reporte en México del uso de harina de *M. oleifera* se encontró en la sustitución del 20% de la proteína en lugar de la harina de sardina, sin afectar el crecimiento de tilapias, con digestibilidad del 89% (Rivas-Vega *et al.* 2012). En este mismo sentido, en Nicaragua se reportan resultados favorables con la utilización de mezclas de hojas de *M. oleifera* y paja de caña de azúcar como suplemento alimenticio para la alimentación de ganado vacuno (Pérez *et al.* 2018), de igual manera se reporta 100% de aceptación cuando se usa suplementación alimenticia con hojas de *M. oleifera* en la acuicultura y piscicultura (Rivas-vega *et al.* 2012). Pero los resultados de Reyes-Sánchez *et al.* (2018) difieren de los resultados obtenidos en el presente trabajo, al reportar que el suministro del 30% de hojas de *M. oleifera* en el concentrado comercial de cobayos (*Cavia porcellus* L.) no presenta ganancia de peso, sobre lo mismo Paguia *et al.* (2014) reportan que no observaron efectos significativos ($p > 0.05$) en el crecimiento de pollos cuando a la dieta diaria se le incluyó harina de *M. oleifera* en concentraciones de 1, 2, 3, 4 y 5 g en respecto al control. Sobre el contenido de proteína de hojas de *M. oleifera* Guzmán-Maldonado *et al.* (2015) reportan contenidos del 24.7%, con altas cantidades de hierro (32.1 ± 1.3 mg 100 g⁻¹) y calcio ($4\ 630 \pm 63$ mg 100 g⁻¹) en muestras mexicanas, mientras que en muestras comerciales provenientes de Pakistán se reportan contenido del 27.1%, de África 30.3% y Nicaragua 25.1% de proteína. A la semilla o nuez de *B. alicastrum*, se le adjudican usos como forraje (Fernández *et al.* 2020) y alimento para humanos (García *et al.* 2017), mientras que Ramírez-Sánchez *et al.* (2017) mencionan que la semilla de *B. alicastrum*, es una alternativa con alto valor proteínico para la formulación de dietas alimenticias. Por otro lado, Ozer (2017) demuestra que la semilla de *B. alicastrum* posee características fenólicas y fuertes

capacidades para la eliminación de radicales libres, debido a estas características, se demuestra que los fenoles presentes en la semilla de *B. alicastrum* influyen de forma positiva en la ganancia de peso y en las etapas de desarrollo de *A. mellifera*. Estas características puede ser una razón por la que se tuvo el 99.9% de aceptación, lo que coincide con los resultados reportados por Rojas-Schroeder *et al.* (2017), quienes reportan aceptación del 100% de la semilla de *B. alicastrum* en la alimentación de ganado. Las colonias que fueron alimentadas con jarabe de *B. alicastrum*, demostró un efecto positivo en el número de abejas en el bastidor (1240.78), número de celdas con cría operculada (645.78) y número de celdas con néctar-miel (715.11). Favoreciendo el desarrollo poblacional de las colonias, lo que concuerda con otro estudio en donde el efecto de la alimentación suplementaria presenta mayor área de cría operculada y mayor población de abejas adultas, en comparación con colmenas sin alimentación suplementaria (Medina-Flores *et al.* 2018). De igual manera Solignac *et al.* (2014) reportaron resultados positivos en la parte productiva y reproductiva cuando alimentaron enjambres con tortas proteicas en comparación con colonias sin alimentación, lo que demuestra que la alimentación alternativa mejora la postura de la reina durante la escasez de alimento. Al respecto, Núñez-Torres *et al.* (2017) recomiendan realizar la alimentación alternativa a base de sustituto de polen, debido a que las colonias en tratamiento, mejoran la postura de la reina (84 310 huevos), aumentan la población (0.4133 kg) y la producción de polen (1 271 g) en comparación con el control. Lo que mantiene a las colonias sanas, fuertes y se evitan ataques de plagas, enfermedades y a enjambrar (Montero *et al.* 2012).

CONCLUSIONES

Para la región donde se realizó el trabajo y bajo las condiciones experimentales utilizadas, la alimentación suplementaria alternativa con jarabe de azúcar de caña en dosis de 25 g de pasta de semilla de ramón (*B. alicastrum* S.), aumenta la ganancia de

peso de los núcleos y la población de abejas adultas, al mismo tiempo que estimula la postura de la reina. En futuros trabajos se requiere confirmar si estos mismos efectos se obtienen con colonias comple-

tas y se llega a la producción final de miel, para tener nuevas y mejores alternativas de alimentación suplementaria de las abejas melíferas durante las épocas de escasez de néctar y polen en campo.

LITERATURA CITADA

- Cabezas-Zabala CC, Hernández-Torres BC, Vargas-Zárate M (2016) Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista de la Facultad de Medicina* 64: 319-329.
- Casanova-Lugo F, Cetzal-Ix W, Díaz-Echeverría VF, Chay-Canul AJ, Oros-Ortega I, Piñeiro-Vázquez AT, González-Valdivia NA (2018) *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae): Árbol exótico con gran potencial para la ganadería ecológica en el trópico. *Agroproductividad* 11: 100-106.
- Debbie CG, Lozano NVA, Yucailla VA (2019) Determinación de valores hematológicos en cabras criollas suplementadas con *Moringa oleifera* Lam ubicados en el bosque deciduo de tierras bajas. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología* 8: 180-191.
- Fernández AS, Pérez CG, Ortega JB, Pech ZG H, Castillo JE, Saavedra AL (2020) *Brosimum alicastrum* Swartz como alternativa para la reconversión productiva de áreas agrosilvopastoriles en Campeche. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 11: 51-61.
- García CO, Roque AC, Méndez MA (2017) Aprovechamiento del árbol nativo *Brosimum alicastrum* Swartz (Moraceae) en la Selva Zoque Chiapas, México. *Lacandonia* 6: 71-76.
- García E (2004) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, 5th. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 90p.
- Guzmán-Maldonado SH, Zamarripa-Colmenares A, Hernández-Duran LG (2015) Calidad nutrimental y nutracéutica de hoja de moringa proveniente de árboles de diferente altura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6: 317-330.
- Haber M, Mishyna M, Martínez JI, Benjamín O (2019) Edible larvae and pupae of honey bee (*Apis mellifera*): Odor and nutritional characterization as a function of diet. *Food Chemistry* 292: 197-203.
- Li C, Xu B, Wang Y, Feng Q, Yang W (2012) Effects of dietary crude protein levels on development, antioxidant status, and total midgut protease activity of honey bee (*Apis mellifera* ligustica). *Apidologie* 43: 576-586.
- Magaña-Magaña MÁ, Sanginés-García JR, Salazar-Barrientos LDL, Leyva-Morales CE (2017) Competitividad y participación de la miel mexicana en el mercado mundial. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8: 43-52.
- Magaña-Magaña MA., Tavera-Cortés ME, Salazar-Barrientos LL, Sanginés-García JR (2016) Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7: 1103-1115
- Medina-Flores CA, Guzmán-Novoa E, Aguilera-Soto JI, López-Carlos MA, Medina-Cuéllar SE (2019) Condiciones poblacionales y alimenticias de colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*) en tres regiones del altiplano semiárido de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 10: 199-211.
- Medina-Flores CA, Guzmán-Novoa E, Saldívar-Frausto S, Aguilera-Soto J (2018) Effect of three energy-protein diets on the population and honey production of honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Nova Scientia* 10: 1-12.

- Montero A, Martos A, Chura J (2012) Dietas artificiales en la crianza de la abeja melífera, *Apis mellifera* L. Anales Científicos 73: 1-5.
- Montoya LE H, Buritica MFA, Iguarán EC, Ríos KC (2019) Evaluación de conservación y procesamiento en la calidad fisicoquímica y microbiológica de empanadas de maíz. Alimentos Hoy 27: 3-14.
- Nates-Parra G (2016) Abejas. En: Iniciativa colombiana de polinizadores-abejas ICPA, 1th. Ed. Universidad Nacional de Colombia, D.C, Bogotá, Colombia. 364p.
- Núñez-Torres OP, Almeida-Secaira RI, Rosero-Peñaherrera MA, Lozada-Salcedo EE (2017) Fortalecimiento del rendimiento de abejas (*Apis mellifera*) alimentadas con fuentes proteicas. Journal of the Selva Andina Animal Science 4: 95-103.
- Ozer HK (2017) Phenolic compositions and antioxidant activities of Maya nut (*Brosimum alicastrum*): Comparison with commercial nuts. International Journal of Food Properties 20: 2772-2781.
- Paguia HM, Paguia RQ, Balba C, Flores RC (2014) Utilization and evaluation of Moringa oleifera L. as poultry feeds. APCBEE procedia 8: 343-347.
- Pérez AB, Brito AN, López PP, Báez DV (2018) Uso de moringa (*Moringa oleifera*) para ovinos en crecimiento, como alternativa alimentaria ambientalmente amigable. Universidad & Ciencia 7: 78-90.
- Poot-López GR, Gasca-Leyva E, Olvera-Novoa MA (2012) Producción de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* L.) utilizando hojas de chaya (*Cnidocolus chayamansa* McVaugh) como sustituto parcial del alimento balanceado. Latin American Journal of Aquatic Research 40: 835-846.
- Ramírez-Sánchez S, Ibáñez-Vázquez D, Gutiérrez-Peña M, Ortega-Fuentes MS, García-Ponce LL, Larqué-Saavedra A (2017) El ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) una alternativa para la seguridad alimentaria en México. Agroproductividad 10: 80-83.
- Reyes-Sánchez N, Vivas J, Aguilar J, Hernández J, Caldera N (2018) Suplementación de cobayos (*Cavia porcellus* L.) con follajes fresco de morera (*Morus alba*) y moringa (*Moringa oleifera*). La Calera 18: 7-13.
- Rivas-Vega ME, López-Pereira JL, Miranda-Baeza A, Sandoval-Muy MI (2012) Sustitución parcial de harina de sardina con *Moringa oleifera* en alimentos balanceados para juveniles de tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) cultivada en agua de mar. Biotecnia 14: 3-10.
- Rojas-Schroeder JÁ, Sarmiento-Franco L, Sandoval-Castro CA, Santos-Ricalde RH (2017) Utilización del follaje de ramón (*Brosimum alicastrum* Swarth) en la alimentación animal. Tropical and Subtropical Agroecosystems 20: 363-371.
- Sarmiento-Franco L, McNab JM, Pearson RA, Belmar-Casso R (2002) Performance of broilers fed on diets containing different amounts of chaya (*Cnidocolus aconitifolius*) leaf meal. Tropical Animal Health and Production 34: 257-269.
- SAS (2016) User's guide statistics released 9.1, 2nd Ed. SAS Institute, Inc. Cary, North Carolina, USA. 5121p.
- Semkiw P, Skubida P (2016) Suitability of Starch Syrups for Winter Feeding of Honeybee Colonies. Journal of Apicultural Science 60: 141-152.
- Solignac J, Delpiano J, Arza R, Figini E, Spagnuolo C, Poffer D, Fondevila NA (2014) Evaluación de suplementos proteicos en colonias de *Apis mellifera*. Memoria técnica de la 1ra reunión anual de la INTA, 28 de noviembre, Estación Experimental Agropecuaria General Villegas, Buenos Aires Argentina. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_mt2014_solignac_evaluacion_suplementos_proteicos.pdf. Fecha de consulta: 24 junio de 2019.

Very EC (2020) Efecto de alimento suplementario para el desarrollo de colonias de abejas (*Apis mellifera*), en tres diferentes altitudes de producción en el municipio de la Asunta. *Apthapi 6*: 1763-1772.