

Efecto del polen suministrado como alimento proteico para las abejas (*Apis mellifera*) en la producción de cera y desarrollo de la colmena durante la época lluviosa en Zamorano, Honduras

Lesin Edgar Torrez Orellana

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Efecto del polen suministrado como alimento proteico para las abejas (*Apis mellifera*) en la producción de cera y desarrollo de la colmena durante la época lluviosa en Zamorano, Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Lesin Edgar Torrez Orellana

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2018

Efecto del polen suministrado como alimento proteico para las abejas (*Apis mellifera*) en la producción de cera y desarrollo de la colmena durante la época lluviosa en Zamorano, Honduras

Lesin Edgar Torrez Orellana

Resumen. El polen es la fuente principal de proteína para las abejas, el cual en las cantidades requeridas puede resultar en el correcto desarrollo de las glándulas cereras. Sin embargo, en la época lluviosa este se encuentra poco disponible requiriendo adicionar una fuente proteica externa para mantener una producción estable de cera. El objetivo fue evaluar el efecto del polen en la producción de cera, sanidad y desarrollo de la colmena, cuando este fue suministrado en la dieta alimenticia en época lluviosa. Los parámetros que se evaluaron fueron la producción de cera construido en marcos estándar con láminas de cera, la cantidad de abejas pecoreadoras, la postura realizada por la abeja reina, la ganancia o pérdida de peso en las colmenas y la incidencia de dos parásitos que producen enfermedades de importancia para la apicultura. Se implementó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con un arreglo de los tratamientos bajo 4 dosis de polen (0, 30, 60, 90 g) y cinco días de muestreo (0, 1, 7, 15, 21). En época lluviosa las dosis con bajas cantidades de polen tuvieron efecto negativo en la producción de cera y una mayor incidencia de varroa, mientras que las altas cantidades de polen incrementaron el número de pecoreadoras observadas. Sin embargo, la postura de la reina y la incidencia de nosema no se vieron afectados por ningún tratamiento.

Palabras clave: Glándulas cereras, nosema, pecoreo, postura, varroa.

Abstract: Pollen is the main source of protein for bees, which in the required amounts can result in the proper development of the wax glands. However, in rainy season this source is not available, requiring the addition of an external protein source to maintain a stable production of wax. The objective was to evaluate the effect of pollen on wax production, health and development of the hive, when was supplied in the diet during the rainy season. The parameters evaluated were the production of wax built in standard frames with wax sheets, the amount forager's bees, quantity of open brood cells, the gain or loss of weight in the hives and the incidence of two parasites that produce diseases of importance in beekeeping. A Completely Randomized Design (CRD) was implemented, with an arrangement of treatments under 4 doses of pollen (0, 30, 60, 90 g) and five days of sampling (0, 1, 7, 15, 21). In rainy season, doses with low amounts of pollen had a negative effect on wax production and a higher incidence of varroa, while high pollen doses increased the number of foragers observed. However, the quantity of open brood cells and the nosema incidence were not affected by any treatment.

Keywords: Brood cells, forager's, nosema, varroa, wax glands.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIONES.....	15
5. RECOMENDACIONES.....	16
6. LITERATURA CITADA.....	17
7. ANEXOS.....	19

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Datos meteorológicos de Zamorano, Honduras	3
2. Formulaciones de las dosis de alimento artificial por tratamiento	4
3. Resultados de la producción de cera(g) por marco según tratamiento a través de 5 tomas de muestra	8
4. Correlación de Pearson (r) para la producción de cera	9
5. Correlación de Pearson (r) para la cantidad de abejas pecoreadoras.....	10
6. Resultado de la incidencia de varroa con las diferentes dosis de polen	11
7. Rangos y valores de Nosema.....	12
8. Efecto de diferentes dosis de polen en el peso de una colmena	12

Figuras	Página
1. Croquis de distribución de colmenas y dosis de polen.....	5
2. Efecto de diferentes dosis de polen en el pecoreo de abejas al entrar a la colmena durante el experimento	9
3. Resultado de la cantidad de abejas pecoreadoras observadas al entrar a la colmena durante el experimento	10

Anexos	Página
1. Sistema Glandular de las abejas (<i>Apis mellifera</i>)	18
2. Escamas de cera en el abdomen de una abeja (<i>Apis mellifera</i>)	18
3. Método de pesaje de marcos.....	18
4. Conteo de pecoreadoras.....	19
5. Conteo de larvas	19
6. Muestreo de varroa	19
7. Muestreo de Nosema	20
8. Producción de cera día 1, dosis A+A+60P.....	20
9. Producción de cera día 21, dosis A+A+60P	21
10. Producción de cera día 1, dosis A+A.	21
11. Producción de cera día 21, dosis A+A.	21
12. Niveles de significancia para las variables de producción y desarrollo de una colmena.....	22

1. INTRODUCCIÓN

Las abejas, *Apis mellifera* son insectos sociales que el hombre ha explotado desde hace más de 6000 años (Crane 1992). De ellas se ha utilizado sus productos como: la miel, la cera, el polen, la jalea real, el propóleo y la apitoxina (Morse 1990). Estos productos apícolas son producidos por las abejas en épocas donde ellas pueden encontrar la suficiente floración para la recolección de néctar y polen. En cambio, en la época lluviosa, debido a que la lluvia lava el néctar de las flores e impide el vuelo de las abejas (Mendizábal 2004) las colmenas no pueden ser debidamente explotadas debido a la falta de recursos naturales. En estos casos la alimentación artificial es una actividad que los apicultores realizan, que está basada en el suministro de sustancias energéticas; como jarabes de azúcar y en algunos casos se emplean suplementos proteicos, como harina de soya, levadura de cerveza, polen y sustitutos lácteos, los cuales complementan parcialmente los requerimientos nutricionales de las colmenas (De Araujo y Echazarreta 2001). Robalino Larrea (2012) y Orellana Monterrosa (2013), realizaron estudios, en el que suministro alimento proteico empleando polen de abejas y obtuvieron como resultado un aumento significativo en la producción de jalea real en relación colmenas sin suplemento alimenticio.

En este experimento se empleó la alimentación artificial proteica, la cual es una mezcla de agua azucarada y polen. En este tipo de alimentación el polen es muy importante aporta vitaminas, minerales, lípidos y proteínas, los cuales son necesarios para el desarrollo adecuado de las glándulas cereras para una buena producción de cera. (Winston 1987). Estas glándulas cereras se encuentran en la parte ventral del abdomen y constan de cuatro pares de glándulas, cada una de ellas protegida por una lámina quitinosa llamada espejo. (Benedetti y Pieralli 1990). Esta glándula segrega la cera en forma líquida, que se endurece al contacto con el aire, formando pequeñas escamas blancas que poseen un diámetro de 0,6 a 1,6 mm con un peso promedio de 0.06 mg (Marconi 2016). Estas pequeñas escamas de cera se retiran del abdomen por medio del tercer par de patas y son llevadas a las partes bucales donde se les añade la secreción salival, para luego ser amasadas, moldeadas y utilizadas en la construcción de los panales, productivamente esta cera es conocida como cera virgen.

La producción de cera de abejas es un producto segregado por las obreras constructoras que realizan dicha actividad entre los 12- 18 días de vida (Gomez 2002). Para la producción de un kilo de cera son necesarios más de un millón de escamas, producidas por 150,000 abejas que consumen para ello alrededor de 10 kilos de miel (Benedetti y Pieralli 1990).

La cera de abejas proveniente de opérculos es considerada de mayor valor o calidad por su composición ya que se aproxima a la cera virgen y tiene un color blanco o amarillo claro (Marconi 2016). Esta cera actualmente tiene muchos usos en los cuales está el mismo sector apícola como cera estampada, en cambio sus aplicaciones industriales son diversas porque

abarcen desde la industria alimentaria, pasando por la farmacéutica, cosmética y química. Se calcula que la producción mundial de cera de abejas ronda las 65,000 toneladas anuales (FAO 2005).

Para obtener una cera de calidad, la sanidad de la colmena es uno de factores más importantes a considerar, porque plagas como la varroa (*Varroa destructor*) pueden provocar una reducción en la producción de la colmena de hasta 40% (Manrique 1994), esta reducción es causada por este ácaro el cual, en la fase reproductiva, que se realiza dentro de las celdas de cría operculadas tanto en la fase forética la cual se realiza sobre el cuerpo de las abejas adultas, se alimentan al succionar la hemolinfa del hospedero, provocando debilitamiento de la población disminuyendo la actividad y vida de las abejas. El límite de incidencia es de 3% de varroa por cada colmena.

Otro causante de la reducción de la producción de la colmena es un protozoo llamado nosema (*Nosema apis*) el cual vive dentro del intestino de la abeja que produce la enfermedad llamada nosemiasis, esta enfermedad causa la muerte prematura de abejas, incapacidad para el vuelo, temblores de alas y movimientos espasmódicos. Esta enfermedad produce una disminución de la vida media de las abejas, reduciendo así la producción de la colmena, el objetivo de este estudio fue:

- Evaluar el efecto del polen suministrado como alimento proteico para las abejas (*Apis mellifera*) en la producción de cera durante la época lluviosa.
- Determinar el efecto de esta dieta alimenticia en la sanidad de la colmena y su población.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento.

El experimento se realizó en el apiario de Monte Redondo y el apiario de zona III de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Esta se ubica a 30 km de la ciudad de Tegucigalpa, carretera a Danlí y se encuentra a 800 msnm. El experimento se llevo a cabo durante los meses de junio y julio del 2018, en el cual ambos apiarios utlizados contaron con condiciones ambientales similares (Cuadro 1) y disponían de la misma floración, ya que, las abejas *Apis mellifera* tienen un rango de vuelo de 2 km.

Cuadro 1. Datos meteorológicos de Zamorano, Honduras.

Rangos de tiempo	Valores Promedio			
	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	H. R. (%)	Presión Atmosférica (bar)
29 de junio – 20 de Julio del 2018	23.4±2	21	74.6±12.4	30

Fuente: Estación meteorológica de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Preparación y acondicionamiento de colmenas.

Se prepararon 12 colmenas de tipo “Langstroth” con una alza (cámara de cría), elaboradas con madera de pino (*Pinus oocarpa*) y con una capacidad de hasta 10 marcos. Adicionalmente se le agregó a cada colmena una entre-tapa con un grosor de 5 cm, este último fue agregado para implementar el alimentador interior de tipo “taza”. El acondicionamiento de las colmenas tuvo como objetivo uniformizar todas las colmenas de tal manera que el sesgo de error sea mínimo.

Las actividades realizadas para el acondicionamiento de las colmenas empezaron dos semanas antes de la toma de datos. La primera actividad realizada fue verificar que la edad de la abeja reina sea menor a 1 año, esto debido a que una edad mayor puede afectar la oviposición de huevos. Como segunda actividad se pesaron las 12 colmenas para obtener una población similar en cada una de ellas, la cual fue calculada con la regla de farrar dando como resultado un total de 65,000 abejas por colmena aproximadamente. Como última actividad se suministró las dietas proteicas para lograr una adaptación de las colmenas al tratamiento.

Pesaje de colmenas.

El pesaje de cada colmena en el experimento fue realizado con la ayuda de una balanza colocandola en una superficie plana para evitar errores de medición. Seguidamente se levantó la colmena entre dos personas por ambos lados y se la colocó sobre la balanza, se tomó la lectura del peso y se devolvieron las colmenas a su lugar original de la misma manera. El peso de las colmenas es un indicador del crecimiento o disminución de las poblaciones y que podría estar afectado por la disposición de alimentación proteica o no.

Preparación de alimento.

La preparación del alimento artificial se realizó en la Planta Apícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. La relación usada para la elaboración de estas dietas fue de 2:1, es decir, por cada 1 mL de agua se usaron 2 gramos de azúcar (Robles y Salvachua 1999). Para la dilución del azúcar se utilizó una estufa eléctrica convencional donde se calentó el agua y se esperó a que llegue a su punto de ebullición para agregar el azúcar y con una paleta de plástico se agitó hasta obtener una mezcla homogénea. En los tratamientos que incluyen dosis de polen en su formulación, sus respectivas dosis de polen fueron pesadas individualmente en una balanza con un grado de exactitud de 0.1 gramos, en las cantidades que se muestran en el Cuadro 2. Los alimentos fueron trasladados en envases plásticos, que posteriormente fueron aplicados manualmente.

Cuadro 2. Formulaciones de las dosis de alimento artificial por tratamiento.

Dosis(g)	Formulaciones		
	Agua(mL)	Azúcar(g)	Polen(g)
Agua + Azúcar(A+A)	200	400	0
Agua + Azúcar + 30 g de Polen(A+A+30P)	200	400	30
Agua + Azúcar + 60 g de Polen(A+A+60P)	200	400	60
Agua + Azúcar + 90 g de Polen(A+A+90P)	200	400	90

Método de alimentación.

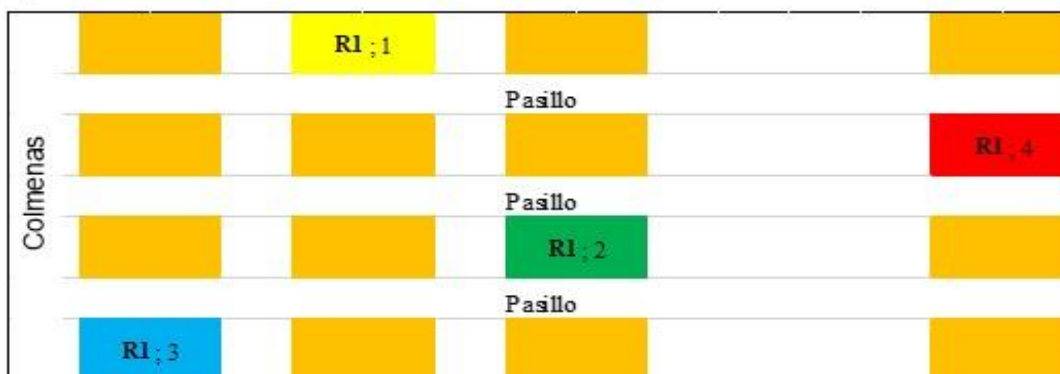
El método de alimentación usado en el experimento fue la de tipo “taza” que consiste en un recipiente desmontable el cual se introduce en medio de la entre tapa especial de 5 cm y el alza de cría. Al momento de la aplicación manual del alimento nos guiamos con la rotulación e identificación que previamente realizamos con las colmenas y envases de plástico que contienen las dietas alimenticias, ejemplo: alimentamos la colmena #1 con la botella #1. La alimentación se realizó semanalmente durante 6 semanas las cuales incluye las 2 semanas de adaptación a la dieta alimenticia y las 4 semanas de toma de datos.

Distribución de las colmenas y alimentos.

Las 12 colmenas del experimento se distribuyeron en 2 apiarios dentro del campus de Zamorano. Se acondicionaron 4 colmenas en el apiario de Monte Redondo las cuales fueron debidamente identificadas (1-4), mientras que las 8 colmenas restantes se acondicionaron

en el apiario de zona 3 que de igual manera fueron debidamente identificadas (5-12). La localización individual de cada colmena dentro de los apiarios fue distribuida completamente al azar ya que cada uno de estos apiarios contaba con 20 colmenas aproximadamente. Finalizada la distribución de colmenas, se procedió a distribuir las 12 dietas alimenticias (dosis de polen) y dicho proceso también se realizó completamente al azar (Figura 1).

Apiario "Monte redondo"



Apiario "Zona 3"

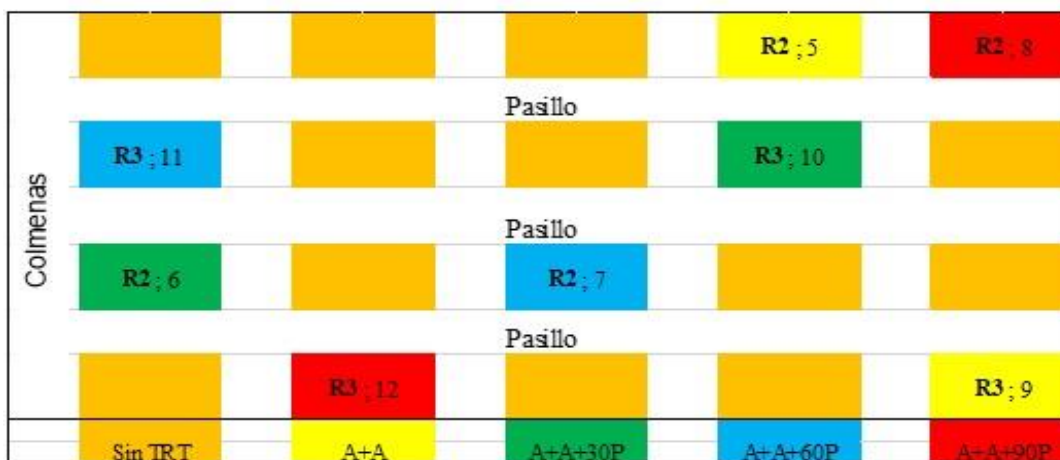


Figura 1. Croquis de distribución de colmenas y dosis de polen.

Preparación de marcos y elaboración de las láminas de cera.

Una colmena contiene de 9-10 marcos acorde a los estándares de medida para una colmena tipo Langstroth. Se tomó un marco por colmena, fueron limpiados de cera vieja y luego preparados con nuevas láminas de cera estampada. Cada lamina peso aproximadamente 75-91 g.

Producción de cera.

Para determinar el peso inicial de cada marco, se pesó en una balanza por separado cada uno de los marcos con sus respectivas láminas de cera. En los días establecidos de toma de datos se volvió a pesar individualmente cada marco con su correspondiente lamina de cera

para obtener de este modo un peso final. Para determinar la producción de cera se restó el peso final de cada marco menos su peso inicial según la fórmula [1].

$$\text{Producción de cera (g)} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial} [1]$$

Pecoreo.

El pecoreo es la actividad diaria de las abejas obreras para recolectar polen, néctar, agua y resinas. Para calcular la cantidad de pecoreadoras se observó el vuelo de las abejas por espacio de 1 minuto, contando el número de abejas que entran y salen por la piquera de la colmena. Esta actividad se realizó en las primeras horas de la mañana e individualmente por colmena.

Porcentaje de larvas.

Para determinar el porcentaje de larvas se realizó un conteo de 100 celdas en cada uno de los 4 marcos que se encuentran en el centro de la cámara de cría.

Muestreo de enfermedades.

Para estudiar el efecto que tuvo el alimento proteico en la sanidad de las colmenas, se hicieron análisis sanitarios mediante conteos de Varroa y Nosema siguiendo las metodologías expuestas en el Manual de Enfermedades Apícolas.

Varroa.

Los análisis de varroa requirieron extraer por colmena un mínimo de 180 abejas en un frasco clínico debidamente rotulado. Para realizar esta actividad se extraen de uno a tres panales de la colmena, se coloca el panal en posición vertical de modo que ambos lados de este estén expuestos, el frasco clínico debe deslizarse por el panal de arriba hacia abajo presionando lo suficientemente fuerte para que las abejas entren al frasco, se repite este movimiento hasta obtener la cantidad de abejas deseadas. Posteriormente dentro del frasco clínico se combinan diez gramos de detergente con agua potable, para que al agitar el frasco esta combinación logre desprender la varroa, después de filtrar la muestra, se realizó el conteo de abejas y ácaros.

Porcentaje de varroa. En base al conteo de abejas y ácaros, se realizó un cálculo matemático, mediante la fórmula 2.

$$\% \text{ Varroa} = \frac{\text{Número de varroas encontradas}}{\text{Número de abejas contadas}} \times 100 [2]$$

Nosema.

Las muestras para calcular la cantidad de Nosema deben estar conformadas por al menos 80 abejas adultas pecoreadoras y para lograr este objetivo, se taparon las piqueras de cada colmena y alguna otra entrada con papel periódico, esto causó que las abejas pecoreadoras formen una pequeña barba en las piqueras de sus respectivas colmenas, estas abejas fueron forzadas a entrar a un frasco clínico debidamente rotulado con 40 mL de alcohol al 95%. Posteriormente las muestras fueron llevadas en menos de 24 horas al laboratorio del

Instituto Hondureño de Investigaciones Médico Veterinarias (I.H.M.V.), el cual está capacitado para realizar esta labor, la cual consiste en triturar los abdómenes de las abejas para obtener el contenido, que en este caso serían los intestinos que es donde se alojan los esporos, que son cuerpos microscópicos unicelulares o pluricelulares que se forman con fines de dispersión y supervivencia, estos formaran parte de la solución que se tomara para realizar el conteo bajo microscopio.

Diseño experimental.

En el experimento se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con un arreglo de 2 factores, 4 dosis de alimento proteico y 5 fechas de muestreo para las variables de producción de cera y pecoreo. Para las variables restantes se tomaron 4 fechas de muestreo. Se usó un análisis de varianza con el programa de Statistical Analysis System (versión 9.4); con una probabilidad de $P < 0.05$, la diferencia de los tratamientos fue analizada con un ANDEVA GLM y un test de Duncan.

También se realizaron correlaciones de Pearson entre los resultados de producción de cera y 3 de las variables medidas (pecoreo, varroa y postura) para determinar si en algún caso, los resultados de estas variables afectan la productividad de la colmena.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de cera.

Durante la época lluviosa todas las dosis no fueron estadísticamente diferentes durante la primera semana de alimentación (1-7días), sin embargo, la dosis de agua+azúcar+30 gramos de polen experimenta una pérdida de peso en los marcos con láminas de cera en el día 15 y 21, mientras que la dosis de agua+azúcar solo presenta una reducción en el peso de los marcos el día 21 (Cuadro 3). Esta reducción en el peso de los marcos fue afectada por la temporada en la cual se realizó el experimento. Esto coincide con el estudio realizado por Pratt (2004) el cual reporta que la temporada influye en la producción de cera ya que en verano se puede observar una mayor producción de la misma. Según Robles y Salvachua (1999) otro factor que influye en la producción de cera es el mal desarrollo de las glándulas cereras causado por la falta de proteína en el alimento, en este caso de polen.

Las dosis de agua+azúcar+60 gramos de polen y agua+azúcar+90 gramos de polen no fueron estadísticamente diferentes en la producción de cera durante todo el periodo de alimentación, sin embargo, estas dosis mostraron una mejor producción de cera comparado a las dosis de agua+azúcar y agua+azúcar+30 gramos de polen. Estos resultados coinciden con los reportados por Winston (1987) el cual menciona que una alimentación artificial la cual incluya polen tiene más rendimiento en la producción de cera que una colmena solo alimentada con agua y azúcar. Esta mayor producción de cera se debe al buen desarrollo de las glándulas cereras (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados de la producción de cera(g) por marco según tratamiento a través de 5 tomas de muestra.

Dosis(g)	Días				
	0	1	7	15	21
A+A	348.0 ^{ax}	348.7 ^{ax}	347.7 ^{axy}	344.7 ^{abyz}	343.7 ^{bz}
A+A+30P	348.0 ^{ax}	348.0 ^{ax}	346.3 ^{axy}	344.3 ^{by}	343.7 ^{by}
A+A+60P	348.0 ^{ax}	347.7 ^{ax}	347.7 ^{ax}	348.0 ^{ax}	350.0 ^{ax}
A+A+ 90P	348.0 ^{ax}	347.0 ^{axy}	347.0 ^{axy}	345.0 ^{aby}	349.7 ^{ax}

^{ab}=Medias en misma columna con letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05).

^{xyz}=Medias en misma fila con letras diferentes indican diferencias significativas entre días por tratamiento (P<0.05).

Según la correlación de Pearson se observa que la varroa (*Varroa destructor*) afecta directamente de forma negativa en la producción de cera mientras que el pecoreo beneficia la producción de la misma, ambas probabilidades tienen un nivel de bajo de correlación (Cuadro 4).

Cuadro 4. Correlación de Pearson (r) para la producción de cera.

Parámetro	Producción cera	
	r	Prob.(p)
Postura	0.099	0.503
Pecoreo	0.295	0.021
Varroa	-0.326	0.023

*Valores de P menores de 0.05 se consideran significativos.

r = Correlación de Pearson

p=Probabilidad

Pecoreo.

Producto de las diferentes dosis de polen en las dietas alimenticias se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) en la cantidad de abejas pecoreadoras observadas (Figura 2). La dosis agua+azúcar+90 g de polen presentó una mayor cantidad de pecoreadoras debido a la alta cantidad de polen que se le proporcionó. Lo anterior pudo causar que las abejas obreras mantengan niveles elevados de ingesta de polen lo que resultó en un mayor número de pecoreadoras en busca de polen para satisfacer la demanda de esta proteína, estos datos coinciden con los reportados por Pernal y Currie (2001).

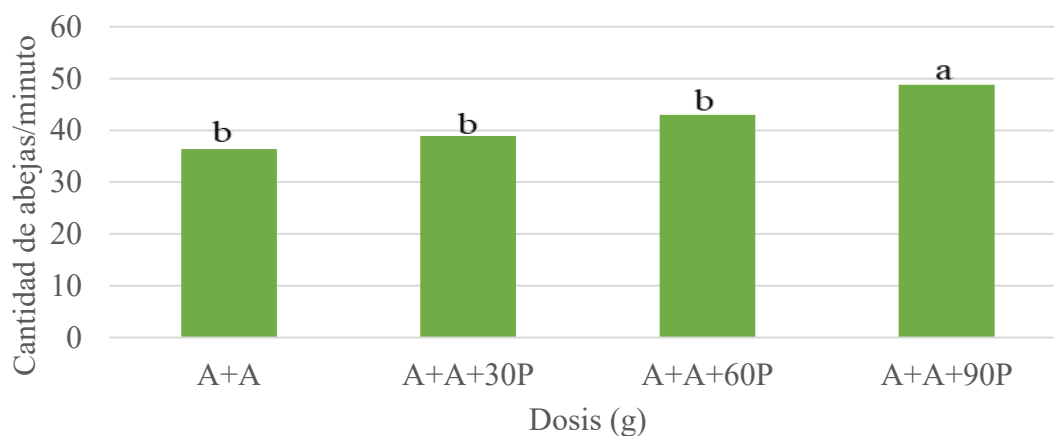


Figura 2. Efecto de diferentes dosis de polen en el pecoreo de abejas al entrar a la colmena durante el experimento. Dosis seguidas por diferente letra son estadísticamente diferentes a una probabilidad de $P < 0.05$

Según la correlación de Pearson se observa que la alta incidencia de varroa disminuye el número de abejas pecoreadoras observadas en campo. Sin embargo la correlación es muy baja (Cuadro 5).

Cuadro 5. Correlación de Pearson (r) para la cantidad de abejas pecoreadoras.

Parámetro	Pecoreo
	r Prob.(p)
Varroa	-0.314 0.029

*Valores de P menores de 0.05 se consideran significativos.

r = Correlación de Pearson.

p=Probabilidad

El resultado de la correlación coincide con lo reportado por Kralj y Fuch (2006), donde mencionan que la infección de las abejas pecoreadoras con enfermedades o parásitos tales como la varroa resulta en la incapacidad de las pecoreadoras en volver a sus colmenas o aumentar el tiempo para su regreso, porque este acaro afecta en la vitalidad de las abejas pecoreadoras reduciendo su capacidad de trabajo. Esta información coincide con los resultados obtenidos en la figura 3, donde se pudo observar una diferencia significativa en la reducción de la cantidad de abejas pecoreadoras en los días 1 y 7.

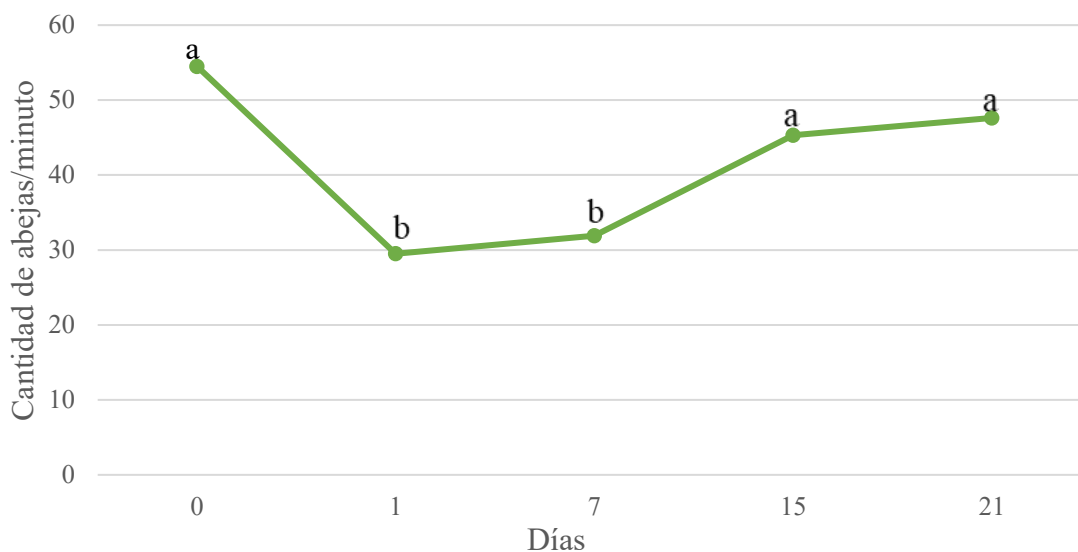


Figura 3. Resultado de la cantidad de abejas pecoreadoras observadas al entrar al colmena durante el experimento. Días seguidos por diferente letra son estadísticamente diferentes a una probabilidad de $P < 0.05$.

Postura.

No se encontró diferencias significativas entre los tratamientos y el tiempo no afecto dichos resultados. Esto podría estar vinculado a que al momento de acondicionar las colmenas se verifico que las abejas reinas de cada colmena tengan menos de un año de edad. Ya que la edad de la abeja reina influye en la oviposición de huevos en la colmena (IICA 2009). Estos resultados coinciden con los reportados por Olivares *et al.* (2014) y Pajuelo (2011) los cuales reportaron que solo al alimentar con agua y azúcar blanca (sacarosa), la cual posee todos los azúcares asimilables requeridos por una abeja obrera nodriza para producir la suficiente cantidad de jalea real para mantener a la abeja reina saludable y obtener como resultado una postura uniforme.

Sanidad.

Según el manual de sanidad apícola (IICA 2009), la calidad y la eficiencia de la producción de cera está relacionada a la sanidad y salud de la colmena. Vectores de enfermedades como esporas de Nosema o ácaros de Varroa deben ser monitoreados.

Incidencia de Varroa.

La dosis de agua+azúcar+60 gramos de polen experimenta un menor porcentaje de varroa (Cuadro 6). Este resultado coincide con lo reportado por Di Pasquale *et al.* (2013) el cual menciona que la alimentación con polen aumenta la supervivencia de las abejas tanto sanas como parasitadas. También este resultado lo podemos relacionar con lo reportado por Barbosa *et al.* (2016) quienes mencionan que la supervivencia media de las abejas se relaciona positivamente con la cantidad de proteína consumida por abeja. Sin embargo, esta relación no se pudo observar en la dosis de agua+azúcar+ 90 gramos de polen, el cual mostro una alta incidencia de varroa, esto fue debido a que según Salvachua y Robles (1999) el exceso de polen también puede constituir un problema para las colmenas causando alteraciones anatómicas y fisiológicas de gran magnitud provocando una gran debilidad en las colmenas.

Cuadro 6. Resultado de la incidencia de varroa con las diferentes dosis de polen.

Dosis	% Varroa
Agua + Azúcar	7.4 ^a
Agua + Azúcar + 30 g de Polen	7.0 ^a
Agua + Azúcar + 60 g de Polen	5.4 ^b
Agua + Azúcar + 90 g de Polen	6.3 ^a

Incidenca de varroa seguidas por diferente letra son estadísticamente diferentes a una probabilidad de $P < 0.05$

Incidencia de nosema.

Según IICA (2009) la nosema siempre estará presente en las colmenas. Según los resultados del Instituto Hondureño de Investigaciones Médico Veterinarias (I.H.I.M.V.) la intensidad de la infección de nosema en las colmenas resultaron en una muy ligera y ligera, datos que no se encuentran por encima del valor crítico (cinco a diez millones de esporas). Por lo tanto, podemos deducir que este protozoo no influyo en la producción de cera ni en el desarrollo de las colmenas al no afectar la vitalidad de las abejas. Para realizar la interpretación de los datos se utilizo el cuadro para clasificar la intensidad de infección (Cuadro 7).

Cuadro 7. Rangos y valores de nosema.

Rango/Esporas (millones) por abejas	Intensidad de la infección
100,000-1,000,000	Muy Ligera
1,000,000-5,000,000	Ligera
15,000,000-10,000,000	Regular
10,000,000-20,000,000	Semi-Severa
>20,000,000	Severa

Fuente: Instituto Hondureño de Investigaciones Médico Veterinarias (I.H.I.M.V).

Peso de las colmenas.

Las colmenas con las diferentes dosis no reportaron una ganancia de peso significativa con respecto a su peso original que fue de 26 kg, estos resultados no coinciden con los reportados por Robalino Larrea (2012) y Guimerá y Bataller (2009) los cuales reportan que la alimentación artificial influye en el crecimiento de la tasa poblacional de una colmena. No obstante el peso de las colmenas fue menor cuando se les suministro una dosis baja en polen o no se les proveyó polen en la dieta. Estas colmenas a ser afectadas por una mayor incidencia de varroa generan una reducción en el peso de la colmena. Mendizabal (2004) asegura que la alta incidencia de varroa puede contribuir a que las colmenas muestren signos de debilidad reduciendo su población y su capacidad de ingresar polen a la misma (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de diferentes dosis de polen en el peso de una colmena.

Dosis	Peso de colmena(kg)
Agua + Azúcar	25.17 ^b
Agua + Azúcar + 30 g de Polen	24.26 ^b
Agua + Azúcar + 60 g de Polen	26.26 ^a
Agua + Azúcar + 90 g de Polen	26.03 ^a

Medias seguidas por diferente letra son estadísticamente diferentes a una probabilidad de $P < 0.05$.

4. CONCLUSIONES

- Después de 21 días de aplicar alimento con las dosis de 60 y 90 gramos de polen se observó una recuperación en la producción de cera en comparación con las dosis sin polen y 30 gramos de polen en las cuales no se observó una recuperación en la producción de cera
- En época lluviosa las dosis bajas de polen en el alimento permiten una mayor incidencia de varroa.
- La población de abejas disminuyó a medida que se redujo la cantidad de polen suministrado en el alimento.
- La postura y la incidencia de nosema no se vieron afectadas por las dosis proteicas, días de aplicación o la interacción de estos factores.

5. RECOMENDACIONES

- Extender por más tiempo el experimento para observar si existe algún cambio más significativo en la producción de cera.
- Implementar diferentes tipos de dietas sólidas como la de tipo candi en época lluviosa para evaluar la producción de cera.
- Evaluar diferentes métodos de control de varroa previos a realizar el experimento para reducir la incidencia de esta enfermedad y el efecto que tiene en las variables de interés.

6. LITERATURA CITADA

- Barbosa CD, Diniz Frias BE, Lourenco AP. 2016. Pollen nutrition in honey bees (*Apis mellifera*): impact on adult health.[Consultado 2018 sep 1]. <https://doi.org/10.1007/s13592-015-0373-y>.
- Benedetti L, Pieralli L. 1990. Apicultura: El individuo, la colectividad, el medio, los productos de la colmena, constitución y manejo del colmenar, apicultura especializada, adversidades y medidas de prevención, legislación apícola española. Ed. y Trad. J Vivanco. Barcelona, España. Editorial Omega. 431 p.
- Borges D. 2006. Cera de abejas. Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA); [Consultado 2018 agt. 20]. <http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20ACPA/2006/REVISTA%2002/20%20CERA%20ABEJAS.pdf>
- Burgett. D. 1971. Glucose oxidase: a food protective mechanism in social. Hymenoptera. *Annals of the Entomological Society of America*. Ed. Roger Morse and Richard Nowogrodzki. New York, EE.UU. 474 p.
- Crane E. 1992. The world's beekeeping past and present. Ed. Joe M. Graham. *The Hive and the Honey Bee*. Chelsea, Michigan, EE.UU. 22 p.
- Di Pasquale G, Salignon M, Le Conte Y, Belzunces LP, Decourtye A, Kretzschmar A, Suchail S, Luc Brunet J, Alaux C. 2013. Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter?. [Consultado 2018 sep. 1]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3733843/>.
- De Araujo JC, Echazarreta C. 2001. Fuentes de proteína para suplementos de abejas. Tepic, Nayarit, México. p. 48-53.
- FAO (Food and Agriculture Organization) 2005. La apicultura y los medios de vida sostenibles [Internet]. Roma: FAO; [consultado 2018 agt. 20]. <http://www.fao.org/docrep/008/y5110s/y5110s00.htm>.
- Gómez A. 2002. La cera de abejas, control y factores de calidad. [Consultado 2018 agt. 22]. <http://www.mieldemalaga.com/asociacion/jornadas/ponencias/texto04-4.pdf>.
- Guimerá I, Bataller M. 2009. Ensayo sobre la Influencia del alimento “Apicomplet” en la cría y población de abeja. Valencia, España. 9p.

- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 2009. Manual de apicultura básica para honduras. Tegucigalpa, Honduras. 67 p.
- Maroto C. 2012. Glándulas de abejas produciendo escamas de cera. Recuperado de: <https://lafamiliapicola.blogspot.com/2012/10/>.
- Maroto C. 2012. La miel tiene un efecto protector sobre los órganos. Recuperado de: <https://lafamiliapicola.blogspot.com/2012/06/>.
- Kralj J, Fuchs S. 2006. Parasitic Varroa destructor mites influence flight duration and homing ability of infested *Apis mellifera* foragers. *Apidologie*, Springer Verlag. 577–587p.
- Manrique AJ. 1994. La varroasis, diagnóstico y control. Caracas, Venezuela. 3 p
- Marconi C. 2016. Guía de buenas prácticas de producción de cera de abejas. [Consultado 2018 agt. 22]. <https://inti.gob.ar/ue/pdf/publicaciones/cuadernillo34.pdf>.
- Mendizábal F. 2004. Abejas, manuales esenciales. Albatros, Buenos Aires, República Argentina. Editorial Albatros Saci. 256 p.
- Morse R. 1990. The ABC and XYZ of Bee Culture. 40 ed. The A.I. Root Co. Ohio. 516 p
- Olivares V, Echazarreta C, Hernández E. 2014. Valoración de diferentes fuentes de azúcares utilizados en la alimentación artificial de las abejas (*A. mellifera*). [Internet]. Mirandela, Portugal. [Consultado 2018 agt. 30]. <http://esa.ipb.pt/cia2014/images/apr/PresentacionAzucresVictorHugoFrancoOlivaresIIICongresoIbericodeApiculturaPortugal.pdf>.
- Orellana Monterroso J. 2013. Efecto del suero de leche de vaca como suplemento en la dieta de abejas (*Apis mellifera*) en época de verano para la producción de jalea real [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 17 p.
- Pajuelo A. 2011. Nutrición y sanidad de las abejas para polinización. [Internet]. Providencia, España. [Consultado 2018 agt. 31]. http://biblioteca.inia.cl/medios/platina/descarga/seminarios/abejas2011/2_3_Nutricion_y_Sanidad_de_Abejas_para_Polinizacion_Antonio_Pajuelo.pdf.
- Pernal S, Currie R. 2001. The influence of pollen quality on foraging behavior in honeybees (*Apis mellifera* L.). *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 53-68 p.
- Pratt S. 2004. Collective control of the timing and type of comb construction by honey bees (*Apis mellifera*) [Tesis]. Princeton University, New Jersey-EE UU. 205 p.

Robalino Larrea L. 2012. Efecto de dos tipos de alimento y dos tiempos de cosecha en la producción de jalea real [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. 19p.

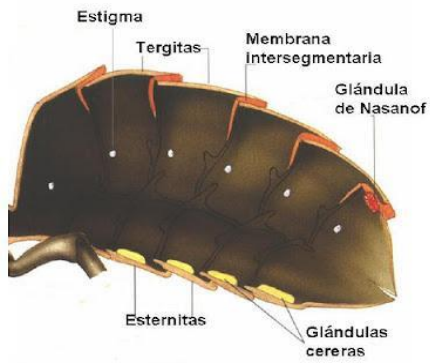
Robles C, Salvachúa G. 1999. Alimentación de las abejas: aplicación práctica de los fundamentos fisiológicos de la nutrición. 1ª ed. Egido, Almazán. 195 p.

SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria) 2015. Sanidad apícola [Internet]. Buenos Aires: SENASA. [Consultado 2018 ago. 22]. <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/abejas/produccion-primaria/sanidad-apicola>

Winston M. 1987. The biology of the honeybee. Harvard University Press. 267 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Sistema Glandular de las abejas (*Apis mellifera*); (Maroto C. 2012).



Anexo 2. Glándulas de abejas produciendo escamas de cera (Maroto C. 2012).



Anexo 3. Método de pesaje de marcos.



Anexo 4. Conteo de pecoreadoras.



Anexo 5. Conteo de larvas.



Anexo 6. Muestreo de varroa.



Anexo 7. Muestreo de Nosema.



Anexo 8. Producción de cera día 1, dosis A+A+60P.



Anexo 9. Producción de cera día 21, dosis A+A+60P.



Anexo 10. Producción de cera día 1, dosis A+A.



Anexo 11. Producción de cera día 21, dosis A+A.



Anexo 12. Niveles de significancia para las variables de producción y desarrollo de una colmena.

Fuente de variación	Producción de cera	Pecoreo	Postura	Incidencia de varroa	Incidencia de nosema	Peso de la colmena
Dosis	0.0287	0.0024	0.1474	0.0218	0.5967	0.0131
Días	0.0346	0.0001	0.3513	0.3413	0.2155	0.0719
Dosis × Días	0.0404	0.0855	0.6945	0.2087	0.9602	0.9455
CV%	0.58	22.52	13.74	23.37	29.33	3.36