

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Agroindustria Alimentaria**  
**Ingeniería Agroindustria Alimentaria**



Proyecto Especial de Graduación

**Efecto de la alimentación con polen o pan de abeja en producción de  
jalea real de colmenas de *Apis mellifera***

Estudiante

Kevin Jossue Sifontes Guerra (23154)

Asesores

Carolina Valladares, M.Sc.

Jorge Cardona, Ph.D.

Honduras, noviembre 2023

## **Autoridades**

**SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO**

Rector

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ADELA M. ACOSTA MARCHETTI**

Directora del Departamento de Agroindustria Alimentaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros .....	5
Índice de Figura.....	6
Índice de Anexos.....	7
Resumen .....	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos.....	13
Ubicación del Estudio.....	13
Fase 1. Obtención Artificial de Pan de Abeja .....	13
Peso de la Mezcla (kg).....	13
Potencial de Hidrogeno (pH) de la Mezcla.....	14
Fase 2. Efecto del Polen en Producción de Jalea Real .....	14
Preparación del Alimento .....	14
Proceso de Adaptación de la Colmena .....	16
Crianza de Reinas (Traslarve) Para Producción de Jalea Real.....	16
Cosecha de Jalea Real .....	16
Peso de la Colmena (kg).....	17
Pecoreo (#Abejas/minuto).....	17
Prevalencia de Varroa (%).....	17
Producción de Jalea Real (mg/copa).....	18
Contenido de Proteína (%).....	18
Diseño Experimental .....	19
Resultados y Discusión.....	20
Fase 1. Obtención Artificial de Pan de Abeja .....	20

Peso de la Mezcla (Kg) .....	20
Potencial de Hidrogeno (pH) de la Mezcla.....	20
Fase 2. Efecto del Polen en Producción de Jalea Real .....	21
Peso de la colmena (kg) .....	22
Pecoreo (#abejas/minuto) .....	22
Prevalencia de Varroa (%).....	23
Producción de Jalea Real (mg/copa).....	24
Contenido de Proteína (%).....	25
Conclusiones .....	27
Recomendaciones.....	28
Referencias.....	29
Anexos.....	33

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Formulación del alimento acorde con los tratamientos del estudio .....	14
Cuadro 2 Resultados de diferencia en peso (kg) de la mezcla con polen y miel durante el proceso de fermentación.....	20
Cuadro 3 Resultados de diferencia en pH en mezcla de polen y miel durante el proceso de fermentación.....	21
Cuadro 4 Resultados del efecto del uso de polen y pan de abeja en la diferencia de peso (Kg) en la colmena.....	22
Cuadro 5 Resultados del efecto del uso de polen y pan de abeja en las diferencias en pecoreo en la colmena (#abejas/minuto).....	23
Cuadro 6 Resultados del efecto del uso de polen y pan de abeja en la prevalencia de varroa (%) en la colmena.....	24
Cuadro 7 Resultados del efecto del uso de polen y pan de abeja en el rendimiento de jalea real (mg/copa).....	24
Cuadro 8 Resultados del efecto del uso de polen y pan de abeja en el contenido de proteína (%) en la jalea real.....	25

**Índice de Figura**

Figura 1 Diagrama de flujo para elaboración de alimento .....	15
---	----

## Índice de Anexos

Anexo A Programa de adaptación de las colmenas.....	33
Anexo B Costos variables de formulación de un litro de alimento.....	34
Anexo C Producción de jalea real con el método Doolittle .....	35

## Resumen

La jalea real tiene alto valor comercial y su producción es afectada por la alimentación proteica de la abeja, el polen y el pan de abeja son fuentes proteicas naturales dentro de la colmena. Se considera que la disponibilidad proteica es mayor en el pan de abeja, por lo que puede proveer mejores beneficios, por ello mayor producción y mayor valor proteico en la jalea real. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la alimentación con polen y pan de abeja, en la actividad productiva, comportamiento sanitario y contenido de proteína de la jalea real. Para el análisis estadístico de la Fase 1 se utilizó pruebas pareadas, mientras en la Fase 2, se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos: alimentación tradicional, adición de polen y adición de pan de abeja. Los análisis en la Fase 1, fueron peso y pH de la mezcla de polen a fermentar y, en la Fase 2, se evaluó: peso de la colmena, prevalencia de varroa, pecoreo, producción por copas y contenido de proteína de la jalea real. El estudio concluyó que la adición de polen y pan de abeja aumentó en el contenido de proteína de la jalea real, pero, mantuvo prevalencia de varroa, pecoreo y la producción por copa dentro de la colmena, mientras que solo la adición de pan de abeja aumento el peso de la colmena. Se recomienda utilizar larvas con máximo 24 horas, para aumentar la producción con el método Doolittle.

*Palabras clave:* fermentación, pecoreo, proteína, varroa

### **Abstract**

Royal jelly has high commercial value, and its production is affected by the bee's protein diet, pollen and bee bread are natural protein sources within the hive. It is considered that the protein availability is higher in bee bread, so it can provide better benefits, hence higher production, and higher protein value in royal jelly. The aim of the study was to determine the effect of feeding pollen and bee bread on the production activity, health behavior and protein content of RJ. For the statistical analysis in Phase 1, paired t-tests were used, while in Phase 2, a complete randomized block design (CRB) was used with three treatments: traditional feeding, addition of pollen and addition of bee bread. The analyses in Phase 1 were weight and pH of the pollen mixture to be fermented, and in Phase 2, hive weight, varroa prevalence, pecking, cup production and protein content of RJ were evaluated. The study concluded that the addition of pollen and bee bread increased the protein content of RJ, but maintained varroa prevalence, grazing and production per cup within the hive, while only the addition of bee bread increased hive weight. It is recommended to use larvae with a maximum of 24 hours to increase production with the Doolittle method.

*Keywords:* fermentation, peccoring, protein, varroa

## Introducción

La apicultura es una actividad económica que ha tomado importancia en la actualidad, debido a beneficios a la agricultura y al medio ambiente por la acción polinizadora de las abejas (Rodríguez et al., 2015). Existen alrededor de 20,000 especies de abejas, pero en la actualidad, la más explotada con fines comerciales es la especie *Apis mellifera* (Instituto de Información Estadística y Geográfica [IIEG], 2021), debido a la gran facilidad de adaptación a diversas condiciones climáticas, pocos requerimientos de espacio y la amplia gama de productos que produce (Rodríguez et al., 2015) (Rico, 2021).

La jalea real es el producto de la colmena que se obtiene a partir secreción de las glándulas mandibulares y glándulas hipofaríngeas activas en las abejas nodrizas con 5 a 15 días de su nacimiento y dicho producto apícola sirve de alimento para las larvas jóvenes y la abeja reina (Zúñiga, 2019). La jalea real se caracteriza por su color blanco perlado, consistencia cremosa, con densidad de 1.40 g/ml, un sabor ácido con una valoración de pH 3.6 – 4.2 y un contenido de proteína en un rango de 9-18% (Pina et al., 2018) (Norma Salvadoreña [NSO], 2005, p. 4). En la actualidad, en Honduras no hay datos referentes a la producción de jalea real, pero se promueve constantemente la producción apícola para fortalecer programas de diversificación en este sector productivo del país.

Estudios han demostrado que la producción de jalea real en una colmena depende de la alimentación, la cual, puede ser natural o artificial dependiendo la época del año. La alimentación natural es abundante solo en verano y se basa principalmente en polen y néctar, los cuales son recolectados por las abejas obreras en un proceso llamado “pecoreo” (Crozier, 2019). La época del año es un punto crítico para la colmena, ya que, en el invierno, se limita la disponibilidad de alimento y las abejas limitan sus actividades de pecoreo. La alimentación artificial, es suministrada por el hombre principalmente en invierno y puede ser muy variada en cuanto a fuentes de proteínas y azúcares disponibles (Borbor, 2015). El polen es la fuente natural de proteínas en la dieta de una colmena de abejas y su composición fisicoquímica depende principalmente de la especie de flor donde lo colecta.

Se ha identificado un alto contenido de proteína, aminoácidos esenciales, carbohidratos, lípidos y vitaminas en la composición del polen, los cuales, son nutrientes básicos para la producción de jalea real (Alcala et al., 2018, p. 103). Por tal motivo, se vuelve necesario brindar una alimentación proteica para mantener la producción de la colmena (Mendizábal, 2014), pues las abejas obtienen del polen los aminoácidos, lípidos, vitaminas y minerales importantes para el desarrollo de la colmena (Ellis et al., 2023).

El polen es necesario en los primeros 10 días de vida de la abeja para completar, acumular reservas en los cuerpos grasos e iniciar el desarrollo de las glándulas hipofaríngeas, cuya secreción es el componente básico del alimento de las larvas jóvenes (Mungsan, 2018). Se ha demostrado que el valor nutricional del polen y los sustitutos son una influencia en el desarrollo de glándulas hipofaríngeas y de su cuerpo, incluso pueden aumentar sustancialmente la esperanza de vida de la abeja (Vit y Santiago, 2008) (Zúñiga, 2019).

El polen es un conjunto de gametos masculinos que producen las plantas en sus flores que luego son recolectados por las abejas y son transportados a la colmena (González y Cultid-Medina, 2020), dentro de la colmena el polen se encuentra almacenado en forma de pan de abeja, utilizado para alimentar crías en desarrollo y obreras jóvenes (Navarro, 2013) (Gutiérrez y Padilla-Álvarez, 2018, p. 43). El pan de abeja resulta de la mezcla de polen junto con néctar/miel en celdas de la colmena, que con el tiempo logra fermentar por acción de enzimas digestivas de las abejas obreras más el efecto térmico de la colmena (35 a 36 °C), finalmente, el polen sufre una serie de transformaciones y ya convertido en pan de abeja se vuelve más digerible para las abejas (Araneda et al., 2014).

Para la producción de jalea real es necesario que las abejas consuman una dieta alta en proteínas, que en su estado natural se encuentran en el polen recolectado de las flores y es llevado a la colmena, pero se considera que el pan de abeja al ser mejor digerido por la abeja provoca mejores resultados productivos. Por lo anterior se plantearon los siguientes objetivos:

Determinar el efecto de la alimentación con polen o pan de abeja en la actividad de pecoreo, peso, prevalencia de varroa y la producción de jalea real en colmenas de abejas *Apis mellifera*.

Evaluar el efecto de la alimentación con polen o pan de abeja en el contenido de proteína de la jalea real en colmenas de abejas *Apis mellifera*.

## **Materiales y Métodos**

### **Ubicación del Estudio**

El estudio se realizó con colmenas de la planta apícola de Zamorano en el apiario de Monte Redondo, ubicado en el valle de Yeguaré, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán a una altura a 800 msnm, con temperatura máxima de 32 °C y mínima de 19 °C.

El estudio se dividió en dos fases, en la fase uno se desarrolló e implementó una alternativa para procesamiento artificial de pan de abeja y en la fase dos se evaluó el efecto de dietas con polen o pan de abeja en la producción de jalea real.

### **Fase 1. Obtención Artificial de Pan de Abeja**

La producción de pan de abeja inició con el molido del polen para disminuir la partícula y facilitar el tamizado con el que se eliminó impurezas y se logró homogeneizar el grano. Luego, se preparó una mezcla de polen molido más miel en una relación 3:1, la cual, se sometió a un proceso de fermentación en una incubadora con temperatura de 35 - 38 °C durante 7 días, imitando las condiciones propias dentro de la colmena. Según, Bardales y Mendoza (2019) el proceso de producción de pan de abeja en la colmena dura un periodo de siete días y en dicho tiempo, este proceso mejora la composición del polen y su digestibilidad. Al interactuar los azúcares y el agua, estos son absorbidos poco a poco por las células del polen, hasta estallar en un shock osmótico, liberando el citoplasma del interior, haciendo más digeribles los aminoácidos y antioxidantes contenidos en él (Dustmann, 2007). Durante el proceso, se llevaron a cabo los siguientes análisis:

#### ***Peso de la Mezcla (kg)***

Se monitorio el peso de la mezcla, para evaluar si hubo cambios durante la fermentación y sus posibles causas, así como posible relación con rendimiento. Para realizar el análisis se hizo con ayuda de un recipiente plástico y papel encerado para cubrir el fondo y evitar pérdidas por adherencia al recipiente. Se utilizó una balanza RADWAG modelo WTC 2000, con la que se pesó el recipiente junto

con el papel y se anotó el peso, se taró y se agregó 0.03 kg de polen previamente tamizado, se volvió a tarar y se agregó 0.01 kg de miel, mezclando hasta obtener una mezcla homogénea, luego se tomó el peso total del recipiente con el papel y la mezcla. Al finalizar los siete días se volvió a tomar el peso total y se restó el peso del recipiente junto al plástico para evaluar posibles cambios en cuanto a peso.

### ***Potencial de Hidrogeno (pH) de la Mezcla***

El avance de la fermentación se relacionó con posible cambio de pH de la mezcla, por lo que se tomó dato de la muestra al inicio al entrar a la incubadora y al final de los siete días que la muestra permaneció en la incubadora. La toma de datos para este análisis se hizo con un potenciómetro marca OHAUS STARTER Series ELECTRODE, se pesó una muestra de un gramo de mezcla homogeneizada de polen con miel y se agregó 5 ml de agua destilada, luego se depositaron un frasco tubular y se agitó hasta lograr que la mezcla se diluyera en agua destilada. Finalmente, se introdujo el electrodo del equipo y se tomó la medición, este mismo procedimiento se llevó a cabo al final de los siete días en cada repetición.

## **Fase 2. Efecto del Polen en Producción de Jalea Real**

### ***Preparación del Alimento***

La preparación del alimento se llevó a cabo en el laboratorio de la planta apícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Los tres tratamientos del estudio se prepararon con base a una solución energética tradicional con azúcar con agua en una relación 2:1, (Cuadro 1).

### **Cuadro 1**

#### *Formulación del alimento acorde con los tratamientos del estudio*

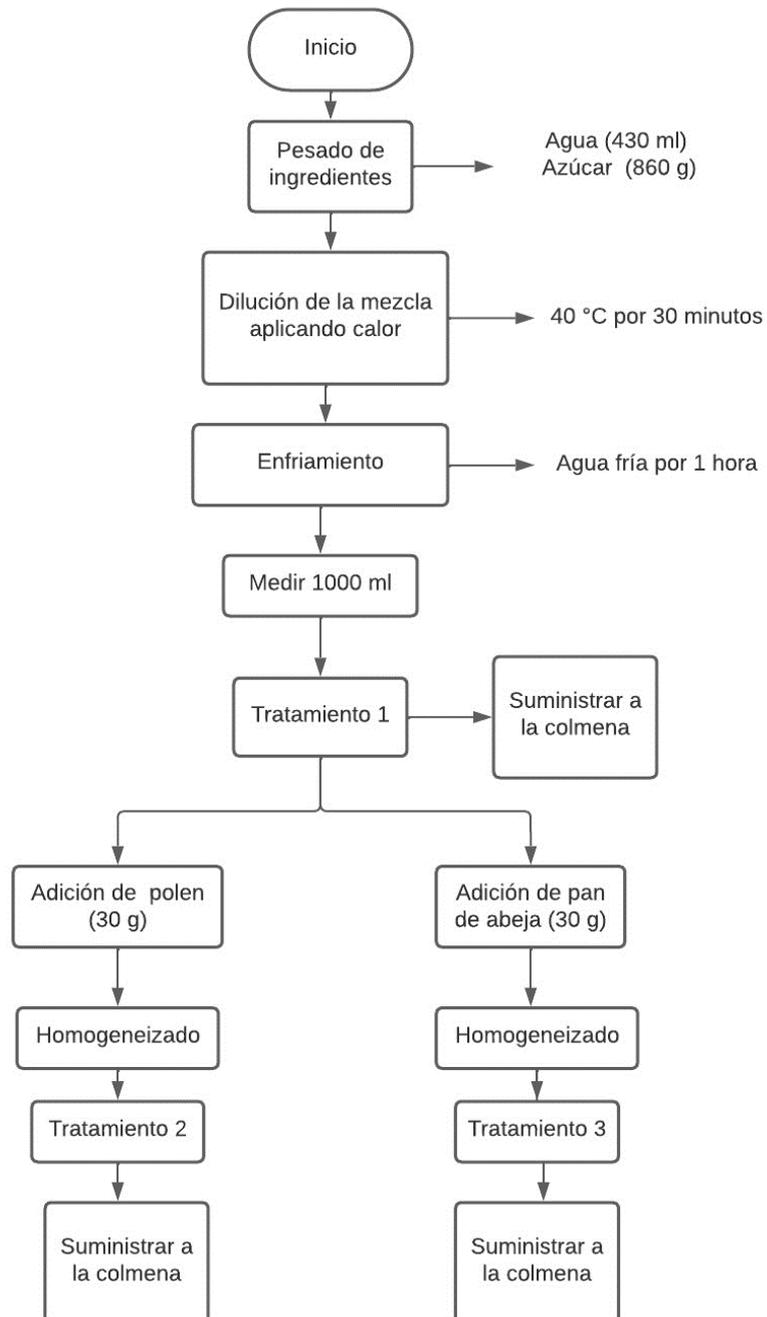
Tratamientos	Pan de Abeja (g)	Polen (g)	Azúcar (g)	Agua (ml)
Alimento tradicional	0	0	860	430
Polen + Alimento tradicional	0	30	860	430
Pan de abeja + Alimento tradicional	30	0	860	430

*Nota.* Alimento tradicional = Solución energética = Agua + azúcar

Los pasos que se siguieron en la preparación de cada uno de los alimentos se presentan en el siguiente diagrama de flujo:

Figura 1

Diagrama de flujo para elaboración de alimento



Nota. Fuente propia

### ***Proceso de Adaptación de la Colmena***

Se seleccionarán nueve colmenas del apiario ubicado en Monte Redondo, las cuales, se dividieron en bloques con tres colmenas. Las colmenas se seleccionaron considerando su actividad (abejeo) y se aseguró que todas las colmenas contaran con reinas de la misma edad (dos meses). El periodo de adaptación se dio en un lapso de cuatro semanas por tratamiento (Cuadro 1), para asegurar que los resultados estuvieran relacionados por efecto del uso de nuevo alimento. Cada mezcla de alimento fue suministrada una vez por semana, con el propósito de ayudar a las abejas a familiarizarse con el cambio de alimentación y tomando en cuenta el cambio de generación de las abejas.

### ***Crianza de Reinas (Traslarve) Para Producción de Jalea Real***

Al finalizar el periodo de adaptación a nuevo alimento y para lograr cosechar jalea real en una colmena fue necesario realizar la crianza de reinas y para ello se utilizó el método Doolitte. Para la crianza de reinas se tomaron larvas, esperando tuvieran máximo dos días de edad, pues se ha demostrado que entre más joven la larva, los resultados en producción de jalea real son mayores. En este estudio, del panal, se tomaron larvas con máximo de 48 horas de edad, Y las larvas fueron colocadas en celdas artificiales en listones, en un marco de cría, que contenía 61 celdas artificiales con aproximadamente 25 mg de jalea real con miel por celda. Lo anterior para asegurar que las abejas nodrizas continuaron alimentando las larvas en celdas contenían jalea real.

### ***Cosecha de Jalea Real***

La cosecha se realizó al tercer día de haber realizado el traslarve, retirando los marcos de cría del interior de la colmena y con la ayuda de una pinza, se retiró la larva de cada una de las copas de las celdas, para luego proceder a cosechar la jalea real con una espátula. Se realizó al tercer día para evitar que la larva tuviera un mayor tamaño y, por lo tanto, evitar un mayor consumo de jalea real por parte de la larva. Después de recolectada la jalea real, se almacenó en frascos y se llevó a refrigeración a temperaturas entre 4-6 °C para mantener mejor sus características y evitar daños en la composición

de la jalea real. En esta fase del estudio, se realizaron los siguientes análisis relacionados con la producción de jalea real en una colmena de *Apis mellifera*:

### ***Peso de la Colmena (kg)***

El pesado de la colmena se realizó con ayuda de una balanza BG-WALL-E, buscando una superficie plana que permitiera la estabilidad de esta y evitara algún tipo de error en la medición, las mediciones se llevaron a cabo en campo dentro del apiario. Algunos estudios han determinado que el peso de la colmena tiene una relación proporcional con el rendimiento productivo de la colmena, y consideran que, a mayor peso, mayor población de abejas, lo cual está ligado a un mayor número de abejas obreras trabajando y produciendo en la colmena (Vázquez et al., 2012) y (Torres, 2018). Colmenas con dos alzas tienen peso promedio de 20 - 40 kilos, valores menores a 20 kilos se relacionan con déficit de desarrollo por posible falta de alimentación, mientras valores mayores a 40 kilos se relacionan con excesos de reservas acumuladas que podrían ocasionar pillaje entre colmena (Ivars, 2016).

### ***Pecoreo (#Abejas/minuto)***

El pecoreo es una actividad que consiste en contabilizar el número de abejas que entran y salen de la colmena en un minuto. Este valor da referencia al apicultor acerca de la población de abejas, actividad productiva y la sanidad de la colmena. En las colmenas sanas se considera una actividad de pecoreo buena, cuando los valores son mayores a 50 abejas/minuto, mientras que valores por debajo de este número, indica posibles problemas relacionados con sanidad o falta de alimento en la colmena, por lo que deben ser solucionados (Vázquez et al., 2012).

### ***Prevalencia de Varroa (%)***

La varroasis es una enfermedad causada por un ácaro parásito, *Varroa jacobsoni*, que afecta a las abejas en todos sus estadios de desarrollo. Se manifiesta con signos clínicos evidentes, observando el parásito sobre la abeja adulta, ya en fase avanzada se encuentran abejas con alas deformadas, llegando a despoblamiento y posterior muerte de la colonia (Coperativa de Trabajo Apícola Pampero [CAP], 2019) y, por lo tanto, en pérdidas de la producción de la colmena. Para su

monitoreo se recolectó una muestra de 200 - 300 abejas dentro de un frasco, posteriormente, se adicionó alcohol al 70% para lograr que la varroa desprenda de la abeja, después de agitar el frasco suavemente por tres minutos. Luego, se filtró el contenido para eliminar el alcohol con ayuda de un colador y una gasa gruesa, así las abejas quedaron en el colador y los ácaros en la gasa. Finalmente, se contabilizaron los ácaros y las abejas contenidos en la muestra y se colocaron los datos en la Ecuación 1 para obtener el porcentaje de infestación (Guzmán et al., 2012) (Universidad de Chile, 2004).

$$\% \text{ de infestacion} = \frac{\text{Total de varroas encontradas}}{\text{Total abejas en la muestra}} \times 100 \quad [1]$$

#### ***Producción de Jalea Real (mg/copa)***

Al pasar los tres días del traslarve se procedió a cosechar la jalea real, para esto se utilizó una pinza especial para retirar la larva y con ayuda de una espátula se extrajo la jalea de cada copa. Una vez cosechada la jalea real, se procedió al pesarla con una balanza RADWAG modelo WTC 2000 y se hizo el cálculo usando la Ecuación 2.

$$\text{Jalea real /Copa} = \frac{\text{Cantidad de jalea (mg)/colmena}}{\text{Numero de copas/colmena}} \quad [2]$$

#### ***Contenido de Proteína (%)***

El análisis de proteína se realizó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ), haciendo uso del método oficial de determinación de proteína cruda AOAC 2001.11 basado en el método Kjeldahl.

El proceso consistió en tres etapas, las cuales, permitieron determinar el nitrógeno orgánico (componente encontrado en todas las proteínas), las etapas fueron:

- a) Digestión con ácido sulfúrico

- b) Destilación de amoniaco
- c) Titulación con ácido clorhídrico

Para determinar el % de proteína se partió del % nitrógeno, para lo cual, se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de N} = \text{NHCL} \times \frac{\text{Tc}}{\text{M}} \times \frac{14 \text{ g}}{\text{mol}} \times 100 \quad [3]$$

$$\% \text{ de Proteina} = \% \text{ N} \times 6.25 \quad [4]$$

Donde:

Tc = Volumen de ácido corregido (L)

N = Normalidad del ácido clorhídrico estandarizado, N

M = peso de la muestra, g

### Diseño Experimental

Para el análisis estadístico del experimento se utilizó pruebas pareadas, para el análisis de valores de pH y peso de la mezcla de polen y miel en la Fase 1, así como el efecto de las dietas en peso de la colmena, pecoreo y presencia de varroa en la Fase 2. Para evaluar el rendimiento y porcentaje de proteína se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), realizando tres repeticiones por cada tratamiento (Cuadro 1) y se analizaron los datos con una separación de medias Duncan, a un nivel de probabilidad del 5%. Todos los datos se analizaron en el programa de análisis estadístico SAS® versión 9.3 (Statistical Analysis System).

## Resultados y Discusión

### Fase 1. Obtención Artificial de Pan de Abeja

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en esta fase:

#### **Peso de la Mezcla (Kg)**

En el Cuadro 2 muestra que en los resultados de peso se encontró diferencias estadísticamente significativa ( $Pr < |t| 0.0001$ ), por lo que el proceso de fermentación provocó diferencias en peso de la mezcla entre el inicio y el final del proceso de obtención de pan de abeja. En promedio, el peso de la mezcla disminuyó 2.36 g lo que equivale a una pérdida de peso de 5.36%, por cada 55 g de mezcla de polen y miel que entró a la cámara de incubación.

#### **Cuadro 2**

*Resultados de diferencia en peso (kg) de la mezcla con polen y miel durante el proceso de fermentación.*

Peso	Media (kg) $\pm$ DE <sup>€</sup>	Pr  t
Inicial	0.055 $\pm$ 0.014	
Final	0.053 $\pm$ 0.015	
Diferencia entre peso	- 0.023 $\pm$ 0.001	0.0001

*Nota.* DE<sup>€</sup> = Desviación estándar.  $P < 0.05$  presenta diferencias estadísticamente significativas en peso de la mezcla de polen y miel

El polen contiene entre 8 – 12% de humedad (Saavedra et al., 2013, p. 5) y la miel posee una humedad próxima al 20%, por lo que ambos pudieron formar una masa húmeda que al exponerla a temperatura de 35 – 38 °C, pues la mezcla pudo deshidratarse y perder peso en forma de vapor (Raírez, 2016). De acuerdo con Dergal (2006, pp. 14–15) el agua libre, también llamada agua capilar, es el agua que se encuentra no ligada o unida a otras moléculas en la estructura del alimento, en este estudio, la mezcla pudo contener agua libre en su estructura, la cual fue de fácil de eliminar como vapor cuando se sometió a altas temperaturas constantes en un determinado tiempo (Arévalo, 2017).

#### **Potencial de Hidrogeno (pH) de la Mezcla**

El cuadro 3, indica que se encontró diferencia estadísticamente significativa en el pH de la mezcla durante el proceso de fermentación ( $Pr < |t| 0.0014$ ), teniendo una media de reducción de pH de 0.258, lo que equivale a una disminución del 5.88%.

### Cuadro 3

*Resultados de diferencia en pH en mezcla de polen y miel durante el proceso de fermentación.*

pH	Media $\pm$ DE <sup>ε</sup>	Pr  t
Inicial	4.39 $\pm$ 0.12	
Final	4.13 $\pm$ 0.32	
Diferencia entre pH	- 0.26 $\pm$ 0.23	0.0014

*Nota.* DE<sup>ε</sup> = Desviación estándar. P<0.05 presenta diferencias estadísticamente significativas en valores de pH

El cambio de pH en la mezcla de polen y miel pudo relacionarse con el proceso de fermentación ácido-láctica, durante la cual, la mezcla pudo sufrir cambios bioquímicos por efecto del contenido de azúcares fermentables de la mezcla más las enzimas salivales que la abeja colocó sobre los granos de polen al momento de la cosecha. La fermentación ácido-láctica produce ácido láctico, lo que pudo convertirla en pan de abeja (Araneda et al., 2014). Los resultados obtenidos de pH, concuerdan los obtenidos en el estudio realizado por Fuenmayor (2009) quien reporto un pH de 4.13 en pan de abeja elaborado en laboratorio, los datos también se asemejan a los reportados por Choriego (2015), quien trabajo con polen de Zamorano y reporto un pH de 4.23 al final de la fermentación en la obtención del pan de abeja.

Según expertos, el pan de abeja al haber pasado por un proceso de fermentación y posiblemente al haber producido ácido láctico, por acción de enzimas y otros componentes, tiene un impacto en la reducción del pH. En el proceso interactúan diferentes enzimas, como esterasas, lipasas, proteasas, aminopeptidasas y fosfatasas (Araneda et al., 2014, p. 64), las cuales, permiten convertir sustancias difíciles de digerir (como proteínas y azúcar) en sustancias más simples, lo que posiblemente provoca un mayor aprovechamiento por parte de la abeja y mejore su productividad dentro de la colmena.

### **Fase 2. Efecto del Polen en Producción de Jalea Real**

A continuación, se presentan los resultados al implementar el uso de polen y pan de abeja en alimentación de colmenas en producción.

### **Peso de la colmena (kg)**

El Cuadro 4 muestra que no se encontró diferencia estadísticamente significativa en el peso inicial y final de las colmenas con alimentación tradicional; ni en las colmenas que se les adicionó polen sin fermentar ( $P > 0.05$ ), pero si se encontró diferencias en el peso inicial y final de las colmenas que se les adicionó pan de abeja ( $Pr < |t| = 0.0176$ ).

#### **Cuadro 4**

*Resultados del efecto del uso de polen y pan de abeja en la diferencia de peso (Kg) en la colmena*

Tratamiento	Etapa inicial Media $\pm$ DE <sup>€</sup>	Etapa final Media $\pm$ DE <sup>€</sup>	Diferencia Media $\pm$ DE <sup>€</sup>	Pr  t
Alimento tradicional	45.12 $\pm$ 8.00 <sup>a</sup>	46.33 $\pm$ 7.90 <sup>a</sup>	1.21 $\pm$ 0.54	0.0608
Polen + AT	41.22 $\pm$ 0.74 <sup>a</sup>	42.40 $\pm$ 1.99 <sup>a</sup>	1.18 $\pm$ 1.52	0.3092
Pan de abeja + AT	39.96 $\pm$ 2.01 <sup>a</sup>	42.59 $\pm$ 1.41 <sup>a</sup>	2.63 $\pm$ 0.61	0.0176
C.V. (%)	9.33	8.90		

*Nota.* AT= Alimento tradicional. DE<sup>€</sup> = Desviación estándar. Alimento tradicional = Agua + azúcar. CV = coeficiente de variación.  $P < 0.05$  presenta diferencia estadísticamente significativa en peso entre filas. Letras iguales en una misma columna indican que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos por etapa ( $P > 0.05$ ).

De acuerdo a un estudio realizado por Robalino (2012) la alimentación artificial influye en el crecimiento de la tasa poblacional de una colmena, por lo que atribuyó las diferencias de peso al tipo de alimentación suministrado, pues, las abejas necesitan suplir sus necesidades biológicas y nutricionales (Belén et al., 2020). En este estudio el pan de abeja, al haber pasado por un posible proceso de fermentación pues probablemente permitió que las proteínas estuvieran más disponibles, provocando un efecto significativo en el crecimiento de la población de abejas en la colmena. Según expertos, cada kilogramo de peso de la colmena equivale en promedio a 10,000 abejas, por lo que al haber diferencia de peso en el tratamiento con pan de abeja, se esperaría un mayor número de obreras en la colmena y mayor número de nodrizas produciendo jalea real.

### **Pecoreo (#abejas/minuto)**

El Cuadro 5 indica que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas dentro de los tratamientos en el pecoreo al inicio y al final del proceso de adaptación ( $P > 0.05$ ), por tanto, en este estudio el uso de polen o pan de abeja no afectó este indicador en la producción de jalea real. De acuerdo con Martell-Tamanis et al. (2019) y Abou-Shaara et al. (2013) factores como la densidad de

la flora melífera y nectarífera en el entorno, minimiza el recorrido de la abeja en su pecoreo influyendo en los rendimientos.

### Cuadro 5

*Resultados del efecto del uso de polen y pan de abeja en las diferencias en pecoreo en la colmena (#abejas/minuto)*

Tratamiento	Etapa inicial Media $\pm$ DE <sup>€</sup>	Etapa final Media $\pm$ DE <sup>€</sup>	Diferencia Media $\pm$ DE <sup>€</sup>	Pr  t
Alimento tradicional	84.67 $\pm$ 17.62 <sup>a</sup>	81.67 $\pm$ 22.37 <sup>a</sup>	-3.00 $\pm$ 19.00	0.8101
Polen + AT	79.33 $\pm$ 13.50 <sup>a</sup>	100.33 $\pm$ 50.90 <sup>a</sup>	21.00 $\pm$ 63.15	0.6228
Pan de abeja + AT	76.67 $\pm$ 13.01 <sup>a</sup>	89.67 $\pm$ 11.06 <sup>a</sup>	13.00 $\pm$ 19.93	0.3757
C.V. (%)	5.95	29.7		

*Nota.* AT= Alimento tradicional. DE<sup>€</sup> = Desviación estándar. Alimento tradicional = Agua + azúcar. CV = coeficiente de variación. P>0.05 no presenta diferencia estadísticamente significativa en pecoreo entre filas. Letras iguales en una misma columna indican que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos por etapa (P>0.05).

Magaña et al. (2016, p. 1106) y Medina-Cuéllar et al. (2014) señalan que la actividad de la colmena se encuentra asociada a diversos factores o eventos físicos naturales, por lo que las fluctuaciones climáticas y la disponibilidad de fuentes de alimento tienen un gran impacto en la actividad de pecoreo de las abejas. A pesar de no encontrar diferencias significativas, vale la pena destacar que todos los tratamientos presentaron altos niveles de pecoreo, ya que este fue mayor a 50 abejas entrando y saliendo de la colmena por minutos, el cual, es un indicador de un buen desarrollo de la colmena (Gutiérrez y Padilla-Álvarez, 2018, p. 44).

### **Prevalencia de Varroa (%)**

El Cuadro 6 se encuentra que no hubo diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos (P>0.05), lo que indica que en este estudio el uso de polen o pan de abeja no afectó los niveles de incidencia de varroa. Independientemente de tipo de alimentación, las colmenas en este estudio sobrepasaron los límites de porcentaje de varroa por colmena y según de Underwood y Lopez-Uribe (2023) investigadores de la universidad de Pensilvania, los niveles críticos para el control de varroa es a partir de porcentajes mayores al 2%.

**Cuadro 6**

*Resultados del efecto del uso de polen y pan de abeja en la prevalencia de varroa (%) en la colmena*

Tratamiento	Etapa inicial Media $\pm$ DE <sup>€</sup>	Etapa final Media $\pm$ DE <sup>€</sup>	Diferencia Media $\pm$ DE <sup>€</sup>	Pr  t
Alimento tradicional	4.19 $\pm$ 2.01 <sup>a</sup>	5.95 $\pm$ 1.86 <sup>a</sup>	1.757 $\pm$ 2.101	0.2846
Polen + AT	5.28 $\pm$ 1.27 <sup>a</sup>	4.99 $\pm$ 0.43 <sup>a</sup>	- 0.270 $\pm$ 1.359	0.62.28
Pan de abeja + AT	5.93 $\pm$ 1.25 <sup>a</sup>	4.61 $\pm$ 2.09 <sup>a</sup>	- 1.327 $\pm$ 0.904	0.1260
C.V. (%)	32.70	34.63		

*Nota:* AT= Alimento tradicional. DE<sup>€</sup> = Desviación estándar. Alimento tradicional = Agua + azúcar. CV = coeficiente de variación. P>0.05 no presenta diferencia estadísticamente significativa en recuento de varroa entre filas. Letras iguales en una misma columna indican que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos por etapas (P>0.05).

De acuerdo con Tejerina y Benítez (2022) los índices de varroa, podrían estar relacionados con la región y a las especies de cultivo circundantes, ya que al disminuir la diversidad floral se afecta el sistema inmune de las abejas y su estado nutricional. Por otra parte, se ha demostrado que la abeja, al tener mejores fuentes de proteína, tiene mejor sobrevivencia a enfermedades, tanto en su estado adulto como en su estado larval (2018).

**Producción de Jalea Real (mg/copa)**

En el Cuadro 7 muestra que en este estudio no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos (P>0.05), por lo que la dieta proteica a las cuatro semanas de adaptación no tuvo un impacto en la producción de jalea real por copa. En promedio hubo una producción de 229 -286 mg de jalea real por copa celda y estos resultados se asemejan a los reportados por (Oré, 2016) así como Ballesteros y Vásquez (2007) quienes reportaron rendimientos de 208 mg por copa aceptada. Por otra parte, Zúñiga (2019) indica que la producción promedio de jalea real debe ser 313 mg, los cuales están por encima de los encontrados en este estudio.

**Cuadro 7**

*Resultados del efecto del uso de polen y pan de abeja en el rendimiento de jalea real (mg/copa)*

Tratamiento	Media $\pm$ D.E <sup>€</sup> NS
Alimento tradicional	286.33 $\pm$ 161.01 <sup>a</sup>
Polen + AT	228.67 $\pm$ 063.57 <sup>a</sup>
Pan de abeja + AT	236.67 $\pm$ 106.81 <sup>a</sup>
C.V. (%)	43.373

*Nota.* AT= Alimento tradicional. NS: No significativo (P> 0.05). C.V. (%) = Coeficiente de variación. D.E<sup>€</sup> = Desviación Estándar. Alimento tradicional = Agua + azúcar.

En este estudio no hubo diferencia entre colmenas con diferentes tipos de alimento, esto pudo estar relacionado con el hecho de que posiblemente no todas las larvas tenían la misma edad al momento del traslarve. Lo anterior, pudo impactar en la producción de jalea real, ya que las abejas nodrizas alimentan a las larvas con jalea real solo los primeros tres días de vida. Al tener larvas con diferentes edades, posiblemente algunas recibieron mayor o menor cantidad de jalea real en su copa y al momento de la cosecha se encontró que las larvas de mayor edad estaban más desarrolladas y pudieron haber consumido mayor cantidad de jalea real, causando variabilidad en el contenido de jalea real por copa.

### **Contenido de Proteína (%)**

El Cuadro 8 muestra que se encontró diferencias estadísticamente significativas en porcentaje de proteína entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ), la jalea real de las colmenas alimentadas con pan de abeja presentó mayor valor proteico total. Independiente del tipo de alimentación, los valores de proteína concuerdan con lo señalado por Ramanathan et al. (2018), quienes establecen que el rango de proteína de la jalea real puede variar entre 9 – 18 %. Por otra parte, Conde (2019) indica que además de variar en porcentaje el contenido de proteína de la jalea real, también, puede haber variaciones en la estructura, cambiando así el tipo de proteínas presentes.

### **Cuadro 8**

*Resultados del efecto del uso de polen y pan de abeja en el contenido de proteína (%) en la jalea real*

Tratamiento	Media $\pm$ D.E <sup>€</sup>
Alimento tradicional	12.413 $\pm$ 0.085 c
Polen + AT	13.983 $\pm$ 0.725 b
Pan de abeja + AT	14.827 $\pm$ 0.186 a
C.V. (%)	2.576

*Nota.* AT= Alimento tradicional. Letras diferentes dentro de la misma columna indican que hay diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). C.V. (%) = Coeficiente de variación. D.E<sup>€</sup> = Desviación Estándar. Alimento tradicional = Agua + azúcar.

En este estudio se encontró que suministrar fuentes de proteína de mejor digestibilidad, como el pan de abeja, ayuda a la abeja a mantener sus reservas de proteína y por lo tanto pudo trasladar esas proteínas a la jalea real. De acuerdo con Mungsan (2018) el polen en forma de pan de abeja constituye el alimento nitrogenado más importante para las abejas alimentadoras (nodrizas,

productoras de la jalea real). El alimento tradicional al ser escaso en proteína pudo obligar a la abeja a usar todas sus reservas de proteínas y al ser estas escasas se vio reflejado en el contenido de proteína. En el caso del alimento adicionado con polen proveyó mayor contenido de proteínas, pero al ser las proteínas del pan de abeja más digeribles y de más fácil acceso, la abeja pudo acumular mayor proteína en sus reservas y pudo transferirlas a la jalea real.

De acuerdo con las recomendaciones, el consumo de jalea real va desde los 500 a 1000 mg de jalea real por al día en personas adultas, reduciendo los valores a 250 a 500 mg de jalea real para niños (Tiuquina, 2022). Cabe mencionar que jalea real, a pesar de ser fuente de proteína, de acuerdo con recomendaciones su ingesta es muy limitada, acorde con los resultados de este estudio 500 mg de jalea aportaría menos del 1 % del valor diario de ingesta de proteína. Por otra parte, el valor de la jalea real radica en el valor biológico de sus proteínas y la bioactividad de sus componentes, convirtiéndole en un ingrediente atractivo para la industria alimentaria y nutracéutica (Conde, 2019).

### Conclusiones

Dentro de la colmena la adición de polen y pan de abeja en la alimentación mantuvo valores en prevalencia de varroa, la actividad de pecoreo y la producción de jalea real por copa, pero solo la adición de pan de abeja en la alimentación provocó aumento de peso de la colmena.

La adición de polen y pan de abeja en la alimentación de colmenas *Apis mellifera* provocó aumento en el contenido de proteína de la jalea real.

### **Recomendaciones**

Realizar un estudio de crianza de reinas con orfandad en la colmena, pues este sistema hace creer a las nodrizas que las larvas son potenciales reinas y provoca que las nodrizas alimenten con jalea real a las larvas por mayor número de días.

Al continuar utilizando el método Doolittle como crianza de reinas, se debe disminuir los días de espera de cosecha luego del traslarve, pues este método hace creer a las abejas nodrizas que las larvas son de abeja obrera y ella solo alimenta a las larvas obreras en sus primeros tres días de nacida

Se recomienda proporcionar capacitación a la persona encargada de llevar a cabo el traslarve, con el objetivo de que pueda llevar a cabo un estudio utilizando larvas de 24 horas de edad.

## Referencias

Abou-Shaara, H., Al-Ghamdi, A. y Mohamed, A. (2013). A Suitability Map for Keeping Honey Bees Under Harsh Environmental Conditions Using Geographical Information System. *World Applied Sciences Journal*, 22(8), 1099–1105. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.22.08.7384>

Alcala, I., Bentancur, D., Acevedo, J., Nuñez, P. y Moguel, Y. (2018). Actividad antioxidante de la jalea real obtenida de colonias alimentadas con dos diferentes suplementos proteicos. (*Biotecnia*), 21(1), 102–108. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v21i1.819>

Araneda, X., Velásquez, C., Morales D y Martínez I (2014). Producción de pan de abejas (*Apis mellifera* L.) bajo condiciones de laboratorio. *IDESIA (Arica)*, 32(4), 63–69. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292014000400008](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292014000400008)

Arévalo, S. (2017). *Agua en los alimentos* [Tesis de grado]. Escuela de formación profesional de ingeniería en industrias alimentarias, Iquitos-Perú. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17806/1/27T00551.pdf>

Ballesteros, H. y Vásquez, R. (2007). Determinación de la producción de jalea real en colmenas de cría de diferentes dimensiones. *Corpoica. Ciencia Y Tecnología Agropecuaria*, 8(1), 75–81. <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945022010.pdf>

Bardales, S. y Mendoza, N. (2019). *Desarrollo de aplicaciones culinarias a partir del pan de abeja perteneciente a la especie (Apis mellifera carnica) en la ciudad de Guayaquil* [Tesis de grado]. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/46746/1/BINGQ-GS-19P60.pdf>

Belén, M., Moja, J. y Rodríguez, G. (2020). *Nutrición y alimentación de las abejas: Buenas prácticas apícolas para la alimentación artificial*. Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA. <https://www.fontagro.org/new/noticias/147/es/buenas-practicas-en-alimentacion-de-abejas>

Borbor, J. (2015). *Respuesta 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, La Libertad-Ecuador. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2242/1/UPSE-TIA-2015-025.pdf>

Choriego, M. (2015). *Caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial del pan de abeja (Apis mellifera) producido en laboratorio* [Proyecto Especial de Graduación]. EAP, Zamorano, Francisco Morazán, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/24679c6e-3b09-44e9-b885-eb8a67ed8744/content>

Conde, J. (2019). *Identificación de péptidos bioactivos generados durante la digestión gastrointestinal in vitro de proteínas de jalea real* [Tesis de posgrado]. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. <https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/libro-badui200626571.pdf>

Cooperativa de Trabajo Apícola Pampero (2019, 4 de febrero). Varroa: método del frasco. *Cooperativa De Trabajo Apícola Pampero*. <https://cooperativapampero.coop/varroa-metodo-del-frasco/>

Crozier, J. (2019). *Manual Técnico de Apicultura*. Tegucigalpa, Honduras. Secretaria de agricultura y ganadería. <https://dicta.gob.hn/files/2019,Manual-tecnico-de-apicultura.pdf>

Dergal, S. (Ed.). (2006). *Química de los alimentos* (Cuarta edición). Pearson Educación de México, S. A. de C. V.

Dustmann, J. (Abril 2007). *Fresh Pollen Offers Best Therapeutic and Nutritional Benefits*. 5th Apitherapy News. <http://apitherapy.blogspot.com/2007/04/fresh-pollen-offers-best-therapeutic.html>

Ellis, A., Ellis, J., O'Malley, M. y Zettel C. (2023). *Los beneficios del polen para las abejas melíferas: Departamento de Entomología y Nematología*. UF/IFAS. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN1415>

Fuenmayor, C. (2009). *Aplicación de bioprocesos en polen de abeja para el desarrollo de un suplemento nutricional proteico* [Tesis de posgrado]. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. [http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/32938/GUIA\\_AMBIENTAL\\_APICOLA\\_Bogota\\_-Colombia.pdf?isAllowed=y&sequence=1](http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/32938/GUIA_AMBIENTAL_APICOLA_Bogota_-Colombia.pdf?isAllowed=y&sequence=1)

González, P. y Cultid-Medina, C. (2020). El polen y las abejas: una relación mas completa de lo que aparenta. *INECOL*, 1(8), 1–5. [https://www.researchgate.net/publication/346654345\\_EL\\_POLEN\\_Y\\_LAS\\_ABEJAS\\_UNA\\_RELACION\\_MAS\\_COMPLEJA\\_DE\\_LO\\_QUE\\_APARENTA](https://www.researchgate.net/publication/346654345_EL_POLEN_Y_LAS_ABEJAS_UNA_RELACION_MAS_COMPLEJA_DE_LO_QUE_APARENTA)

Gutiérrez, M. y Padilla-Álvarez, F. (2018). Regulación del pecoreo de polen en *Apis mellifera*: efecto del incremento de la cantidad de crías en las colonias. *AICA*, 11, 43–48. [http://www.uco.es/dptos/zoologia/Apicultura/trabajos\\_libros/2018\\_Regulacion\\_pecoreo\\_AICA.pdf](http://www.uco.es/dptos/zoologia/Apicultura/trabajos_libros/2018_Regulacion_pecoreo_AICA.pdf)

Guzmán, E., Correa, A., Zozaya A, Espinoza, L., Prieto, D., Reyes, M., López, A., Gris, A., Anguiano, R., Vasquez, I., Tanús, E. y Vasquez, R. (2012). *Patología, diagnóstico y control de las principales enfermedades y plagas de las abejas melíferas*. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. <https://dicta.gob.hn/files/2019,Manual-tecnico-de-apicultura.pdf>

Instituto de Información Estadística y Geográfica (IIEG). (2021). *Nuestra vida por las abejas*. Instituto de Información Estadística y Geográfica. <https://iieg.gob.mx/strategos/nuestra-vida-por-las-abejas/>

Ivars, J. (2016, 9 de agosto). Cómo revisar una colmena de abejas. *La Tienda Del Apicultor*. <https://www.latiendadelapicultor.com/blog/como-revisar-una-colmena/>

Magaña, M., Tavera, M., Salazar, L. y Sanginés J. (2016). Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 7(5), 1103–1115. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n5/2007-0934-remexca-7-05-1103.pdf> (Instituto Tecnológico de Conkal).

Martell-Tamanis, A., Lobato-Rosales, F., Landa-Zárata, M., Luna-Chontal, G., García-Santamaría, L. y Fernández-Lambert, G. (2019). Variables de influencia para la producción de miel utilizando abejas *Apis mellifera* en la región de Misantla. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 10(6). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342019000601353](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000601353)

Medina-Cuéllar, Portillo-Vázquez, M., Álvarez-Coque, J., Terrazas-González, G. y Alba-Nevárez, L. (2014). Influencia del ambiente sobre la productividad de la segunda cosecha de miel de abeja en Aguascalientes de 1998 a 2010. *Chapingo Serie Ciencias Forestales Y Del Ambiente*, 20(2), 159–165. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-40182014000200002](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182014000200002) (Universidad Autónoma Chapingo).

Mendizábal, F. M. (2014). *Abejas, manuales esenciales*. Editorial Albatros Saci.

Mungsan, N. (2018). *Origen y diversidad de polen apícola* [Trabajo de fin de grado]. Universidad Complutense de Madrid, Madrid. <https://docta.ucm.es/entities/publication/b271e760-a1ee-4b27-bc66-292313debad0>

Navarro, A. (2013). *Evaluación de dos sistemas de secador y dos tiempos de secado en las características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales del polen de abejas* [Tesis de grado]. EAP, Zamorano, Francisco Morazán, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/13ff3824-ccd4-496d-9f0f-7dc6a2f75144/content>

Norma Salvadoreña (NSO) (2005). *Jalea Real. Especificaciones*. (NSO, 67.38.03:05). El salvador. [https://www.oirsa.org/contenido/2017/El\\_Salvador\\_INOCUIDAD/13.%20NSO%2067%2038%2003%2005-JALEA\\_REAL\\_ESPECIFICACIONES.pdf](https://www.oirsa.org/contenido/2017/El_Salvador_INOCUIDAD/13.%20NSO%2067%2038%2003%2005-JALEA_REAL_ESPECIFICACIONES.pdf)

Oré, J. (2016). *Comparativo de tres tipos de colmenas en la crianza de abejas reinas (Apis mellifera)* [Tesis de Pregrado]. Universidad Agraria La Molina, Lima - Perú. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2850>

Pina, A., Begou, O., Kanelis, D., Gika, H., Kalogiannis, S., Tananaki, C., Theodoridis, G. y Zotou, A. (2018). Targeted profiling of hydrophilic constituents of royal jelly by hydrophilic interaction liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography a*, 1531(5), 53–63. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2017.11.019>

Raírez, Y. (2016). *Efecto del tiempo de secado en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del polen de abejas (Apis mellifera)* [Proyecto especial de graduación]. Zamorano, Francisco Morazán, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e60de227-84eb-46e8-aec3-b50c969e1e20/content>

Ramanathan, A., Nair, A. y Suguna, V. (2018). A review on Royal Jelly proteins and peptides. *Journal of Functional Foods*, 44, 255–264. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1756464618300884>

Rico, A. (2021). *Estado de conocimiento de estudios en abejas (Hymenoptera: Apoidea) en Colombia, con énfasis en su ecología funcional* [Tesis final de Pregrado]. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C. [https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/59471/Tesis\\_Gabriel-Rico-Aristizabal\\_ParaRepositorio.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/59471/Tesis_Gabriel-Rico-Aristizabal_ParaRepositorio.pdf?isAllowed=y&sequence=1)

Robalino, L. (2012). *Efecto de dos tipos de alimento y dos tiempos de cosecha en la producción de jalea real* [Proyecto especial de graduación]. Zamorano, Francisco Morazán, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/13411918-2015-4999-9601-514f8716cddd/content>

Rodríguez, A., Gadea L, Landero J y Hernandez A (2015, diciembre). Evaluación de tres suplementos alimenticios en la producción de Apis mellifera en la Agropecuaria los Potrerillos - Jinotega. *Revista Científica De La UNAN-León*, 6(2), 1–8. [https://www.mieldemalaga.com/data/manual\\_apicultura.hon.pdf](https://www.mieldemalaga.com/data/manual_apicultura.hon.pdf)

Saavedra, K., Rojas, C. y Delgado, G. (2013). Características polínicas y composición química del polen apícola colectado en Cayaltí (Lambayeque – Perú). *Chil Nutr*, 40(1), 1–8. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v40n1/art11.pdf>

Tejerina, M. y Benítez, M. (2022). Incidencia de factores ambientales sobre la prevalencia de *Varroa* spp. y *Nosema* spp. en zonas fitogeográficas de la provincia de Jujuy, Argentina. *Idesia (Arica)*, 40(2), 103–112. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292022000200103>

Tiuquina, M. (2022). *Beneficios de la jalea real sobre el fortalecimiento del organismo en el ser humano* [Tesis de Pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17806/1/27T00551.pdf>

Torres, L. (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* [Proyecto especial de graduación]. EAP, Zamorano, Francisco Morazán, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/5abdf48f-4889-46e0-b585-5a99afdf27d0/content>

Underwood, R. y Lopez-Urbe, M. (2023). *Métodos para el control de Varroa destructor: un enfoque de manejo integrado de plagas*. Universidad de Pensilvania. <https://extension.psu.edu/metodos-para-el-control-de-varroa-destructor-un-enfoque-de-manejo-integrado-de-plagas>

Universidad de Chile (2004). Varroasis: un nuevo problema parasitario para Chile. *Monografías De Medicina Veterinaria*, 15(1 y 2). [https://web.uchile.cl/vignette/monografiasveterinaria/monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon\\_vet\\_simple/0,1420,SCID%253D18200%2526SID%253D440%2526PRT%253D18195,00.html](https://web.uchile.cl/vignette/monografiasveterinaria/monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon_vet_simple/0,1420,SCID%253D18200%2526SID%253D440%2526PRT%253D18195,00.html)

Vázquez, R., Martínez, R, Ortega, N y Maldonado, W. (2012). *Manual técnico de apicultura abeja (Apis mellifera)* (1ª ed.). Produmedios.

Vit, P. y Santiago, B. (2008). *Composición química de polen apícola fresco recolectado en el páramo de Misintá de los andes venezolanos*. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2008/4/art-14/>

Zúñiga, P. E. (2019). *Producción de jalea real para el sector apícola costarricense*. Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT), de la Universidad Nacional. [https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5052/Syumeey\\_Tesis\\_Titulo\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5052/Syumeey_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## Anexos

### Anexo A

#### *Programa de adaptación de las colmenas*

Programa de adaptación de las colmenas (2023)												
Mes	Mayo				Junio				Julio			
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Repetición 1												
Adaptación		x	x	x	x							
Repetición 2												
Adaptación					x	x	x	x				
Repetición 3												
Adaptación									x	x	x	x

## Anexo B

### *Costos variables de formulación de un litro de alimento*

Tratamientos												
Ingredientes	+ Azúcar			Agua			Adición de polen			Adición de pan de abeja		
	Cantidad (g)	Costo (L)	Costo (\$)	Cantidad	Costo (L)	Costo (\$)	Cantidad (g)	Costo (L)	Costo (\$)	Cantidad (g)	Costo (L)	Costo (\$)
Polen	0			30	33	1.34	21.5	24	0.98			
Miel							10.5	2.3	0.10			
Azúcar	860	22.4	0.9	860	22.4	0.9	860	22.4	0.9			
Agua	430			430			430					
<b>Total</b>		<b>22.4</b>	<b>0.9</b>		<b>55.4</b>	<b>2.24</b>		<b>48.7</b>	<b>1.98</b>			

Nota. Tasa de cambio 24.60 L./ 1 \$

## Anexo C

### *Producción de jalea real con el método Doolittle*

Este método fue nombrado en honor a su desarrollador Gilbert M. Doolittle. El método consiste en trasladar larvas jóvenes de menos de tres días de edad a celdas artificiales, con el objetivo de producir jalea real. Para el desarrollo de este método es necesario tener colmenas fuertes y en un estado óptimo que incentive la aceptación y la construcción de celdas reales (Zúñiga, 2019).

Para la aplicación del método se utilizaron celdas artificiales con un diámetro comprendido de 8 a 10 mm, puestas en un listón, colocado en un cuadro de cría, como se muestra en la siguiente figura:



Los pasos siguientes, como el traslarve y la cosecha de jalea real, se describen en la metodología de este estudio.