

**Efecto del tratamiento térmico en
formulaciones de alimento proteico y alimento
tradicional para abejas productoras de jalea
real**

Zoila Marcela Esther Martínez Chávez

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Octubre, 2014

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto del tratamiento térmico en formulaciones de alimento proteico y alimento tradicional para abejas productoras de jalea real

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Zoila Marcela Esther Martínez Chávez

Zamorano, Honduras

Octubre, 2014

Efecto del tratamiento térmico en formulaciones de alimento proteico y alimento tradicional para abejas productoras de jalea real

Presentado por:

Zoila Marcela Esther Martínez Chávez

Aprobado:

Blanca Carolina Valladares, M.Sc.
Asesora Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria
Alimentaria

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Efecto del tratamiento térmico en formulaciones de alimento proteico y alimento tradicional para abejas productoras de jalea real.

Zoila Marcela Esther Martínez Chávez

Resumen. La jalea real es un producto de la colmena con alto valor comercial y las abejas nodrizas son encargadas de producirla a través de las glándulas hipofaríngeas. Brindar alimentación suplementaria permite a la colmena sobrevivir y el adecuado funcionamiento de dichas glándulas. Suplementar con suero de leche de vaca y polen, es una alternativa de bajo costo, que incrementa la disponibilidad de proteína y minerales en la dieta de las abejas durante la escasez. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del tratamiento térmico brindado a diferentes alimentos para abejas, en la producción de jalea real y porcentaje de proteína presente en la jalea. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2×2 siendo los factores el empleo de tratamiento térmico y el tipo de alimento (tradicional y proteico). Se realizaron análisis de población de colmenas, copas llenas, producción de jalea real, incidencia de enfermedades y contenido de proteína cruda en la jalea real. El alimento suplementado con polen y suero de leche tratado con tratamiento térmico, aumenta la producción de jalea real en 28.5% respecto al alimento tradicional. Para aumentar la producción de jalea real, las abejas requieren un periodo de adaptación al alimento proteico, mayor a 15 días.

Palabras clave: Alimentación suplementaria, *Apis mellifera*, colmena

Abstract. Royal jelly is a product of the hive with high commercial value; nurse bees are responsible for producing it through the hypopharyngeal glands. Providing supplementary feeding will help the hive survive and to the proper functioning of these glands. Supplementing with whey and pollen, is a low-cost feed that increases availability of protein and minerals in the bees diet during shortage. The aim of this study was to determine the effect of heat treatment given to different bees feed in the production of royal jelly and its protein percentage. A randomized complete block design with factorial arrangement 2×2 was used, being the use of heat treatment and the type of food (traditional and protein) the factors. Population analysis of hives, full cups, royal jelly production, disease incidence and crude protein content in royal jelly analysis were performed. Protein feed supplemented with whey, pollen and heat treated milk, increases the royal jelly production by 28.5% compared to traditional food. To increase the production of royal jelly, bees require a period superior to 15 days of adaptation to protein food.

Key words: *Apis mellifera*, supplementary feeding, hive

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	12
5 RECOMENDACIONES	13
6 LITERATURA CITADA.....	14
7 ANEXOS	16

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Temperatura, rocío y humedad relativa promedio en Zamorano (1ro de Mayo – 30 de Junio del 2014).	3
2. Formulaciones de Alimentos.	3
3. Escala infestación de nosema.	6
4. Tratamientos de acuerdo a diseño experimental.	7
5. Peso de colmenas.....	8
6. Porcentaje de copas llenas	9
7. Peso de jalea real por colmena	10
8. Resultado de análisis de nosema	11
9. Resultado de análisis de proteína	11
Figuras	Página
10. Flujo de proceso para elaboración de alimentos evaluados.....	4
11. Funcionamiento de un excluidor de reinas y un excluidor metálico.	5
Anexos	Página
12. Correlación de Pearson entre variables evaluadas.....	16
13. Análisis de varianza.....	16

1. INTRODUCCIÓN

La jalea real es un producto de la colmena de color blanquecino, con una consistencia gelatinosa y homogénea. Tiene un olor pungente y un sabor astringente muy característico (FAO 1996). Es parcialmente soluble en agua y altamente ácida con un pH 3.4 a 4.5 (Sabatini *et al.* 2008). Las abejas nodrizas son las encargadas de la producción de jalea real a través de las glándulas hipofaríngeas (FAO 1996).

El polen es la única fuente proteica natural que tienen disponible las abejas y en la época de invierno se dificulta su obtención. En las épocas del año donde el polen y el néctar no estén disponibles, brindar alimentación suplementaria ayuda a la colmena a sobrevivir, por la obtención de proteínas, carbohidratos, minerales, grasas y vitaminas requeridas para el desempeño de sus funciones vitales, como es el correcto funcionamiento de las glándulas hipofaríngeas (De Araujo y Echazarreta 2001, Standifer 1980).

La alimentación suplementaria en las abejas está basada en sustancias energéticas y proteicas. En esta última, productos como harina de soya, levadura de cerveza y sustitutos lácteos son utilizados para complementar parcialmente los requerimientos de las abejas (De Araujo y Echazarreta 2001).

En Centroamérica es conocido que los apicultores suplan a las abejas solamente alimentos energéticos, en concentraciones diferentes y con fines diferentes (Proyecto Apícola Swisscontact FOMIN BID 2010). Sin embargo, es necesario suplementar con alimentos proteicos para poder aumentar la producción específicamente de jalea real, por ello es importante evaluar otras opciones proteicas que sean accesibles durante todo el año y a menor costo (Robalino 2012).

La alimentación suplementaria a base de suero de leche de vaca, es una alternativa alimenticia de bajo costo, que incrementa la disponibilidad de proteína y minerales en la dieta de las abejas durante la época de invierno evitando así, un desgaste poblacional en la colmena.

El suero de leche es el líquido resultante de la coagulación de la leche durante la elaboración del queso. Su composición varía dependiendo de las características de la leche y de las condiciones de elaboración del queso del que proceda, pero en términos generales, podemos decir que el suero contiene: 0.9% de proteína cruda (García *et al.* 1993).

En el año 2013 en Zamorano, se desarrolló un estudio en el cual se implementó alimentación para abejas con suero de leche de vaca, con el objetivo de aumentar la producción de jalea real. Como principal conclusión se obtuvo, que en verano no es

factible la suplementación con suero de leche de vaca pues las abejas cuentan con floración apícola que proveen naturalmente proteínas y azúcares de mayor aprovechamiento para las abejas. Durante el invierno la dieta suero con alimentación tradicional (agua y azúcar) permitió un mayor pegue de copas y menores costos variables de producción (Agurto y Santamaría 2013).

Durante el año 2012 también en Zamorano, se evaluó el efecto de suplementar polen en la alimentación energética para abejas siempre con el propósito de aumentar la producción de jalea real. En dicho estudio la principal conclusión fue, la alimentación con una fuente proteica, en este caso polen permitió aumentar la producción de jalea real en una colmena en un 88.2% para tratamientos de tres días y en un 206.6% para tratamientos de cuatro días (Robalino 2012).

Durante el 2014, el estudio se limitó a proporcionar alimento proteico para el aumento de la producción de jalea real, no contempla producción de ningún otro producto de la colonia de abejas. Los tratamientos pueden ser aplicados en lugares con condiciones ambientales similares al lugar del estudio y con abejas *Apis mellifera*.

Los objetivos de este estudio fueron:

- Determinar el efecto del tratamiento térmico brindado a alimentos proteicos y tradicionales para abejas, en la producción de jalea real y porcentaje de proteína presente en la jalea.
- Determinar el efecto que tiene el tipo de alimento en el porcentaje de copas llenas, peso de colmena y producción de jalea real.
- Evaluar la incidencia de nosema y definir su efecto en la producción de jalea real.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó dentro de las instalaciones de la Escuela Agrícola Panamericana, con colmenas de los apiarios de Monte Redondo con características climatológicas de una zona semi-seca tropical. El valle del Zamorano se encuentra a 800 msnm, en el Cuadro 1 se presenta la temperatura y humedad relativa promedio durante el periodo en que se realizó el estudio.

Cuadro 1. Temperatura, rocío y humedad relativa promedio en Zamorano (1ro de Mayo – 30 de Junio del 2014).

Temperatura (°C)	Valores Promedios	
	Rocío (°C)	H.R. (%)
24.5	18.9	72.82

Fuente: Estación meteorológica de Escuela Agrícola Panamericana, HN

Recolección del suero. En este estudio se utilizaron dos tipos de suero, obtenidos en la planta de procesamiento de lácteos de Zamorano. Uno de los sueros con tratamiento térmico proveniente de la elaboración de queso crema (43 °C por 40 min) y otro suero sin tratamiento térmico proveniente de la elaboración del queso cabañas.

Preparación del alimento tradicional. La elaboración de todos los alimentos evaluados siguieron los pasos siguientes (Fig 1):

Pesado de los ingredientes. El pesado de los ingredientes se realizó de acuerdo con las formulaciones (Cuadro 2) conteniendo: agua, azúcar, polen y suero de leche de vaca.

Cuadro 2. Formulaciones de Alimentos.

Tratamientos	Suero (L)	Polen (g)	Agua (ml)	Azúcar (g)
Alimento proteico con TT	1	15	0	1000
Alimento proteico sin TT	1	15	0	1000
Alimento tradicional ^α con TT	0	0	1	1000
Alimento tradicional sin TT	0	0	1	1000

T Tratamiento Térmico

^α Alimento tradicional: Agua + Azúcar sin tratamiento térmico. Testigo.

Tratamiento térmico alimento tradicional. La premezcla de agua + azúcar fue calentada (35 °C por 10 min) hasta que los granos de azúcar fueran disueltos y se tuviera una mezcla homogénea. Se dice que calentar el agua antes de agregar el azúcar facilita la dilución y provee un jarabe de calidad (Proyecto Apícola Swisscontact FOMIN BID 2010).

Mezcla de los ingredientes. Los alimentos fueron puestos en botellas recicladas y agitadas para lograr una mezcla homogénea.

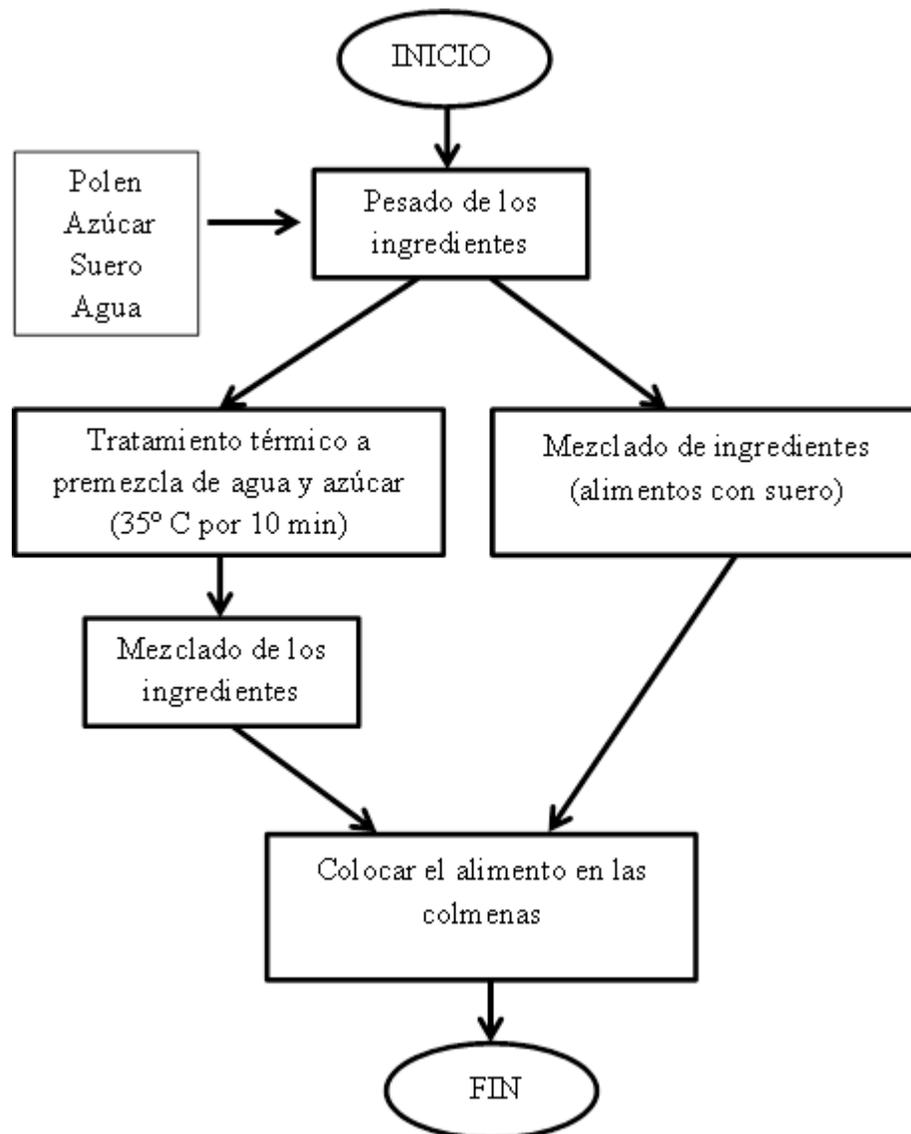


Figura 1. Flujo de proceso para elaboración de alimentos evaluados.

Periodo de adaptación de las colmenas. Dos semanas previas al inicio del estudio las colmenas de abejas seleccionadas se expusieron a un periodo de adaptación al nuevo

alimento, dado que las colmenas eran alimentadas solo con alimento tradicional (agua con azúcar sin calentar). La adaptación consistió en la alimentación con los alimentos a evaluar y colocación de cuadro de crías. También, se separó a la reina del cuadro de crías con un excluidor metálico, para evitar el contacto con el mismo (Fig 2). Al fin de las dos semanas de adaptación se inició con el primer traslarve y peso de las colmenas.

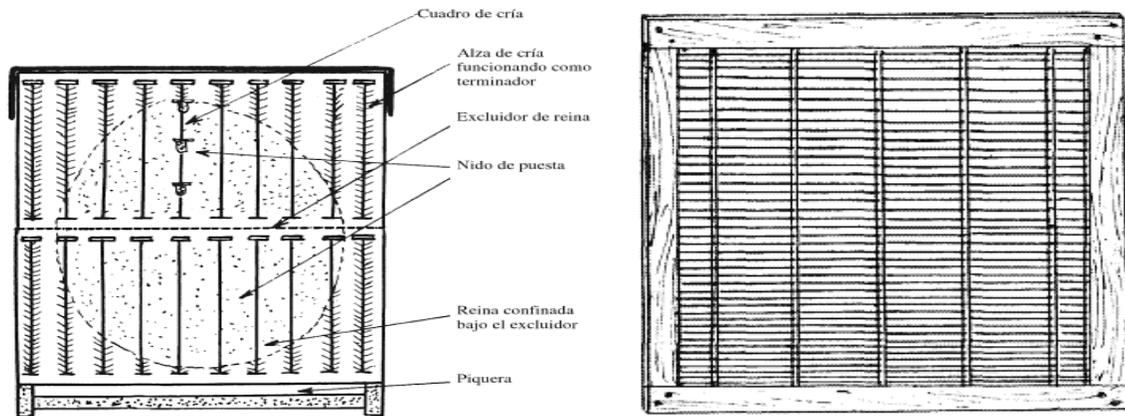


Figura 2. Funcionamiento de un excluidor de reinas y un excluidor metálico.
Fuente: Jean-Prost 2007

Crianza de reinas (traslarve). Este procedimiento consistió en colocar en las copas celdas de los marcos de producción, larvas obreras con 12 a 36 horas de eclosión. Las copas celdas contenían una mezcla de jalea real y miel para evitar la deshidratación de las larvas (Jean-Prost *et al.* 2007) (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura 2009).

Alimentación de la colmena. La alimentación de las colmenas consistió en suministrar alimento energético y en algunos tratamientos alimento energético y proteico, preparado para la colmena correspondiente. Se utilizó un alimentador tipo Alexander y se brindó un litro de alimento cada tres días.

Proceso de la cosecha de jalea real. Al paso de tres días después del traslarve, los marcos de producción fueron extraídos de las colmenas seleccionadas. Luego se retiró de las copas celdas el exceso de cera y con una aguja fina se extrajeron las larvas, dejando solo la jalea real en las copas celdas. Finalmente con una espátula pequeña se cosecho la jalea real y se depositó en frascos de vidrio correspondientes a cada colmena en estudio, posteriormente la jalea fue pesada.

A continuación se describe la metodología de los análisis de las variables que permitieron determinar el efecto que tiene el tratamiento térmico del suero como fuente de alimento proteico para las abejas en su producción de jalea real.

Peso de la colmena. Farrar en sus estudios en el año 1937, estableció un principio de sinergia en el cual explica que a medida se aumente la población de una colmena mayor es la producción individual de cada abeja. Una colmena con mayor peso se asume que contara con una mayor población. Tomando como base lo anterior, al contar con una mayor población total de abejas en la colmena, tendremos de igual manera una mayor población de abejas nodrizas. Lo que significaría una mayor producción de jalea real. Para cada tratamiento las colmenas fueron pesadas al inicio de cada repetición con una balanza Mettler Toledo en los apiarios de Monte Redondo.

Porcentaje de copas llenas. Al final del tercer día del traslarve, los marcos con 35 copas celdas fueron extraídos. Se contaron las copas que estuvieran llenas de jalea y el valor obtenido se expresó en porcentaje (Ecuación 1). El límite aceptado de copas llenas para este estudio fue del 50%.

$$\% \text{ copas llenas} = (\text{total copas llenas} / \text{total copas marco}) * 100 \quad [1]$$

Peso de jalea real. Una vez estimado el porcentaje de copas llenas, se colectó la jalea y se tomó el peso de la jalea real por colmena en cada repetición. Se utilizó una balanza ANDPV-500.

Análisis de Nosema. Para el análisis de presencia de nosema se requirieron al menos 80 abejas. Para lograr atrapar las abejas fue necesario impedir el ingreso de las mismas a la colmena, por lo que se utilizó una cuña de malla metálica para tapar la piquera. Al tratar de entrar, las abejas pecoreadoras formaron un pequeño enjambre en la entrada de la de la piquera llamado “barba”.

De esta barba se forzaron las abejas hacia un frasco con alcohol al 95% utilizando un cepillo (Organización Mundial de Sanidad Animal 2004).

Una vez sumergidas en el alcohol, fueron llevadas en menos de 24 horas al laboratorio del Instituto Hondureño de Investigación Médico Veterinarias en Tegucigalpa, donde realizaran los correspondientes análisis. Para el análisis estadístico se utilizó la escala infestación proporcionada por el laboratorio, asignando a cada nivel de infestación un valor (Cuadro 3).

Cuadro 3. Escala infestación de nosema.

Millones de esporas/abeja	Intensidad de Infección	Valor en escala
>20	Severa	1
20-10	Semi severa	2
5-10	Regular	3
1-5	Ligera	4
0.1-1	Muy ligera	5

Fuente: Planta Apícola Zamorano, Instituto Hondureño de Investigación Médico Veterinarias.

Análisis de Proteína. Para este estudio se utilizó el método de Kjeldahl AOAC 2001.11 para la determinación del porcentaje de proteína presente en la jalea real cosechada a partir de los alimentos evaluados. El porcentaje de proteína se determinó con las ecuaciones 2 y 3. El análisis de proteína cruda en la jalea real, se realizó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ).

$$\%N = \frac{(T-B) * N * 14.007}{M * 10} \quad [2]$$

$$\% \text{ Proteína} = \%N * 6.25 \quad [3]$$

Donde:

T= Volumen de ácido utilizado para la muestra

B= Promedio del volumen de ácido utilizado para los blancos.

N= Normalidad del ácido clorhídrico estandarizado

M= Peso de la muestra

(Bueso 2013)

Diseño experimental. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) conformado por una combinación de dos formulaciones de alimento y tratamiento térmico, en un arreglo de datos 2x2 (Cuadro 4). Se realizaron cinco repeticiones en las mismas cuatro colmenas para un total de 20 unidades experimentales.

Cuadro 4. Tratamientos de acuerdo a diseño experimental.

Tratamiento térmico (TT)	Alimento	
Con TT	Tradicional ^α con TT	Proteico ^ε con TT
Sin TT	Tradicional sin TT	Proteico sin TT

^α Alimento Tradicional: Agua + Azúcar

^ε Alimento proteico: Suero+polen+azucar

Análisis Estadístico. Se utilizó el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.4®) para analizar los resultados. El análisis se realizó por medio de un análisis de varianza (ANDEVA), separación de medias Duncan, separación de medias ajustadas por Lsmeans y una probabilidad del 5%.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso de la colmena. El peso de la colmena está relacionado con la población total de abejas en una colmena. Para este estudio se asumió que, una mayor población significaría una mayor cantidad de abejas nodrizas y una mayor producción de jalea real.

Se encontraron diferencias entre los tratamientos (Cuadro 5). La colmena con alimento tradicional sin TT presento un mayor peso de colmena. Cuando algunas especies de animales son sometidas a un cambio de alimento, es necesario considerar un período de adaptación. El período total varía entre 11 y 21 días, dependiendo del grado de modificación del alimento (Santini y Elizalde 1994). Tomando como base lo anterior el periodo de adaptación brindado a las colmenas podría no haber sido lo suficiente, teniendo en cuenta la modificación de tratamiento térmico y la adición de suplementos proteicos. Es posible que esta sea la principal razón por la cual la colmena con alimento tradicional sin TT haya sido la de mejor peso.

Cuadro 5. Peso de colmenas

Tratamiento Térmico (TT)	Alimento	Media (Kg) \pm D.E. ^Ω	Coefficiente de Variación (%)
Con	Tradicional	36 \pm 2.38 ^c	5.49
Con	Proteico	43 \pm 4.53 ^b	
Sin	Tradicional	50 \pm 5.10 ^a	
Sin	Proteico	35 \pm 3.40 ^c	

Ω D.E.: Desviación Estándar

(a-c) Medias seguidas de diferentes letras son estadísticamente diferentes (P <0.05).

Es sabido que la proteína de un alimento es desnaturalizada como consecuencia del tratamiento térmico que recibe este alimento (Avanza y Añón 2006). Por otro lado, la digestión de la proteína presente en un alimento es más fácil si esta, es desnaturalizada (Belagardi y Kotlar 2011). De acuerdo a esto, es posible que las abejas asimilaran mejor el alimento con TT/suero, resultando en una colmena con un peso superior a las colmenas con los alimentos sin TT/suero y el alimento tradicional con TT.

Con un mayor tiempo de adaptación es posible que el alimento con TT/suero pueda llegar a ser igual o mejor que el alimento tradicional.

El peso de la colmena tuvo correlación positiva ($P < 0.0186$) con la producción de jalea real. Por lo tanto, el principio de sinergia de Farrar si se cumple, donde con un mayor peso se tendrá una mayor cantidad de abejas nodrizas lo que significara una mayor producción de jalea real (Farrar 1937). En este estudio el tipo de alimento fue el factor con mayor influencia sobre los resultados obtenidos en el peso por colmenas ($P < 0.05$).

Porcentaje de copas llenas. No se encontró diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los alimentos (Cuadro 6). Sin embargo, las colmenas alimentadas con el alimento tradicional y con el alimento con TT/suero fueron las únicas dietas que obtuvieron porcentajes de pegue de copas arriba del límite aceptado (50%). Ambas dietas también están relacionadas por obtener el peso de colmena y peso de jalea real más altos.

Cuadro 6. Porcentaje de copas llenas

Tratamiento Térmico (TT)	Alimento	Media (%) \pm D.E. ^{Ω}	Coefficiente de Variación (%)
Con	Tradicional	48.57 \pm 4.43 ^b	25.94
Con	Proteico	57.15 \pm 3.3 ^{ab}	
Sin	Tradicional	73.11 \pm 10.21 ^a	
Sin	Proteico	47.4 \pm 20.67 ^b	

^{Ω} D.E.: Desviación Estándar

(a-b) Medias seguidas de diferentes letras son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

La calidad del traslarve está relacionada con la experiencia que tenga el apicultor al seleccionar solo larvas con un día de vida y no causar daño a la larva con la aguja de trslarve. Tener el mínimo porcentaje de larvas dañadas por un inadecuado traslarve es una técnica que solo se perfecciona con la experiencia. Para este estudio en cada repetición la calidad de traslarve pudo variar e influir en el porcentaje de copas llenas, esto podemos verlo en la probabilidad de repetición ($P < 0.0067$).

El traslarve debe realizarse con una temperatura ambiente de 25 °C y una humedad relativa de mínimo 50%. Estas condiciones son necesarias para evitar la deshidratación de la larva (Valega 2001). Si una abeja nodriza encuentra una copa celda con una larva deshidratada o muerta, esta no llenara esta copa con jalea real. De acuerdo con los datos obtenidos de la Estación Meteorológica de Escuela Agrícola Panamericana (Cuadro 1) la temperatura y humedad relativa en el lugar de estudio, cumplieron con los parámetros requeridos.

Se encontró correlación positiva entre el peso de la colmena y el porcentaje de copas llenas ($P < 0.0002$). Lo que implica que la cantidad de abejas nodrizas tiene una influencia directa en la cantidad de copas llenas de jalea real. También, se encontró correlación positiva entre el porcentaje de copas llenas y peso de jalea real ($P < 0.05$) por lo tanto a mayor copas llenas más jalea real será cosechada. El tipo de alimento fue el factor con mayor influencia sobre los resultados obtenidos en el porcentaje de copas llenas ($P < 0.05$).

Peso de jalea real. El correcto desarrollo de las glándulas hipofaríngeas en las abejas está relacionado con el contenido proteico disponible en la dieta de las abejas (Standifer *et al.* 1980). Por lo que se asume que una dieta con alto contenido proteico, mejoraría el desarrollo de las glándulas hipofaríngeas y a su vez, mejorando la producción de jalea real.

El alimento proteico sin TT, fue el tratamiento que presentó diferencias estadísticas ($P < 0.05$), siendo este, el alimento con el menor peso de jalea. No se encontraron diferencias entre el resto de los tratamientos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Peso de jalea real por colmena

Tratamiento Térmico (TT)	Alimento	Media (g) \pm D.E. ^{Ω}	Coefficiente de Variación (%)
Con	Tradicional	3.66 \pm 1.51 ^b	31.36
Con	Proteico	5.66 \pm 0.87 ^a	
Sin	Tradicional	4.46 \pm 2.43 ^{ab}	
Sin	Proteico	0.74 \pm 0.40 ^c	

^{Ω} D.E.: Desviación Estándar

(a-c) Medias seguidas de diferentes letras son estadísticamente diferentes ($P > 0.05$).

Se encontró correlación positiva entre el peso de la jalea, el peso de la colmena y porcentaje de copas llenas ($P < 0.05$), lo que significa que la producción de jalea real se ve afectada por la cantidad de abejas nodrizas y que entre más copas sean llenadas, mayor será la producción de jalea real.

El tratamiento térmico tiene influencia directa en este análisis ($P < 0.05$), pero la interacción entre el alimento y el tratamiento térmico es la que más influye en la producción de jalea real ($P < 0.05$). Por lo anterior, se puede suponer que brindar un alimento proteico con TT puede llegar a mejorar la producción de jalea real de una colmena.

Análisis de nosema. La infestación por nosema tiene un efecto directo en la producción de jalea real. Dado que las abejas nodrizas son incapaces de producir jalea real en cantidad y calidad, debido que la enfermedad causa una disminución en la capacidad de digestión y adsorción de las abejas nodrizas (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura 2009).

En este estudio no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos en relación a la población de nosema ($P > 0.05$). De acuerdo a los resultados obtenidos, todas las colmenas utilizadas en este estudio se consideraron como colmenas sanas (Cuadro 4) sin importar el tratamiento.

Cuadro 8. Resultado de análisis de nosema

Tratamiento Térmico (TT)	Alimento	Media \pm D.E. ^Ω	Coefficiente de Variación (%)
Con	Tradicional	4.67 \pm 0.58 ^a	6.79
Con	Proteico	4 \pm 1 ^a	
Sin	Tradicional	4.33 \pm 0.58 ^a	
Sin	Proteico	4 \pm 0.001 ^a	

Ω D.E.: Desviación Estándar

(a-) Medias seguidas con misma letra son estadísticamente iguales (P > 0.05).

Al correlacionar los recuentos de nosema no se encontró relación de este resultado con el resto de los factores (P < 0.05). Los resultados de este análisis no tuvieron la influencia (Anexo 2) del tipo de alimento ni del tratamiento térmico o de la interacción de ambos (P > 0.05).

Análisis de proteína. No se encontraron diferencias estadísticas (Cuadro 9) en el porcentaje de proteína presente en la jalea real para ninguno de los tratamientos (P > 0.05). Según los resultados en el anexo 5, los resultados de este análisis no tuvieron influencia del alimento ni del tratamiento térmico o de la interacción de ambos (P > 0.05).

Cuadro 9. Resultado de análisis de proteína

Tratamiento Térmico (TT)	Alimento	Media (%) \pm D.E. ^Ω	Coefficiente de Variación (%)
Con	Tradicional	13.26 \pm 0.15 ^a	1.38
Con	Proteico	12.93 \pm 0.12 ^a	
Sin	Tradicional	13.15 \pm 0.13 ^a	
Sin	Proteico	13.24 \pm 0.29 ^a	

Ω D.E.: Desviación Estándar

(a) Medias seguidas de misma letra son estadísticamente iguales (P > 0.05).

Las proteínas necesarias para el desarrollo de músculos, glándulas y demás tejidos corporales, son obtenidas por medio del alimento suministrado a las abejas cuando hay escasez de polen. Estas proteínas encontradas en los tejidos del cuerpo de las abejas, son trasladadas de un tejido a otro. Cuando una abeja nodriza está produciendo jalea, la proteína de otros tejidos se trasloca a las glándulas hipofaríngeas para lograr un mejor desempeño (Apicultura Sin Fronteras 2012). De igual forma, se asume que la proteína en las glándulas es trasladada a la jalea real.

La abeja al igual que los humanos, tiene como requerimiento 10 aminoácidos esenciales, que deben de ser suministrados en la alimentación. Si la fuente de proteína en el alimento, no tiene presente en la cantidad requerida uno de estos aminoácidos, la abeja no podrá digerir toda la proteína presente en el alimento (Apicultura Sin Fronteras 2012).

Por lo que es posible que la proteína asimilada fuera suficiente para lograr un óptimo desempeño de funciones vitales pero, no la suficiente para poder trasladar a la jalea.

4. CONCLUSIONES

- El tratamiento térmico brindado al alimento para abejas influyó en la producción de jalea real por colmena.
- El alimento suplementado con polen y suero de leche con tratamiento térmico, aumenta la producción de jalea real en 28.5% respecto al alimento tradicional sin TT.
- Económicamente el alimento tradicional y el alimento proteico con TT son mejores, ya que presentan un mayor porcentaje de copas llenas y peso de colmena.
- El tipo de alimento ni el tratamiento térmico influyeron en el estado sanitario de las colmenas ni en el contenido proteico de la jalea real.

5. RECOMENDACIONES

- Capacitar al personal que realiza el traslarve para disminuir el error en las mediciones de copas llenas y producción de jalea real.
- Realizar análisis de proteína al suero por utilizar previo a su uso en los alimentos.
- En estudios futuros trabajar con colmenas que hayan tenido al menos 30 días de adaptación a alimentos proteicos.

6. LITERATURA CITADA

Agurto Acuña, J. y J. Santamaría González. 2013. Efecto del suero de leche de vaca en la alimentación de abejas (*Apis mellifera*) para la producción de Jalea Real. Tesis Ing. Agr., Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 17p.

Apicultura Sin Fronteras. 2012. Nutrición de las abejas. Edición VI - N° 67.

Avanza, M. y M. Añón. 2006. Efecto del tratamiento térmico en las propiedades fisicoquímicas de albúminas y globulinas de *Amaranthus hypochondriacus*. Argentina. Universidad Nacional del Nordeste.

Belagardi, M. I. y C. Kotlar. 2011. Obtención de hidrolizados proteicos a partir de cebada agotada. Lic. Nutrición. Buenos Aires, Argentina. Universidad Fasta. 110p.

Bueso, F. 2013. Determinación de proteína cruda AOAC 2001.11. Clase de Análisis de Alimentos. Zamorano, Honduras.

De Araujo Freitas, J. y C. Echazarreta. 2001. Fuentes de proteína para suplementos de las abejas. México, XV Seminario Americano de Apicultura. 48-53p.

FAO. 1996. Value-added products from beekeeping. Serie W0076. Roma, Italia. Food & Agriculture Org. 422p.

Farrar, C.L. 1937. The influence of colony populations on honey production. Estados Unidos de America, Us Government. 1-10p.

García Garibay, M., R. Quintero Ramírez y A. López. 1993. Biotecnología alimentaria. México, Editorial Limusa. 197p.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2009. Manual de apicultura básica para honduras. Tegucigalpa, Honduras 67 p.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario PRONAGRO, Secretaría de Agricultura y Ganadería. 2009. Manual de Enfermedades Apícolas. Editores Rafael Marte y Dominique Villeda – Elmadi. Tegucigalpa, Honduras, IICA. 46p.

Jean-Prost, P., P. Médori y Y. Le Conte. 2007. Apicultura. Conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena. Cuarta Edición. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 649p.

Morales, M.S. 1999. Factores que afectan la composición de la leche. TecnoVet Vol. 5. No. 1. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. Chile.

Organización Mundial de Sanidad Animal. 2004. Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres. Nosemosis de las Abejas. Quinta Edición. Paris, Francia. 1055-1058p. Volumen II.

Proyecto Apícola Swisscontact FOMIN BID. 2010. Guía técnica de nutrición apícola. Editores Esther Galeano y Marco Vásquez. Nicaragua, BID, FOMIN, SwisContact, Pymerrural. 1-31p.

Robalino Larrea, L.F. 2012. Efecto de dos tipos de alimentos y dos tiempos de cosecha en la producción de jalea real. Tesis Ing. Agr., Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 25p.

Romero, L., M. Vera, E. Comerón y M. Maciel. 2008. Contenidos de porcentaje de grasa y proteína en leche logrado por el cruzamiento alterno rotacional de dos razas bovinas. Argentina.

Sabatini, A., G. Marcazzan, M. Caboni, S. Bogdanov y L. Almeida-Muradian. 2008. Quality and standardization of royal jelly. Journal of ApiProduct and ApiMedical Science 1(1): 1-6.

Santini, F. y I. Elizalde. 1994. Digestión ruminal aspectos conceptuales e implicaciones prácticas. Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Standifer, L. 1980. Honey bee nutrition and supplemental feeding. Beekeeping in the United States Agriculture Handbook. Number 335. 39-45p.

Valega, O. 2001. Cría de reinas (en línea). Consultado 9 de Agosto del 2014. Disponible en http://www.apiservices.com/articulos/cria_de_reinas.pdf

7. ANEXOS

Anexo 1. Correlación de Pearson entre variables evaluadas

	Jalea	Copas	Peso	Proteína	Nosema
Jalea	1.00000	0.87219	0.66379	-0.23063	0.19949
		0.0002	0.0186	0.4708	0.5342
Copas	0.87219	1.00000	0.65350	-0.04826	0.23006
	0.0002		0.0212	0.8816	0.4719
Peso	0.66379	0.65350	1.00000	-0.36550	0.01374
	0.0186	0.0212		0.2427	0.9662
Proteína	-0.23063	-0.04826	-0.36550	1.00000	0.50356
	0.4708	0.8816	0.2427		0.0951
Nosema	0.19949	0.23006	0.01374	0.50356	1.00000
	0.5342	0.4719	0.9662	0.0951	

Anexo 2. Análisis de varianza.

Variable	Fuente de Variación:	Pr > F
Jalea real	TT	0.0239
	Alimento	0.2129
	TT*Alimento	0.0079
Copas llenas	TT	0.0051
	Alimento	0.0031
	TT*Alimento	0.0004
	Repetición	0.0067
Peso de colmena	TT	0.0511
	Alimento	0.0216
	TT*Alimento	0.0004
Análisis de proteína	TT	0.4603
	Alimento	0.3760
	TT*Alimento	0.1851
Análisis de nosema	TT	0.4226
	Alimento	0.0955
	TT*Alimento	0.4226