

Efecto de dos tipos de alimento y dos tiempos de cosecha en la producción de jalea real

Luis Francisco Robalino Larrea

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Efecto de dos tipos de alimento y dos tiempos de cosecha en la producción de jalea real

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

Presentado por:

Luis Francisco Robalino Larrea

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

Efecto de dos tipos de alimento y dos tiempos de cosecha en la producción de jalea real

Presentado por:

Luis Francisco Robalino Larrea

Aprobado:

Alfredo Rueda, Ph.D.
Asesor principal

Abel Gernat Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria.

Carolina Valladares, M.Sc.
Asesora

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Robalino Larrea, L.F. 2012. Efecto de dos tipos de alimento y dos tiempos de cosecha en la producción de jalea real. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 19 p.

La jalea real es un producto cuya función es la alimentación de todas las larvas de abejas obreras (*Apis mellifera*) durante los primeros tres días del período larval y durante el ciclo completo de las larvas que serán nuevas reinas. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de dos tipos de alimento y dos tiempos de cosecha en la producción de jalea real. Los tratamientos fueron la combinación de dos soluciones concentradas; una formulada con azúcar y agua (A) y la otra azúcar, agua y polen granulado. (A+P), con dos diferentes fechas de cosecha (tres y cuatro días después del traslarve) y un testigo. Se evaluaron tres parámetros: peso de jalea real cosechada, porcentaje de copas llenas y peso total de la colmena. Se utilizó un diseño experimental Bloques Completos al Azar con arreglo factorial (2×3) con 9 repeticiones en el tiempo. Se determinó que los patrones de alimentación con azúcar y polen presentaron siempre mayor producción de jalea real, porcentaje de copas llenas y población de abejas ($P<0.05$) en comparación con las colmenas alimentadas sin polen. El tiempo de cosecha no influyó en las variables de producción de jalea real ni porcentaje de copas llenas ($P>0.05$) contrario al parámetros de peso de la colmena, en el cual cosechas más largas resultaron con mayores ganancias de peso de la colmena especialmente las que fueron alimentadas con azúcar y polen ($P<0.05$).

Palabras clave: Alimentación, *Apis mellifera*, artificial, colmena, traslarve.

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.....	14
5 RECOMENDACIONES.....	15
6 LITERATURA CITADA.....	16
7 ANEXOS	17

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

	Cuadros	Página
1.	Características climatológicas de los apiarios.....	3
2.	Cuadro explicativo de la regla de Farrar.....	6
3.	Tratamientos.....	7
4.	Resultados generales del estudio.....	8
5.	Resultados de pruebas de sanidad.....	10
6.	Correlación de Pearson (r) entre los parámetros y los resultados sanitarios.....	11
7.	Cosecha mensual de jalea real en gramos.....	12
8.	Beneficios Netos.....	12
9.	Tasa de retorno marginal.....	13
	Figuras	Página
1.	Funcionamiento de un excluidor de reinas y Excluidor metálico de reinas.....	5
2.	Materiales para la crianza de reinas (Jean-Prost, 2001).....	5
3.	Acumulado de producción de lajea real por tratamiento.....	9
	Anexos	Página
1.	Principales tipos de colmena. (Apicultura, Jean-Prost 2001).....	17
2.	Medidas (cm) de los marcos o cuadros de las colmenas por tipo. (Apicultura, Jean Prost 2001).....	17
3.	Partes principales de una colmena. (Apicultura, Jean-Prost 2001).....	18
4.	Foto del campus de Zamorano con la localidad de cada uno de los apiarios (Google Earth, 2010).....	18
5.	Calendarización de actividades de traslarve y cosecha.....	19

1. INTRODUCCIÓN

La jalea real es un producto de la colmena, de color blanco perlado y consistencia cremosa, densidad parecida a la de la miel (1.40 g/cm^3) y sabor ácido (pH 3.6 – 3.7) (Robles y Salvachúa 1999). Este producto es secretado por las glándulas hipofaríngeas de las abejas (*Apis mellifera*) jóvenes llamadas nodrizas (F.A.O. 1996). La jalea real constituye el alimento exclusivo de las futuras reinas, aunque también es proporcionada a las larvas jóvenes (1 a 4 días) de obreras y de zánganos (Jean-Prost 2001).

En 1985 había en Honduras 1200 apicultores con un inventario de 120.000 colmenas. Para el año 2008, el inventario de colmenas de Honduras se redujo en un 78% (IICA 2009a) dando a entender que debido a la reducción de capacidad productiva, la incorporación de una tecnología que permita aumentar la eficiencia de la colmena es importante en el mercado apícola local.

La producción de jalea real dentro de una colmena se logra estimulando a las colonias a producir abejas reinas fuera de las condiciones naturales (F.A.O. 1996). Para esto se necesita excluir la reina de las larvas en el alza donde se lleva a cabo la producción ya que la presencia de la reina inhibe el desarrollo de nuevas celdas reales. Además es importante efectuar donaciones de larvas denominadas traslarves en los que se transfieren larvas muy jóvenes a las copas celdas y donaciones de marcos donde se intercambian marcos enteros con larvas operculadas en cada traslarve. Posteriormente, las nodrizas que nazcan de estos serán las encargadas de la producción de la jalea real. (Padilla y Cuesta 2003).

Producir jalea real requiere abundante floración para asegurar acopio de néctar y polen o alimentación suplementaria balanceada para que las nodrizas críen nuevas reinas. Tradicionalmente la alimentación artificial en las abejas, 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 y sustitutos lácteos, los cuales complementan parcialmente sus requerimientos nutricionales. (De Araujo y Echazarreta 2001).

Para las obreras, el polen es la materia prima esencial para el funcionamiento de la glándula hipofaríngea responsable de la producción de jalea real (Palacio 2009). Mezclado en un jarabe azucarado, el polen se hace fácilmente disponible y provee todos los requerimientos que las nodrizas precisan para su mantenimiento y producción de jalea real en términos de aminoácidos, lípidos, vitaminas y minerales. Además, si se priva a las abejas jóvenes del polen, estas viven menos tiempo. (Robles y Salvachúa 1999).

En el año 2009 Guimerá y Bataller reportaron que el aumento promedio en población de abejas alimentadas con un producto comercial respecto al inicio de su estudio fue

del 102.54 % frente a un incremento del 18.67 % correspondiente a las colmenas no alimentadas.

La sanidad y los días de cosecha son también factores a considerar. Enfermedades como varroasis pueden provocar una merma en producción de la colmena de hasta 40% (Manrique 1994). También puede ocasionar una pérdida tal en población, que la piquera se llena de cadáveres (Jean-Prost 2001). Las obreras nodrizas infectadas con nosema por otro lado, producen poca jalea real o dejan de producirla, mientras que la reina pone menos huevos y la población de la colmena se reduce, reduciendo así la producción de la colmena (Calderón y Ortiz 2000).

Aún cuando a las colmenas se les haya proporcionado la correcta alimentación y se haya confirmado su sanidad, la única situación en la que cosechar jalea real se vuelve factible es durante la cría de la reina, cuando la larva es destinada a convertirse en abeja reina es suplida con una sobre abundancia de jalea real (F.A.O. 1996). Investigaciones del departamento de agricultura de Ohio en Estado Unidos estipulan que el punto de cosecha debería estar dentro de las 72 a 90 horas después del traslarve para maximizar producción ya que larvas demasiado jóvenes no han sido suplidas con suficiente jalea, y larvas demasiado maduras comen más jalea dentro de la copa celda (Stahlman 2004).

El objetivo de este proyecto fue encontrar una combinación entre tiempo a cosecha y tipo de alimentación que maximice los rendimientos (jalea real cosechada), la eficiencia (porcentaje de copas llenas), la población (peso de la colmena) y la rentabilidad económica del apiario

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales y Equipos. Se utilizaron cinco colmenas completas de pino (*Pinos oocarpa*) tipo “Langstroth” (Anexo 2 y 3) con capacidad de 10 marcos en cada cuerpo o alza (Anexo 4), uno de los cuales fue remplazado por un alimentador de plástico tipo “Alexander” con capacidad de dos litros.

Se utilizó azúcar comercial y polen cosechado en Marcala, La Paz de la cosecha 2011. Las mediciones de las raciones para cada colmena se hicieron usando una probeta plástica con capacidad de 500 ml.

Las pruebas sanitarias requirieron diez vasos clínicos y medio litro de alcohol etílico al 95%.

Se utilizaron tres balanzas; una analítica marca AND® modelo: SK-2000 (III) serie: M4 106659 con grado de exactitud de 1 gramo, una marca AND® modelo: PV-500, serie: 09065693227 con un grado de exactitud de 0.1 gramo y una marca Electroamerica Inc.® modelo: ID40-60, serie: 37023 con un grado de exactitud de 0.5 libras.

Durante todas las prácticas de campo se utilizó un protector apícola tipo chaqueta, botas de caucho, guantes de cuero, velo completo con sombrero sólido y un ahumador mediano de 2300cm³ en el que solamente se quemó aserrín grueso de pino.

Métodos. Para comenzar el estudio se establecieron cinco colmenas en tres apiarios (Anexo 5); dos en Monte Redondo, dos en la Zona 3 de horticultura y la última en las afueras de la Planta Apícola, todas con características climatológicas similares (Cuadro 1). La duración promedio de la luz en el día fue de 11 horas y 42 minutos. La luz es un factor indispensable porque solo hay actividad productiva en la colmena durante el día.

Cuadro 1. Características climatológicas de los apiarios.

Rango de tiempo	Valores promedio			
30 enero - 22 febrero / 2012	Temp. (°C)	Rocío (°C)	H. R. (%)	P. Atm. (hPa)
	21.208	15.417	72.958	1018.75

Fuente: Estación meteorológica de la Escuela Agrícola Panamericana, HN.

Muestreo de enfermedades. Para asegurar que la mayor parte de los factores externos sean constantes, se hicieron análisis sanitarios a las colmenas mediante conteos de Varroa y Nosema siguiendo las metodologías expuestas en el Manual de Enfermedades Apícolas (IICA, 2009b).

Varroa. Los análisis de Varroa requirieron extraer de la colmena entre 200 y 300 abejas vivas en un frasco clínico, para lograrlo se extrae de uno a tres panales de la colmena ahumándola lentamente, se coloca el panal en posición vertical de modo que ambos lados de este estén expuestos, el vaso clínico debe pasarse por el panal de arriba hacia abajo presionando suficiente para que las abejas entren pero sin hacer daños a la estructura de cera. A continuación, estas fueron sacrificadas introduciéndolas en un frasco con alcohol al 95% y posteriormente fueron llevadas al laboratorio de la planta apícola donde se hizo un conteo manual de los ácaros y se determinó un porcentaje.

Nosema. Para efectuar el muestreo se requirieron al menos 80 abejas. Fue necesario impedir el ingreso de las abejas a la colmena, por lo que se utilizó una cuña de malla metálica, al tratar de entrar las abejas pecoreadoras formaron una pequeña barba en la entrada de la piquera y estas fueron forzadas a entrar a un frasco lleno con alcohol al 95%. Luego de ser sumergidas en el alcohol, fueron llevadas en menos de 24 horas a un laboratorio especializado donde se pudo extraer sus abdómenes y hacer los análisis correspondientes.

Mantenimiento y preparación. El mantenimiento de las colmenas consistió básicamente en el monitoreo de la edad de las reinas ($2 \text{ años} \pm 4 \text{ meses}$) para confirmar la homogeneidad, el vigor y tamaño de las poblaciones de las colmenas y una revisión de la integridad física de las colmenas. Las últimas preparaciones incluyeron el aislamiento de reina del alza de producción asegurando que no tenga contacto con el cuadro de cría haciendo uso de un excluidor metálico (figura 1 y 2) y la colocación de los alimentadores y los cuadros de cría en las alzas. Si la colmena recibe por primera vez los cuadros de crianza de reinas, deberá tener un período de aceptación hasta que observe que ha comenzado a llenar copas.

Una vez que se comprobó que las colmenas eran unidades experimentales homogéneas, se inició el experimento con el primer traslarve y alimentación. En cada repetición se llevaron a cabo en orden cronológico las siguientes actividades: Traslarve, alimentación, espera del tiempo de cosecha, cosecha y pesaje de las colmenas. Estas actividades se calendarizaron semanalmente (Anexo 6).

Traslarve. También llamado crianza de reinas, consiste en tomar panales y donar larvas jóvenes ($< 24 \text{ horas}$) a las copas celdas del marco de producción. Estas fueron cuidadosamente depositadas dentro de cada una de las 30 copas celdas por colmena en donde se había colocado previamente una gota de mezcla 1:1 de jalea real y miel (IICA, 2009a).

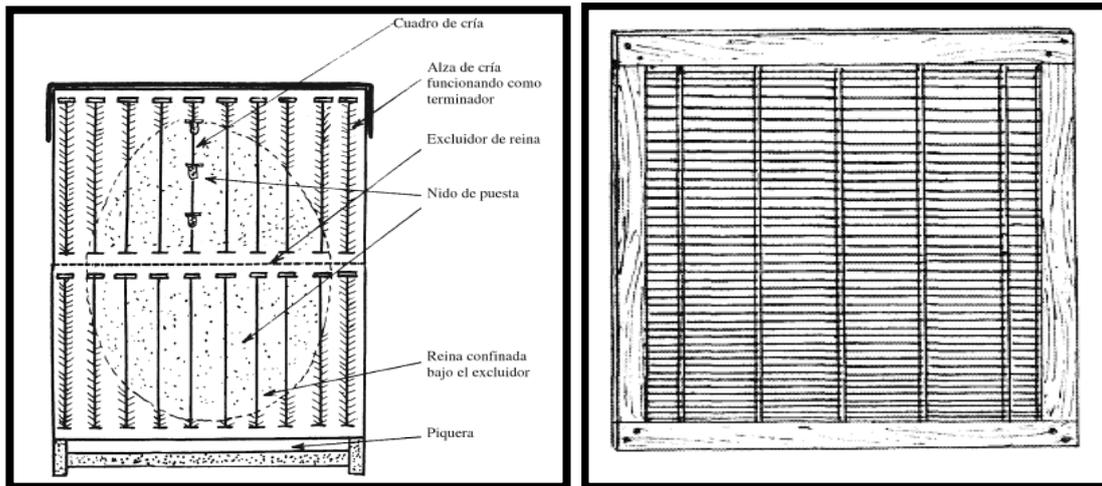


Figura 1 Funcionamiento de un excluidor de reinas y Excluidor metálico de reinas.
Fuente: Jean-Prost 2001.

Alimentación. Se separó en dos operaciones; la preparación de las dietas y el suministro del alimento. Para la preparación de las dietas, se pesó el azúcar en dos recipientes grandes, acto seguido se colocó en dos platos idénticos en volumen y peso pero diferentes en color, cada plato se utilizó para formular una dieta, luego uno de los platos recibió cinco gramos de polen formando una dieta con azúcar y polen (A+P), el otro no recibió polen de modo que formó una dieta solo con azúcar (A). El tercer ingrediente es agua limpia, se midió un litro de agua en una probeta y se agregó lentamente el volumen de agua en cada uno de los platos, luego se movió constantemente hasta conseguir una mezcla totalmente homogénea.

El suministro de alimento se llevó a cabo utilizando una probeta, se midió un litro de jarabe y se trasvasó a recipientes herméticos. Una vez que las dietas estuvieron listas se llevaron al campo y se proporcionó un litro de alimento lentamente a manera de un chorro lento y constante dentro del alimentador en el alza de producción.

Tiempo a cosecha. Es similar al traslarve, dependiendo del tratamiento se extrajo el marco de copas celdas de la colmena cada tres o cuatro días (figura 3), el exceso de cera sobre las copas celdas se retiró y las larvas fueron desechadas utilizando una aguja grande. La jalea real quedó finalmente limpia y disponible, se recogió con una espátula pequeña y se pesó.

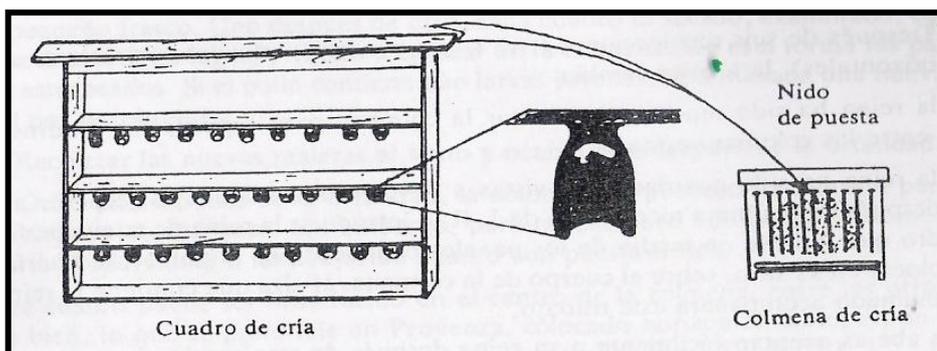


Figura 2. Materiales para la crianza de reinas (Jean-Prost, 2001).

Porcentaje de copas llenas. El porcentaje de copas llenas se calculó utilizando una relación matemática entre el número de copas a las que las abejas respondieron llenando con jalea y el número total de copas celdas que había en el marco. Esta relación se explica a continuación:

$$\frac{\text{número de copas llenas}}{\text{número total de copas (30)}} \times 100 = \% \text{ de copas llenas} \quad [1]$$

Para efectos de este estudio se consideró como aceptable el índice utilizado en la E.A.P. Zamorano: $\geq 50\%$

Producción de jalea real. Para la medición de la jalea real se pesó el frasco vacío que contuvo la cosecha del día anterior de la salida al campo, luego de la cosecha se pesó el frasco lleno y se restó el peso del contenedor vacío logrando así la lectura del peso neto por cosecha.

Pesaje de colmenas. Es el último paso en cada repetición. La forma más fácil de pesar la colmena es colocando la balanza a su mismo nivel. Delicadamente se levantó la colmena entre dos personas y colocó sobre la balanza, los pasos siguientes fueron tomar la lectura y devolverla de la misma manera a su lugar original.

El pesaje de la colmena monitorea el crecimiento o decremento de la población. Para efectos del estudio se desarrolló una fórmula matemática basada en la regla de Farrar. Esta explica el principio de sinergia aplicado a la comunidad de abejas (Farrar 1937). Demuestra que existe una relación matemática entre algunos factores de la colmena.

Cuadro 2. Cuadro explicativo de la regla de Farrar.

Total obreras	10,000	20,000	30,000	40,000	50,000	60,000
Pecoreadoras*	2,000	5,000	10,000	20,000	30,000	39,000
% Pecoreadoras	20%	25%	30%	50%	60%	65%
Peso de la población	1 kg	2 kg	3 kg	4 kg	5 kg	6 kg
Rendimiento de miel	1 kg	4 kg	9 kg	16 kg	25 kg	36 kg

* Pecoreadoras son las abejas que van en busca del néctar (Farrar 1937).

La regla de Farrar se interpreta como una relación directamente proporcional entre el tamaño de la colmena, el porcentaje de pecoreadoras y la producción anual de miel. Para efectos de este ensayo se desarrolló la fórmula a continuación que explica cómo estimar el número de abejas que han aumentado o disminuido en cada ciclo.

$$\sqrt{(w - 33.86 = x + \sqrt{x})} \times 10.000 \quad [2]$$

Donde; w es el peso de la colmena llena en kilos, 33.86 es una constante equivalente al peso promedio en kilogramos de la estructura de la colmena (aplicable para colmenas de la E.A.P.) y los marcos con cera vacíos (peso de la colmena: 22.5 + peso

de 10 marcos con cera vacíos; 1.14 kg cada uno) y 'x' representa la población de abejas.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) conformado por una combinación entre dos tipos de alimento; A y A+P (más un testigo sin alimento) y dos tiempos a cosecha (3 y 4 días desde traslarve) en un arreglo de datos (2×2) + Testigo (Cuadro 3). El ensayo se replicó 9 veces en las mismas cinco colmenas con un total de 45 unidades experimentales. Estadísticamente se usó un ANDEVA y separación de medias Tukey.

También se hicieron correlaciones de Pearson entre los resultados sanitarios y los tres parámetros de análisis del ensayo (porcentaje de copas llenas, jalea real cosechada y peso de la colmena) para determinar si en algún caso, la incidencia de enfermedades afecta productivamente al apiario.

Cuadro 3. Tratamientos

Alimento / Cosecha	A	A+P
3 días	A3	A+P3
4 días	A4	A+P4

Análisis financiero. Basado en criterios de beneficios netos, análisis de dominancia y finalmente la tasa de retorno marginal, se hizo una evaluación de cada tratamiento tomando en cuenta los incrementos en ingresos y la disminución en costos que resultaría de su aplicación.

Para el cálculo de la tasa de retorno marginal se mantuvo el orden ascendente de los costos de producción.

$$Tasa\ de\ retorno\ marginal = \frac{\text{incremento en Beneficio Neto}}{\text{incremento en Costos Variables}} \times 100 \quad [3]$$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los Resultados se presentan bajo tres parámetros de análisis; porcentaje de copas llenas, cantidad de jalea real cosechada y el peso de la colmena.

Cuadro 4. Resultados generales del estudio

	Copas Llenas			Jalea R. Cosechada			Peso de la Colmena		
	Media (%)	D.E.	m	Media (g)	D.E.	m	Media (kg)	D.E.	m
Tiempo									
3 días	28.35 ±	30.39	a ^z	1.82 ±	0.28	a	40.92 ±	2.95	b
4 días	27.50 ±	25.9	a	1.15 ±	0.26	a	43.95 ±	8.59	a
Alimento									
A*	27.94 ±	21.08	b	1.37 ±	0.34	b	41.50 ±	5.04	b
A+P**	55.83 ±	17.93	a	3.09 ±	0.32	a	45.55 ±	7.92	a
Testigo	0.00 ±	0.00	c	0.00 ±	0.00	c	40.44 ±	1.44	c
Tiempo × Alimento									
3 × A	27.22 ±	27.28	ns	1.94 ±	0.49	ns	39.77 ±	1.95	c
3 × A+P	54.78 ±	23.14		3.59 ±	0.46		42.45 ±	0.89	b
3 × Testigo	0.00 ±	0		0.00 ±	0.00		40.56 ±	1.48	bc
4 × A	28.67 ±	14.1		0.81 ±	0.46		43.23 ±	4.2	b
4 × A+P	56.89 ±	12.09		2.59 ±	0.46		48.66 ±	5.25	a
4 × Testigo	0.00 ±	0.00		0.00 ±	0.00		40.36 ±	1.48	bc

a^z: Medias con letras distintas en columna “m” (media) denotan diferencias significativas (P<0.05), Tukey.

“ns”: No se encontraron diferencias significativas (P>0.05).

* A: Alimentación con agua y azúcar.

** A+P: Alimentación con agua, azúcar y polen.

Copas llenas. El porcentaje de copas llenas es un indicador de la aceptación de la colmena al tratamiento. No se encontró efecto del tiempo a cosecha en el porcentaje de copas llenas (P>0.05), mas el alimento sí fue una influencia (P<0.05). Los tratamientos alimentados con A+P fueron los de mayor producción (Cuadro 4). Según el manual de IICA 2009a, el porcentaje de copas llenas también ayuda a tener una noción de la población de abejas y de la calidad del traslarve. Si una abeja nodriza se encuentra en la celda con una larva deshidratada o muerta, no llenará esa copa con jalea real. Finalmente, si se toma en cuenta el parámetro del mínimo en 50% de copas llenas establecido en la Planta Apícola de Zamorano, solamente las colmenas alimentadas con A+P se consideran aceptables.

Jalea real cosechada. En el cuadro 4 se muestra que estadísticamente no hay diferencias significativas entre tiempos a cosecha en la producción de jalea real ($P>0.05$). Por otro lado el tipo de alimento influyo causando diferencias entre tratamiento, encontrando que el tratamiento con azúcar y polen superó la producción de jalea real en un 88.2% para tratamientos de 3 días y 206.6% para tratamientos de 4 días ($P<0.05$). Según De Jong *et al* 2006 el aumento en producción de las colmenas alimentadas con mayor contenido proteico se debe a dos factores, el polen es el ingrediente indispensable para el funcionamiento de las glándulas responsables de la producción de jalea real y es el principal componente de los tejidos, es por esto que las colmenas testigo son incapaces de llenar copas y producir jalea. El aumento en proteína causa una mejora en la calidad de las larvas tanto de las copas celdas como de los marcos que producirán nuevas abejas.

Una mayor disponibilidad de proteína disminuye el porcentaje de mortalidad en las larvas operculadas y ocasiona un aumento en la población de abejas nodrizas y una mayor capacidad de supervivencia a las larvas del traslarve (De Jong *et al* 2006). En la figura 4 muestra el efecto del aumento en producción de jalea real relacionado al contenido proteico en el alimento.

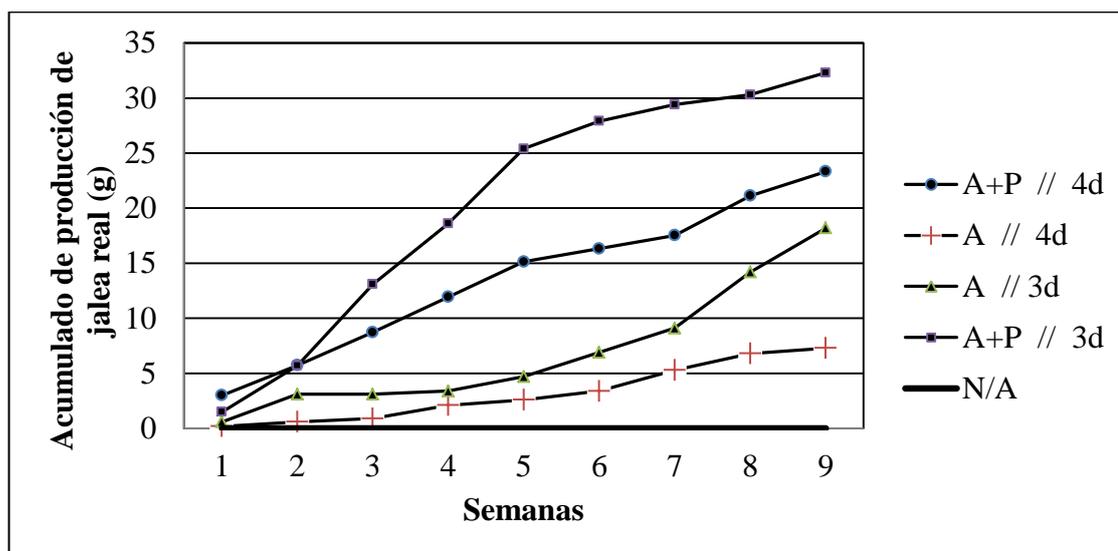


Figura 3. Acumulado de producción de lajalea real por tratamiento.

A+P: Alimentación con agua, azúcar y polen.

A: Alimentación con agua y azúcar.

N/A: Sin alimento (colmena testigo).

Tradicionalmente las colonias de abejas son alimentadas con agua y azúcar, en este estudio luego de nueve semanas, la colmenas alimentada con azúcar y polen con cosecha de tres días (A+P3) resultó ser 14.3% más productivo que el tratamiento con polen de cuatro días (A+P4) y 357.1% más productivo que el tratamiento alimentado sin polen con cuatro días de cosecha (A4). El testigo no reportó ningún valor de cosecha y mantuvo copas vacías durante todo el ensayo.

Peso de la colmena. El cuadro 4 muestra la lectura promedio de los pesajes que se hicieron en cada ciclo a las colmenas. Los resultados muestran que las colmenas

alimentadas con polen fueron significativamente más pesadas especialmente en un programa de cosecha de cuatro días ($P < 0.05$). Las diferencias generales entre planes de alimentación son muy similares a los obtenidos por Guimerá y Bataller en 2009 donde las colmenas que no fueron alimentadas crecieron en un 16% y las que tuvieron suplementación llegaron a crecimientos de 123% demostrando que efectivamente la alimentación artificial influye en la tasa poblacional de la colmena. Tomando en cuenta los valores de la regla de Farrar y la aplicación de la fórmula desarrollada se puede estimar el cambio en población de la colmena en número de abejas en cada ciclo, la dinámica poblacional contribuye al entendimiento del comportamiento y estado general de la colmena.

Al correlacionar el crecimiento de la población con la producción de jalea real no guarda relación ($P > 0.05$) mas sí con el tiempo de cosecha ($P < 0.05$); las colmenas con un plan de cosecha de cuatro días mostraron un crecimiento en población casi seis veces mayor a las colmenas cosechadas cada tres ($P < 0.05$). El tratamiento A+P//4 fue el de mayor crecimiento presentando un incremento en el número de abejas 7.3% mayor que el tratamiento A//4. El tratamiento A//3 no presentó ninguna variación neta en población mientras que la testigo perdió casi 1000 individuos durante todo el ensayo ($\approx 3\%$ de la población). Este aumento de población podría estar relacionado con la alimentación con polen, esta aumenta la cantidad de proteína fortaleciendo las larvas y aumentando el nivel de supervivencia, también aumenta el vigor de la reina quien pondrá más huevos.

Sanidad. Según el manual de sanidad apícola (IICA 2009 b), la calidad y la eficiencia de la producción de jalea real está estrechamente relacionada a la sanidad y salud de la colmena, vectores de enfermedades como esporas de Nosema o ácaros de Varroa deben ser monitoreados (Cuadro 5).

Cuadro 5. Resultados de pruebas de sanidad.

	Varroa	Nosema
Tratamiento	Nivel de incidencia	Nivel de incidencia
A+P×4	2%	0
A×4	1%	0
A×3	0%	20000
A+P×3	0%	25000
Testigo	0%	10000

Incidencia en Nosema se mide en unidades de esporas por abeja.

Al correlacionar los recuentos sanitarios con el porcentaje de copas y producción de jalea real no fue significativas ($P > 0.05$). Los recuentos de Nosema deben estar por debajo de 500.000 esporas por abeja y los recuentos de Varroa deben mantenerse por debajo del 2.5% de la población. (IICA, 2009b). Es por esto que los factores de sanidad no afectan en producción, las colmenas pueden considerarse sanas en estos niveles (Cuadros 5 y 6).

Tomando en cuenta las correlaciones entre la sanidad y la población, la Varroa tiene una relación significativa directamente proporcional ($P < 0.05$). Esto se debe a que al haber más abejas pecoreadoras saliendo al campo, las posibilidades de infección son mayores a demás, naturalmente en una colmena que tiene más abejas, habrá más Varroa. La población por otro lado, no guarda relaciones significativas con la el índice de Nosema ($P > 0.05$).

Cuadro 6. Correlación de Pearson (r) entre los parámetros y los resultados sanitarios.

Parámetro	Varroa	Nosema
	r Prob. (P)	r Prob. (P)
% de Copas Llenas	0.472 (0.428)	0.887 (0.089*)
Jalea R. Cosechada	0.971 (0.023*)	0.342 (0.545)
Peso de la Colmena	0.992 (0.026*)	0.326 (0.260)

*Valores de P menores de 0.05 se consideran significativos.

Aunque la Varroa y las esporas de Nosema hayan sido encontrados en las colmenas, fue posible determinar que las colmenas estaban sanas debido a que no hubo valores por encima del valor crítico. No hubo ninguna relación significativa perjudicial. Las relaciones con jalea real cosechada y con peso de la colmena son positivas, significativas para Varroa ($P < 0.05$) e indican vigor en la colmena. Para Nosema el único valor significativo consta en su relación con el porcentaje de copas llenas, también en una relación directamente proporcional y con un valor P menor a 0.05.

Análisis financiero. Los resultados técnicos del ensayo fueron analizados para determinar que tecnología (tratamiento) resulta en la mayor rentabilidad con la intención de demostrar que podría efectivamente ser implementada generando mayores ingresos que las otras tecnologías. Al tiempo, determinar si insumos de polen generan utilidades mayores en comparación con la alimentación únicamente con azúcar.

El marco teórico del análisis financiero toma en cuenta cuatro colmenas productivas con 30 copas celdas por colmena y 10 cosechas por mes. Los datos de las nueve repeticiones fueron tomados como base para un análisis mensual. La cantidad de jalea real vendida se obtiene de la multiplicación del promedio de producción, por el número de copas/colmena y por el número de cosechas por mes.

El siguiente análisis se basa en el formato presentado por L. Harrington en 1982 mediante el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). Las tecnologías se ordenan de manera ascendente con relación al rendimiento, de manera que la tecnología en uso sea la número uno para facilitar la comparación. El rendimiento por mes se obtiene del promedio aritmético de producción por cada tratamiento durante el ensayo, multiplicado por el número de cosechas al mes.

Cuadro 7. Cosecha mensual de jalea real en gramos.

Tecnología	Alimento	Tiempo a cosecha	Rendimiento promedio/mes
1	Testigo	4	0
2	Azúcar	4	8
3	Azúcar	3	20
4	Azúcar + polen	4	26
5	Azúcar + polen	3	36

El cuadro 7 muestra los datos del experimento, en orden ascendente las tecnologías o tratamientos y sus respectivas respuestas en rendimientos de campo. Se determinó que los tratamientos que incluyen alimentación con polen son los más productivos. La alimentación con azúcar permitió niveles productivos siempre menores a la alimentación con agua, azúcar y polen pero juntos demostraron en comparación con el testigo los beneficios de la alimentación artificial para producción de jalea real.

Cuadro 8. Beneficios Netos.

	Unidades	Tecnología				
		1	2	3	4	5
Rendimiento promedio	gramos/mes	0	8	20	26	36
Rendimiento ajustado	gramos/mes	0	7.2	18	23.4	32.4
Beneficios Brutos en Campo	dólares/mes	0	8.6	21.6	28.1	38.9
Costo del alimento	dólares/mes	0	4.6	4.6	5.7	5.7
Costo de mano de obra	dólares/mes	0	7.4	9.9	7.4	9.9
Costos totales que varían	dólares/mes	0	12.03	14.51	13.1	15.6
Beneficio Neto	dólares/mes	0	-3.39	7.09	14.9	23.3

El cuadro 8 muestra los beneficios netos de campo, resultado de la resta entre los beneficios brutos en campo y los costos totales que varían, este índice muestra la ganancia que resultaría de adoptar cada una de las tecnologías, fue intencionado como un cuadro comparativo para determinar qué tecnología representa los mayores beneficios.

Una vez calculado el rendimiento promedio, se ajusta tomando en cuenta una eficiencia del 90% esto toma en cuenta mermas por pérdidas de calidad en transporte o cualquier otra problemática durante la cosecha. Los beneficios netos de campo indican los ingresos netos que cada tecnología representa, se calculan multiplicando el

rendimiento ajustado por el precio de entrada de la finca (precio- cualquier costo de comercialización o cosecha) que en este caso se fijó en 1.2 USD/gramo.

Para el análisis de dominancia es necesario ordenar las tecnologías en orden ascendente de costos. Se considera una tecnología “dominada” a aquella que al ser adoptada representa beneficios menores que la anterior, es decir, que cambiar a esa tecnología resultaría menos rentable que mantenerse en las condiciones actuales.

El cuadro 8 muestra la comparación directa entre los beneficios netos de cada comparación, mostrando cual sería la ganancia o pérdida exacta de adoptar una nueva tecnología.

Los tratamientos dominados siempre representan pérdidas mientras que los no dominados pueden o no ser rentables dependiendo de la tasa de retorno marginal.

Cuadro 9. Tasa de retorno marginal.

Tecnología	Costos que varían		Beneficios USD/mes	Incremento en beneficio USD/mes	Tasa de Retorno Marginal
	USD/mes	USD/cambio			
Testigo	0	0	0	0	0%
A//4	12.03	12.03	-3.39	-3.39	d*
A+P//4	13.13	13.13	14.95	14.95	114%
A//3	14.51	1.38	7.09	-7.86	d*
A+P//3	15.61	2.48	23.27	8.32	335.48%

* d: tecnología dominada

El cuadro 9 finalmente, muestra la ganancia neta en porcentaje una vez que se haya cubierto la inversión inicial. Para ejercicios con apicultura un porcentaje de retorno aceptable estará siempre sobre el 100% (Harrington, 1982), en este caso las únicas tecnologías que resultaron con tasas de retorno marginales por encima de lo aceptable son aquellas que resultaron de alimentación con agua, azúcar y polen, especialmente aquellas cosechadas cada tres días.

4. CONCLUSIONES

- Proporcionar azúcar y polen en la dieta artificial garantiza un porcentaje de pegue de copas aceptable (>50%).
- Cosechas La alimentación con polen permite aumentar la producción de jalea real de una colmena en un 88.2% para tratamientos de 3 días y en un 206.6% para tratamientos de 4 días.
- más largas resultan en mayores ganancias de población, especialmente si son alimentadas con polen.
- La alimentación artificial con un litro de agua, una libra de azúcar y cinco gramos de polen fue rentable.

5. RECOMENDACIONES

- Implementar diferentes fuentes proteicas en los alimentos.
- Evaluar el efecto del tipo de copas celdas en el porcentaje de pegue de copas y producción de jalea real.

6. LITERATURA CITADA

Calderón, R. y A. Ortiz, 2000. Enfermedades de las abejas melíferas. Notas Apícolas Costarricenses 6: 8-9.

De Araujo, J.C. y C. Echazarreta, 2001. Fuentes de proteína para suplementos de abejas. Tepic, Nayarit, México. p. 48-53.

De Jong, D., M.M. Morais, A.P. Turcatto y F. Aloar,. 2006. Nutrición de las abejas. san pablo, Brasil. 5p.

F.A.O. (Food & Agriculture Organization. ONU). 1996. Value-added products from beekeeping. Roma, Italia. Food & Agriculture Org. 422p. (serie W0076).

Farrar, C.L. 1937. The influence of colony population on honey production. Journal of Agricultural Research. 54 (12): 945-954.

Guimerá, I.S. y M.J. Bataller. 2009. Ensayo sobre la Influencia del alimento “Apicomplet” en la cría y población de abeja. Valencia, España. 9p.

Harrington, L. 1982. Ejercicios sobre el análisis económico de datos agronómicos, México. CYMMIT, 96p.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 2009.a Manual de apicultura básica para honduras. Tegucigalpa, Honduras. 67p.

IICA b (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 2009.b Manual de enfermedades apícolas. Tegucigalpa, Honduras. 54p.

Jean-Prost, P. 2001. Apicultura. Paris, Francia. 608p.

Manrique, A. J. 1994. La varroasis, diagnóstico y control. Caracas, Venezuela. 3p.

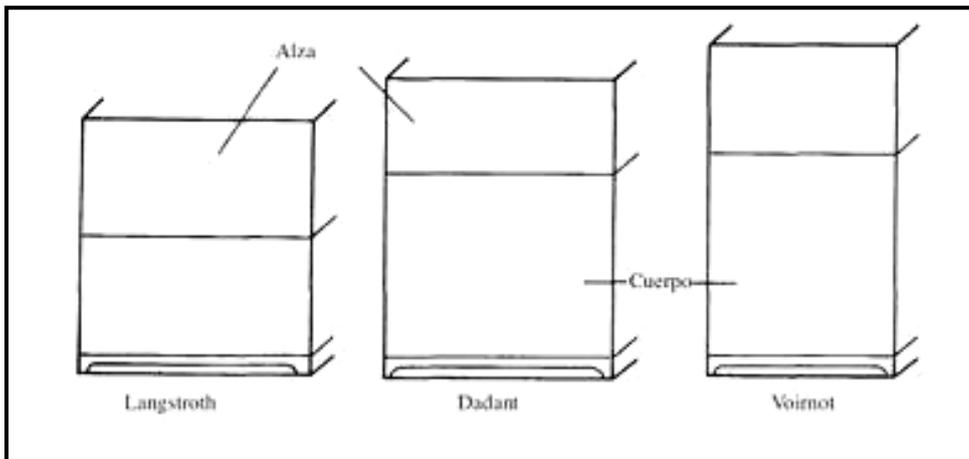
Padilla, F. y A.E. Cuesta López. 2003. Zoología aplicada. Madrid, España. Ediciones Días de Santos, S.A. 326p.

Palacio, M.A. 2009. Curso de actualización en sanidad apícola, alimentación natural, Tegucigalpa, Honduras. 15p.

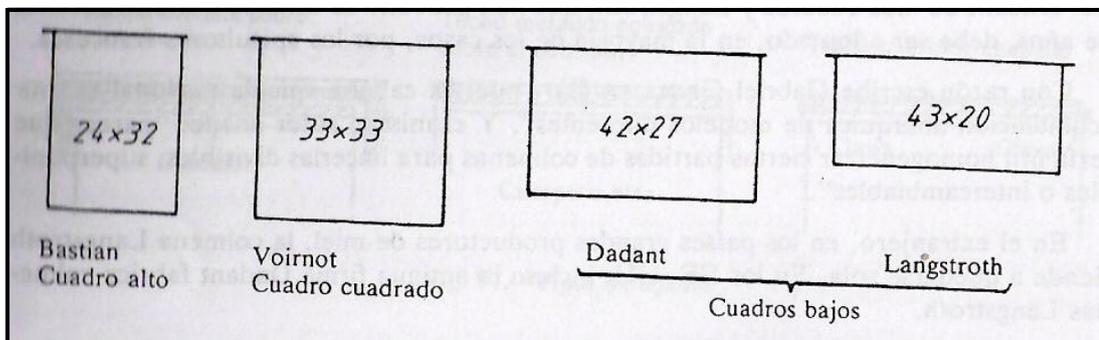
Stahlman, D. 2004. Advanced beekeeping. Blacklick, OH, USA. 13p.

Robes Portela, E.My J.C. Salvaúcha Gallego. 1999. Alimentación de las abejas, Madrid España. 196p.

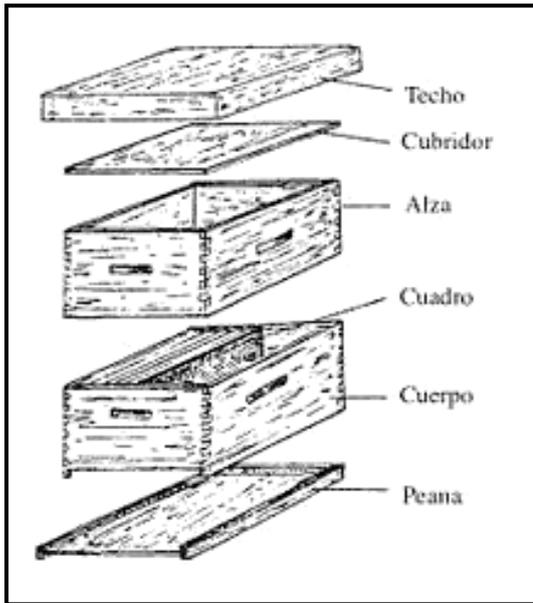
7. ANEXOS



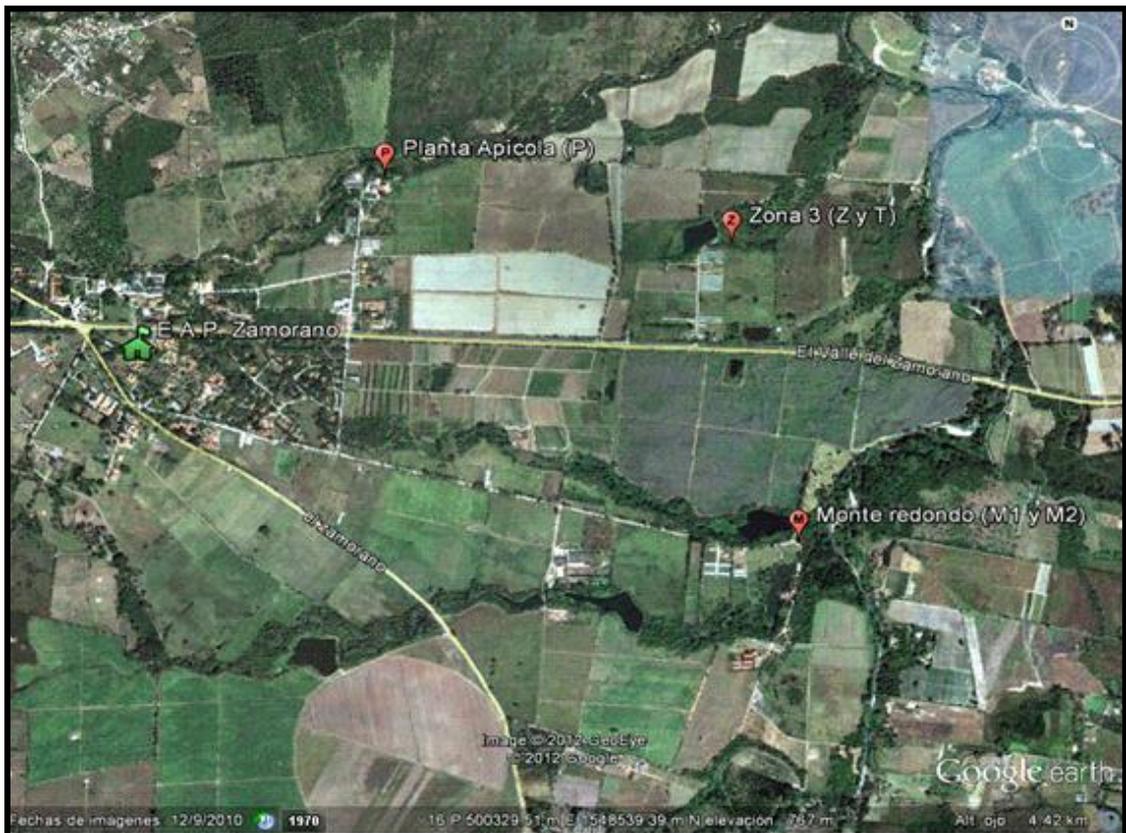
Anexo 1. Principales tipos de colmena. (Apicultura, Jean-Prost 2001)



Anexo 2. Medidas (cm) de los marcos o cuadros de las colmenas por tipo. (Apicultura, Jean Prost 2001)



Anexo 3. Partes principales de una colmena. (Apicultura, Jean-Prost 2001).



Anexo 4. Foto del campus de Zamorano con la localidad de cada uno de los apiarios (Google Earth, 2010).

Anexo 5. Calendarización de actividades de traslarve y cosecha.

Día	Actividad
Lunes	Cosecha* todas
Martes	Traslarve** todas
Miércoles	No hay actividades
Jueves	Cosecha y traslarve de 3 días
Viernes	Cosecha y traslarve de 4 días
Sábado	Cosecha y traslarve de 3 días
Domingo	No hay actividades

* Junto con cada cosecha se pesan individualmente las colmenas
 ** Junto con todos los traslarves, las colmenas se alimentan con 1 litro del alimento correspondiente (excepto la colmena testigo).