

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



**TESIS**

**EFFECTO DEL CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) Y LA SOYA  
(*Glycine max L.*) COMO SUSTITUTOS DEL POLEN EN EL  
DESARROLLO DE LA COLMENA DE ABEJAS *Apis mellifera***

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
**MÉDICO VETERINARIO**

PRESENTADA POR LA BACHILLER  
**YESENIA MARUJA VILLANUEVA BAZAURI**

ASESOR  
**MG. M.V. CRISANTO JUAN VILLANUEVA DE LA CRUZ**

**CAJAMARCA – PERÚ**  
**2019**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA**  
Fundada por Ley N°14015 del 13 de Febrero de 1962  
**UNIVERSIDAD LICENCIADA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**  
**DECANATO**

Av. Atahualpa 1050 – Ciudad Universitaria Edificio 2F – 205 Fono 076 365852



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, siendo las diez horas del veintisiete de diciembre del dos mil diecinueve, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Veterinarias “César Bazán Vásquez” de la Universidad Nacional de Cajamarca, los integrantes del Jurado Calificador, designados por el Consejo de Facultad, con el objeto de evaluar la sustentación de Tesis Titulada: **“EFECTO DEL CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) Y LA SOYA (*Glycine max L.*) COMO SUSTITUTOS DEL POLEN EN EL DESARROLLO DE LA COLMENA DE ABEJAS *Apis mellifera*”** asesorada por el docente Mg. M.V. Crisanto Juan Villanueva de la Cruz y presentada por la Bachiller en Medicina Veterinaria YESENIA MARUJA VILLANUEVA BAZAURI.

Acto seguido el Presidente del jurado procedió a dar por iniciada la sustentación, y para los efectos del caso se invitó a la sustentante a exponer su trabajo.

Concluida la exposición de la Tesis, los miembros del jurado calificador formularon las preguntas que consideraron convenientes, relacionadas con el trabajo presentado; asimismo, el Presidente invitó al público asistente a formular preguntas concernientes al tema.

Después de realizar la calificación de acuerdo a las pautas de evaluación señaladas en el Reglamento de Tesis, el Jurado Calificador acordó: **APROBAR** la sustentación de Tesis para optar el Título Profesional de **MÉDICO VETERINARIO**, con el Calificativo Final obtenido de **DIECISÉIS (16)**.

Siendo las diez horas con cuarenta y cinco minutos del mismo día, el Presidente del Jurado Calificador dio por concluido el proceso de sustentación.

  
Dr. JOSÉ FERNANDO CORONADO LEÓN  
PRESIDENTE

  
Mg. Ing. ROY FLORIAN LESCANO  
SECRETARIO

  
M.Cs. M.V. MIGUEL ENRIQUE CHÁVEZ FARRO  
VOCAL

  
Mg. CRISANTO JUAN VILLANUEVA DE LA CRUZ  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida y fuerza para poder llegar a ser profesional y contribuir en algo al mundo de la investigación veterinaria.

A mi esposo Franklin y mi hijo Frank Diego, quienes me dieron la fuerza y me brindaron su apoyo para terminar este proyecto.

A mis padres Juan y María quienes en todo momento me dieron todo lo necesario para poder realizar mis metas y mis logros.

**YESENIA**

## **AGRADECIMIENTO**

- A mi asesor: Mag. Juan Villanueva De La Cruz, por su apoyo, su conocimiento, dedicación y su motivación, los cuales han sido fundamentales para la elaboración y la culminación del presente trabajo de investigación.
- A la Universidad Nacional de Cajamarca por ser el alma mater de mi educación y a la Facultad de Ciencias Veterinarias que con sus enseñanzas me dio la oportunidad de formarme profesionalmente.
- A todas las personas que me apoyaron y aportaron, en especial a aquellos que de forma directa e indirecta hicieron posible la realización de esta investigación.

**YESENIA**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se realizó en el apiario de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicado en el Fundo Tartar Pecuario; con el objetivo de determinar el efecto de la soya (*Glycine max L.*) y el chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) como sustituto del polen en el desarrollo del pollo (huevos, larvas y pupa) en una colmena de abejas *Apis mellifera*. Para lo cual se seleccionaron 12 colmenas con similares características, distribuyéndose de la siguiente manera: 4 colmenas fueron el testigo (T1) no recibieron suplemento; 4 colmenas se alimentaron con jarabe a base de azúcar rubia con un 10 % de soya (T2) y 4 colmenas se alimentaron con jarabe a base de azúcar rubia con 10 % de chocho (T3). Los resultados fueron: promedio de área del pollo en el panal fue: 492,34 cm<sup>2</sup> (T3, suplementado con chocho), 430,32 cm<sup>2</sup> (T2, suplementado con soya) y 343,62 cm<sup>2</sup> (T1, testigo, no recibió suplemento). Concluyéndose, que las abejas suplementadas con chocho, tuvieron un mejor desempeño sobre el desarrollo del pollo, comparado con las abejas que fueron alimentadas con soya.

Palabras claves: Chocho, soya, alimentación, abeja.

## ABSTRACT

This research work was carried out in the apiary of the Faculty of Veterinary Sciences of the National University of Cajamarca, located in the Fundo Tartar Pecuario; with the aim of determining the effect of soy (*Glycine max L.*) and lupine (*Lupinus mutabilis Sweet*) as a substitute for pollen in the development of chicken (eggs, larvae and pupa) in a bee hive of *Apis mellifera* bees. For which 12 hives with similar characteristics were selected, distributed as follows: 4 hives were the control (T1) received no supplement; 4 hives were fed with syrup based on blond sugar with 10% soy (T2) and 4 hives were fed with syrup based on blond sugar with 10% lupine (T3). The results were: average area of the chicken in the honeycomb was: 492.34 cm<sup>2</sup> (T3, supplemented with lupine), 430.32 cm<sup>2</sup> (T2, supplemented with soy) and 343.62 cm<sup>2</sup> (T1, control, did not receive supplement). Concluding that: bees supplemented with lupine, had a better performance on chicken development, compared to bees that were fed with soybeans.

Keywords: Lupine, soy, feeding, bee.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>RESUMEN</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
	<b>Pág.</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	3
<b>CAPÍTULO II</b>	
MARCO TEÓRICO	4
<b>CAPÍTULO III</b>	
MATERIALES Y MÉTODOS	25
<b>CAPÍTULO IV</b>	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
<b>CAPÍTULO V</b>	
CONCLUSIONES	35
<b>CAPÍTULO VI</b>	
REFERENCIAS	36
ANEXO	42

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Para mantener una colmena con buen estatus sanitario y con buenos índices productivos es fundamental la evaluación nutricional y suministro de recurso en caso de ser necesario. Bajo las actuales condiciones climáticas y disminución de recursos entre algunas floraciones se hace necesaria la alimentación artificial de las abejas. La alimentación artificial corresponde al suministro de alimentos nutritivos para las abejas en alguna temporada o periodo en el que lo necesiten.

La cantidad de proteínas, carbohidratos, minerales, grasas, vitaminas y agua que las abejas necesitan para sus actividades vitales son obtenidas del almacenamiento de néctar, polen y agua; siendo el néctar y la ligamaza las principales fuentes de abastecimiento de carbohidratos y el polen suministra todos los demás elementos nutricionales indispensables. Los usos de los suplementos son de gran importancia en lugares donde el polen es escaso sobre todo en época de escasas de flores y prepara a las colmenas en un nivel óptimo de población para el aprovechamiento de los flujos de néctar.

Por ello, es necesario dentro del manejo apícola en épocas de escasas de polen la aplicación de diferentes dietas ricas en energía y proteínas, sobre todo en Cajamarca, donde la ausencia de floración en invierno produce una falta de alimento en la colmena. En la campiña de Cajamarca no se conoce el efecto que tendría la suplementación alimenticia en la postura de huevos en abejas por lo tanto es necesario realizar estudios en busca de un buen sustituto del polen y de esta manera estimular la postura en las abejas y

observar el desarrollo del pollo en las colmenas. El chocho y la soya son productos que aportan gran cantidad de proteína y energía, las mismas que van a ser aprovechadas por las abejas para un mejor desarrollo.

## 1. OBJETIVO

Determinar el efecto de la soya (*Glycine max L.*) y el chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) como sustituto del polen en el desarrollo del pollo (huevos, larvas y pupa) en una colmena de abejas *Apis mellifera*.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2. Antecedentes**

##### **2.1. Evolución de las abejas**

Las abejas evolucionaron a partir de avispas, gracias al desarrollo de estructuras que le permitieron obtener las proteínas de las flores, de ese modo abandonaron el comportamiento de ser insectos parásitos característicos de sus ancestros e iniciar la coevolución con las angiospermas, grupo de plantas que producen semillas (Vidal y Bedascarrasbure, 2002).

La palabra apicultura proviene del latín Apis (abeja) y Cultura (cultivo), es decir la ciencia que se dedica al cultivo de las abejas. La apicultura nace cuando el hombre intenta conocer el mundo de las abejas. Para ello tomó un tronco hueco e intentó mantener una colonia. La evidencia del aprovechamiento de abejas por parte de los egipcios en sus jeroglíficos se ubica en el año 2500 a.C. Es en el año 1500 a.C. cuando se escribe sobre las abejas, siendo ésta la primera evidencia escrita. Hasta el Siglo XVIII se trata de una apicultura tradicional. Por medio de los avances científicos y sobre todo biológicos se lleva a cabo un conocimiento más profundo del comportamiento del enjambre, todos estos conocimientos, apoyados en el invento de las colmenas movilizadas propuestos por Langstroht (1895), nos condujeron a una apicultura técnica moderna (Prieto, 2002).

## 2.2. Biología de *Apis mellifera*

El género *Apis*, comprende diversas especies de abejas, pertenece al orden de los himenópteros, que incluye insectos sociales como la abeja doméstica y la hormiga. Entre las diversas razas, la más productiva es sin duda la ligústica, apreciada en todo el mundo con el nombre de abeja itálica. Las abejas melíferas viven en una colonia permanente cuyo número varía en base al período estacional y a la fuerza específica de cada colonia. El número mínimo de una colonia es de unos 15,000 ejemplares en la estación fría y puede alcanzar los 100,000 en la estación de la recolección. Ninguna abeja puede sobrevivir al margen del grupo durante más de dos o tres días, lo cual explica el acentuado instinto gregario de estos himenópteros. En el interior de una colonia, se distinguen tres castas (Ravazzi, 2000):

- La reina
- La obrera
- El zángano

### ➤ La abeja reina

Única hembra perfecta de la colonia, es la madre de todas las abejas. Se desarrolla en una celda llamada celda real, su período de incubación es de 16 días (huevo: 3 días; larva: 5 días y pupa: 7 días). Pone alrededor de 2 000 a 3 000 huevos diarios. Tiene una longitud de 18 y 22 mm y una anchura torácica de unos 4,2 mm. Llega a vivir de cuatro a cinco años (Ravazzi, 2000).

### ➤ La abeja obrera

Posee una longitud de 12-13 mm y un tórax de 4 mm, realiza diferentes funciones desde el inicio de su vida: limpiadoras o aseadoras, nodriza, guardiana, ventiladora y los últimos días de vida ejerce su labor de recolectora o pecoreadora, su longevidad es de 45 días. Las abejas obreras proceden de óvulos fecundados, son hembras imperfectas

después de la puesta, dura 3 días en etapa de huevo, 6 días en etapa larval y 12 días en forma de pupa (Prost, 2007).

➤ **El zángano**

El zángano no posee aguijón a comparación de la obrera y la reina, nacen 24 días después de la puesta. Alcanza una longitud de 15 mm con un tórax de 5 mm. La mitad de los zánganos de cada colonia son aptos para la reproducción y, de ésta, sólo el 65-70% alcanza la madurez sexual completa. Su vida media en promedio es de 50 días (Ravazzi, 2000).

### **2.3. Etapas de desarrollo de la abeja**

❖ **Cría 1**

El primer día, el huevo es perpendicular al fondo del alveolo; después, empieza a inclinarse hasta que, al tercer día, se tiende sobre el fondo y se rompe. Esta etapa se inicia de cero a los tres días. Es un bastoncillo blanco de 1,5 mm de longitud y 0,3 mm de diámetro (Guzmán, 1 990).

❖ **Cría 2**

Adherida al fondo del alveolo, la larva crece rápidamente, enroscándose sobre sí misma hasta que, al cabo de tres o cuatro días, sus extremidades se tocan. La etapa va del cuarto al noveno día (Ravazzi, 2000).

❖ **Cría 3**

Una vez operculada la celda, la larva hila su capullo, transformándose en pupa, para emerger por último como insecto perfecto, esta etapa dura 16 días en el caso de la reina, de 21 días para la obrera y 24 días para el zángano.

**Tabla 1. Tiempo en días de los estadios de desarrollo de la abeja**  
(Persano, 2002).

CASTA	HUEVO	LARVA	PUPA	TIEMPO TOTAL
Reina	3	5 ½	7 ½	16
Obrera	3	6	12	21
Zángano	3	6 ½	14 ½	24

## 2.4. Alimentación natural

### ✓ Néctar

Jugo azucarado de las flores; producido por pequeños órganos glandulares denominados nectarios, que son de dos clases: florales y extra florales (Grepe, 2001).

Es una solución dulce constituida predominantemente por azúcares reductores (monosacáridos), como glucosa y levulosa (65-70%) y sacarosa; contiene generalmente, 17% de humedad, densidad de 1,4 Kg/l varía con la temperatura y la humedad (Becerra y Contreras, 2004).

### ✓ Polen

Es el conjunto de gametos masculinos de las plantas (transportados por las abejas obreras a las colmenas en su tercer par de patas). Fuente principal de alimento para la abeja melífera, es un producto excedente del apiario y en su efecto polinizador en los cultivos. La composición química del polen consiste en proteínas, glúcidos, lípidos y fibra; contiene de 18 a 22 aminoácidos esenciales, minerales (especialmente cobre), vitaminas (B2, B3, B5, C, D y E), enzimas y coenzimas, pigmentos como xantofila y carotina, esteroides y antibióticos. Su valor alimenticio es variable, dependerá de la fuente de procedencia, por eso

es necesaria la mezcla de diferentes ingredientes para brindar a las abejas una dieta equilibrada (Gris, 2004).

El polen constituye un factor importante en la estimulación del consumo en dietas suplementarias para las abejas. Las abejas son capaces de consumir fuentes de proteína diferentes al polen, que pueden cubrir parcialmente sus necesidades alimenticias (De Araujo y Echazarreta, 2001).

✓ **Jalea real**

La jalea real posee un alto contenido de vitaminas, aminoácidos esenciales, proteínas, lípidos y carbohidratos. Es el alimento producido por las glándulas hipofaríngeas y mandibulares de las jóvenes obreras de edad entre cinco y 14 días, con la adición de polen. La composición de la jalea real varía porcentualmente en función de la planta libada por las abejas, como sucede en los demás productos de la colmena, y depende también de la edad de las larvas a las que alimentará. Es una pasta amarillenta, ligeramente gelatinosa, con un olor característico que recuerda al fenol y un sabor amargo ácido (Sáenz y Gómez, 2000).

✓ **Agua**

El agua cumple cantidad de funciones dentro de la colmena, el consumo de agua puede llegar a 200 cm<sup>3</sup> a 1 L por día, en momentos de desarrollo de las crías. Estas cantidades varían de acuerdo con la época del año, la entrada de néctar, la humedad, etc. El agua es utilizada en la secreción de jalea real, disolver mieles viejas, reducir la temperatura interior de la colmena y para mantener un nivel de humedad en el nido de cría evitando la desecación de las larvas (Bazzurro, 1999).

## 2.5. Alimentación artificial

Philippe, 1990 y Bernal, 1999, señaló que la alimentación artificial de las abejas se desarrolló después del descubrimiento de la colmena de cuadros móviles, en el momento que la cría intensiva tomaba impulso. Se basa en el razonamiento según el cual, puesto que se le han tomado sus reservas alimenticias a la colonia, es necesario para su supervivencia devolvérselas en forma de productos sustitutivos, de menos valor de mercado que la miel. Prost, 1981 y Bernal, 1999, indica que la alimentación artificial mediante jarabe que contiene una proporción 1:1, 1 Kg de azúcar por 1 L de agua aumenta el número de cuadros de puesta. La alimentación artificial es una técnica apícola utilizada para cubrir necesidades provocadas por las situaciones climáticas o por la propia manipulación del apicultor; así como, para estimular el desarrollo en períodos específicos, especialmente a inicios de primavera, con el objeto de disponer de colmenas fuertes para la polinización de árboles frutales y otros. Desde el punto de vista de la biología de la abeja, es posible alimentarla artificialmente cuando la colmena lo requiera; sin embargo, las exigencias actuales del mercado obligan a establecer una normativa que evite la concentración de azúcares que no son propios de la miel, así como algún residuo de drogas para el control de enfermedades (Anónimo, 2002).

Existen dos tipos de alimentación artificial según el objetivo:

1. Para sostén de la colonia o de mantenimiento.
2. Para estimulación de la colonia.

La alimentación de mantenimiento está prevista sobre todo para completar las provisiones estimadas insuficientes, ésta puede ser suministrada diariamente en pequeñas dosis cuando es estimulante y grandes dosis, cuando es de mantenimiento, según Casagrán (1980), consiste en proporcionar jarabe de azúcar para evitar que las abejas mueran de hambre

por la falta de reservas de miel. Se prepara con dos partes de azúcar y una de agua. La alimentación estimulante, tiene el objetivo de lograr que la colonia de abejas se desarrolle lo suficientemente como para que, al inicio de la floración principal, se encuentre con todo su potencial productivo disponible (Calio, 2007).

Consiste en ofrecer a las colonias un jarabe preparado con una parte de azúcar y dos partes de agua y se ofrece 50 o 60 días antes de la floración. Tiene como fin, estimular la postura de la reina y por consiguiente el aumento de la población. En climas tropicales se recomienda suplementar en verano, cuando el flujo de néctar se reduce al mínimo porque la vegetación que floreció en primavera está en fructificación. La suplementación se hace una o dos veces por semana, pero dependerá de las necesidades de la colonia y de los efectos que tenga sobre la población (Calio, 2007).

### 2.5.1. Sustitutos y suplementos utilizados

**Tabla 2.** Diferentes tipos de suplementos y alimentación (Ordoñez, 2002).

<b>TIPO DE SUPLEMENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Suplementación proteica pos cosecha</b>	Se proporciona al final de la cosecha cuando se tienen abejas desgastadas y poca población en la colmena. Por ejemplo, se proporciona una mezcla de polen con harina de soya o de maíz y se mezcla con miel y agua, de consistencia blanda y palatable para las abejas, con un contenido de proteína no mayor del 12%.
<b>Alimentación energética pos cosecha</b>	Utilizada cuando se extrae miel de las cámaras de cría, cubre las necesidades de reserva de la colmena y para la postura de la reina. Se alimenta con fructosa a una concentración del 70%.

	La frecuencia de aplicación de este alimento es una sola vez después de la cosecha.
<b>Suplementación proteica de estimulación</b>	El objetivo de esta suplementación es causar un sobre abasto de proteína disponible al 100%, la dosificación dependerá de la condición de las colmenas a estimular y de los recursos disponibles en la zona donde se encuentren.
<b>Alimentación energética de estimulación</b>	Tiene como objetivo estimular la postura de la reina y preparar a las abejas para la próxima colecta. Se recomienda proporcionarlo en alimentadores tipo Boardman, ya que se ha observado que el jarabe se consume en uno o dos días por lo que debe ser proporcionado constantemente.
<b>Suplementación proteica de sostenimiento</b>	Se usa una vez que se ha logrado la estimulación de las colmenas y se encuentran con la cantidad de cría necesaria para llegar a la cosecha, es muy adecuada en temporadas de renta o polinización de cultivos, con esta alimentación se pretende lograr un sostenimiento de la cría para asegurar su nutrición, si faltara el alimento la reina suspendería su postura y las abejas en edad de maduración no desarrollarían sus glándulas, afectando así el desarrollo de las larvas en crecimiento, dando como resultado un atrofiamiento en el ritmo de la colonia, llegando al canibalismo de las larvas.
<b>Alimentación energética de sostenimiento</b>	Este tipo de alimentación es útil antes de llegar a la cosecha y en temporadas de polinización. El objetivo es proporcionar los recursos energéticos para sostener la alimentación y el ritmo que traen las colonias después de la alimentación de estimulación y evitar que consuman de sus reservas.

### ➤ **Aceptación de los suplementos**

Debido a que los suplementos del polen no siempre son bien aceptados por las abejas, se recomienda colocarlos cerca del nido de cría y utilizar sustancias como aceite de anís, de hinojo o esencia artificial de miel para lograr una mejor tolerancia (García, 2008).

Van Toor (1990), logró un aumento del 36% de la producción comercial de jalea real mediante el suministro de un sustituto de polen compuesto por 12% de lacto albúmina, 23% de levadura de cerveza desactivada y 65% de azúcar blanca, más el agregado del 50% de agua con relación al peso de azúcar. Esta pasta se divide en porciones de 500 g las que se amasan hasta lograr un espesor de 10 mm y se guardan en un refrigerador a 15°C bajo cero, entre hojas de papel encerado de un tamaño de 200 mm tanto de largo como de ancho, hasta ser usadas.

### ➤ **Alimentación artificial complementaria**

En un informe realizado, se explica que la primera pauta para diagnosticar el padecimiento de hambre en una colmena es la inexistencia de reservas de miel o jarabe azucarado en la parte superior de los marcos que rodea el área de cría. La colonia al notar falta de reservas comienza a matar cría no operculada, fenómeno que se detecta por la presencia de cría muerta en la piquera. A partir de ese momento, la población comienza a disminuir hecho que no solo tendrá consecuencias inmediatas, sino que, al faltar una generación de crías, la ausencia de nacimientos se notará luego de algunas semanas de iniciada la hambruna, aunque esta ya haya cesado. La consiguiente falta de pecoreadoras producirá efectos a partir de la sexta semanas desde que en la colonia faltó el alimento. Una colonia que sufrió un período de hambruna prolongado durante la primavera necesitará de varias generaciones de abejas para recomponer y equilibrar su población. Como consecuencia, utilizará gran parte del período de mielada principal para recuperar su equilibrio poblacional, disminuyendo de esta forma la cosecha de miel (García, 2008).

### **2.5.2. La azúcar seca como sustituto alimenticio para las abejas**

La azúcar seca puede suministrarse en forma seca, de dulce o de jarabe. El azúcar administrado como dulce es indicado para la alimentación en pleno invierno y para las abejas en viaje. Para su consumo las abejas necesitan agua que se puede suministrar especialmente, o en el caso de las abejas de invierno estas aprovechan el agua producida por la condensación dentro de la colmena. El dulce es ingerido más lentamente que el jarabe y no produce la excitación de este último, sin embargo, dado el costo del trabajo para su preparación se utiliza para alimentar a un número limitado de colmenas o para circunstancias muy especiales. La azúcar seca que se puede administrar en alimentadores, sobre entretapas con agujeros o sobre una hoja de papel de diario colocada sobre los panales presenta de no necesitar preparación y distribuirse con facilidad, pero tiene la desventaja que la colonia necesita de aprovisionamiento constante de agua ya que la abeja requiere disolver el azúcar para consumirlo, además algunos individuos de la colonia lo tratan como impureza dentro de la colmena y sacan parte del suministro por la piquera (García, 2008).

### **2.5.3. Sustituto de miel**

El mejor elemento para sustituir a la miel es el jarabe de azúcar, por la facilidad de preparación y distribución, además el azúcar es 100% sacarosa y la abeja lo puede degradar fácilmente. Tiene como objetivo sustituir el alimento energético natural (miel) producido por las abejas, asegurándose de que cumpla con los mismos requisitos nutricionales del natural. Otro objetivo es el de estimular a la colonia, para este caso se prepara un jarabe más diluido y tiende a reemplazar el ingreso de néctar. El sistema de sustitución energética se basa en el hecho de que se van a invernar colmenas en cámara de cría, por lo cual, lo ideal es retirar todas las alzas melarias cuando se realiza la última vuelta de cosecha, momento en el cual

se debe realizar la provisión del azúcar necesario para alimentar todas las colmenas (Vidal y Bedascarrasbure, 2002).

#### **2.5.4. Sustituto de polen**

Aún no se disponen de sustitutos que resulten económicos y que reemplacen perfectamente al polen. De los compuestos sustitativos del polen propuestos, el primero es la harina de soja la principal fuente proteica y la levadura de cerveza es la mayoritaria del complejo vitamínico B. En lo que respecta a los elementos individuales, el que cualitativamente mejor sustituye al polen es la levadura de cerveza en tanto que la harina de soja se recomienda utilizarla tostada conteniendo como máximo el 7% de grasas y del 45 al 60% de proteínas (García, 2008).

#### **2.5.5. Alimentos sustitutos**

- **Azúcar granulada o azúcar flor**

Se utiliza principalmente en casos de apuro en el cual es necesario proporcionar un alimento en forma urgente a aquellas familias que ya no cuentan con reservas de miel. Al comienzo de temporada, cuando los días son lluviosos o fríos y evitan la salida de las pecoreadoras en busca de miel y polen, la administración de azúcar molida seca, da un buen resultado. La administración de este producto es bastante útil para prevenir casos de pillaje, ya que no hay emisión de olores que alteren la tranquilidad del apiario. Se aplica por lo general sobre un papel o cartón que se ubica directamente sobre los cabezales de los marcos. De esa manera las abejas acceden fácilmente a consumirla (Baraldi, 2002).

- **Jarabe nutritivo**

Se trata de un jarabe espeso a administrar con el mismo objetivo anterior. Se prepara con 2 kg de azúcar más 1 L de agua. Se hierve a fuego lento por un lapso de 10-15 minutos. Es necesario mantener una

temperatura tal que evite que el azúcar se quemé. Dejar enfriar el jarabe y administrar al atardecer, para evitar así actos de pillaje (Prieto, 2002).

- **Pasta de azúcar**

Se utiliza a inicio de la temporada, recién salida de invierno teniendo la característica de ser semisólida. Se prepara con 4 kg de azúcar granulada más 1 L de agua. Todo se calienta a fuego lento, se debe revolver constantemente para evitar que se quemé o se caramelicé. Se retira del fuego al momento que se evapore el agua. Revolver por algunos minutos y extender en una capa delgada en una bandeja, una vez enfriada se troza y se distribuye (Prost, 2007).

- **Pasta alimenticia**

Además de suministrar miel, la adición de leche en polvo contribuye a suplir la deficiencia de polen que pudiera tener la familia. Se prepara de la siguiente manera: se mezcla 20% de miel, 20% de leche en polvo o sustituto lácteo para terneros, 60% de azúcar granulada. Por cada 0,5 kg de la mezcla, se agregan 70 cc de agua potable o bien hervida o enfriada. Para preparar 1 kilogramo de esta pasta alimenticia se debe disponer de: 200 g de miel, 200 g de leche en polvo, 600 g de azúcar granulada, 140 cc de agua potable o hervida y enfriada (Vivas, 1998).

- **Jarabe estimulante**

Especial para estimular la postura de la reina. Útil a principios de primavera; se recurre a él en casos de crianza de reinas. Se proporciona de 30-45 días antes de la fecha en que se inicia la gran mielada o recolección de néctar. Su preparación es a partes iguales entre azúcar (o miel) y agua, es decir: 1 litro de agua más 1 kilogramo de azúcar o miel. Se hierve a fuego lento durante 10-15 minutos removiendo constantemente. Se suministra al atardecer, debido a la posibilidad de

desarrollarse pillaje en el apiario. Se recomienda ir paulatinamente aumentando la administración de este jarabe. Ejemplo: lunes, una cucharada grande; martes, nada; miércoles, dos cucharadas grandes; jueves, nada; viernes tres cucharadas grandes. Esta técnica es útil en casos de fusión de colonias, inicios con núcleos, etc. Se deberá tener cuidado en el caso de venir una primavera lluviosa o exceso de sequía. Esto debido a que, al tener una gran familia, ella requiere de una gran alimentación y será necesario seguir alimentándolas adecuadamente. Si ocurre así, tendrá una familia que le prevea una gran cosecha (García, 2008).

- **Dulce**

Se utiliza prácticamente para alimentar reinas que serán enviadas a lugares distantes. No es útil para alimentar a las abejas durante el invierno ya que se ablanda y puede aprisionar y matarlas. El dulce se prepara con miel extraída de muy buena calidad o bien utilizando azúcar flor. Es necesario constatar la ausencia de almidón en el azúcar, debido a que es perjudicial para las abejas. Su preparación consiste en calentar la miel hasta unos 60°C y dejar enfriar hasta unos 38°C, momento en que se adiciona azúcar flor hasta transformar la mezcla en una masa dura no pegajosa. A continuación, se espolvorea azúcar sobre una superficie lisa en la cual se amasará la pasta recién confeccionada al igual que la masa de pan. Se le irá adicionando azúcar hasta que no se pegue a la masa. Se estima que la proporción de la mezcla es de dos partes de miel y cinco partes de azúcar flor, durando el amasado prácticamente una media hora. El dulce ha sido bien preparado si conserva la forma que se le dé y no se pondrá pegajosa al colocarlo en una jaula de reina a una temperatura de 26-27°C (Baraldi, 2002).

## 2.6. Tipos de alimentadores

### 2.6.1. Definición de alimentador

Los alimentadores son contenedores de forma y capacidad diversas que sirven para proporcionar a las abejas un complemento alimentario al que ellas mismas obtienen de la naturaleza. Existen alimentadores en taza, redondos o rectangulares, que se instalan sobre la tapa cubrepanales y que están compuestos por un depósito con un agujero central, sobre el cual se coloca un cono abierto que se corresponde con el agujero del tablero por el que pasarán las abejas. A continuación, se coloca sobre el cono una tapa, que se apoya sobre el fondo del depósito y permite al líquido subir y a las abejas succionarlo apoyándose en el borde del cono. Con estos alimentadores, las colonias, se nutren sin molestarlas. Existen alimentadores de bolsillo, de cámara de cría y de alza (Ravazzi, 2000).

Los alimentadores en general tienen que facilitar el acceso de las abejas, sobre todo en invierno. Hay dispositivos y métodos muy variados para suministrar alimento a las abejas. Una división puede hacerse por la forma como se suministra el alimento en la colmena (Rodríguez, 2007).

### 2.6.2. Tipos de alimentadores

#### ➤ **Alimentador Alexander**

Se ubica en la parte posterior e inferior, de la colmena corriendo el piso hacia delante (Rodríguez, 2007).

#### ➤ **Alimentador Dolittle**

Consiste en un recipiente de madera, puede ser de plástico posee la forma y tamaño similar a un cuadro y se coloca en el interior de la colmena (Sáenz y Gómez, 2000).

➤ **Alimentador Miller**

La capacidad que posee es mucho mayor que el alimentador tipo Dolittle y Boardman, consiste en una estructura que tiene las mismas dimensiones exteriores que un alza, pudiendo ser de la profundidad deseada. Interiormente está provisto de un recipiente o bandeja al que las abejas pueden acceder por distintos mecanismos. En ellos, mayormente se suministran alimentos líquidos, aunque pueden suministrarse alimentos secos (Bazzurro, 1999).

➤ **Bolsas plásticas**

Las bolsas de plástico son utilizadas para cantidades pequeñas de jarabe en una emergencia. Se les vierte jarabe, son selladas y colocadas sobre los bastidores. Si la cavidad de la tapa es demasiado pequeña, entonces un bastidor puede ser removido y la bolsa colocada en este espacio. Algunos plásticos son muy gruesos y pueden requerir perforarlo con un pequeño alfiler. Sobre todo, las abejas masticarán un pequeño agujero y comenzarán el proceso ellas mismas. Si la bolsa de plástico es dejada en la colmena, las abejas continuarán masticando el plástico, desfibrando e intentando sacarlo de la colmena (Somerville, 2005).

### **2.6.3. Cuadros labrados vacíos**

A los efectos se aconseja utilizar una regadera con roseta de orificios finos o un aparato de los utilizados para fumigar los cultivos; ya que de lo contrario se dificulta el llenado del panal. En un panal utilizado como alimentador se pueden suministrar hasta 2 L de jarabe. Cuando se requieran suministrar grandes cantidades de jarabe, se puede utilizar una media alza de panales obrados con este fin (Bazzurro, 1999).

### **2.6.4. Alimentador de botella o lata**

La colocación en la colmena varía, pueden ser colocados en el interior o exterior de la colmena, con acceso a las abejas del jarabe por medio de

unos agujeros pequeños. El número de agujeros indicará la tasa de consumo por las abejas (Somerville, 2005).

#### **2.6.5. Alimentador de cubo**

Son lo mismo que los alimentadores de botella o lata, pero estos son invertidos sobre un agujero en la tapa de la colmena. La tapadera del balde o cubo está diseñada de 10 a 20 pequeños agujeros o una pequeña pieza de muy fina pantalla, 5 Cm de diámetro en el centro. Las cantidades grandes de jarabe pueden ser alimentadas a una colonia, restringidas sólo por el tamaño del cubo (Somerville, 2005).

#### **2.6.6. Alimentador bastidor**

Es el que toma el lugar de uno o más bastidores y usualmente se coloca en uno de los lados del cajón. En Australia utilizan dos modelos, uno de bastidor de plástico, del cual se requieren mover dos bastidores y llenar con 3 L de jarabe aproximadamente. Este alimentador en la mayoría de los casos reemplaza a un bastidor y es llenado con 2 litros aproximadamente de jarabe. Ambos alimentadores están abiertos en lo alto y las abejas ahogadas son comunes si el material flotante no es colocado en ellas. Los alimentadores bastidores son usados comúnmente en cría de reinas (Somerville, 2005).

#### **2.6.7. Estaciones en los que es necesaria la suplementación de alimento**

##### **❖ Primavera**

Alimentación estimulante. Con ella se induce a la reina para que empiece a ovopositar y haya más abejas pecoreadoras para que en el momento de la floración el número de abejas sea máximo al igual que el alimento recolectado. Esta alimentación se hace mediante jarabes artificiales compuestos por agua y azúcar, que actúan como sustitutivos del néctar (García, 2008).

### ❖ Otoño-invierno

Durante el invierno existe una parada de la actividad de la colonia y no hay floración. Esta invernada se suministra cuando no hay suficientes reservas alimenticias para sobrevivir, hasta primavera siguiente. La alimentación se hace a base de candy, que son sustitutivos del polen (Grepe, 2001).

## 2.7. Polen

El polen es el polvo, más o menos grueso, que contiene los microgametófitos de las plantas con semilla (espermatófitos). El grano de polen tiene una cubierta resistente que facilita su viabilidad mientras es transportado de la planta que lo ha originado a otra para que se produzca el proceso de la polinización. El saco polínico es el recipiente que contiene los granos de polen, en los órganos masculinos de la flor. La proteína está formada fundamentalmente por un conjunto de elementos llamados “aminoácidos”, se ha determinado que los insectos necesitan en su alimentación los mismos diez aminoácidos que son esenciales para los mamíferos, en niveles que van del 1 al 4,5% de la proteína digestible. Estos son: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina (Haydak, 1967).

El polen es la fuente natural de proteína de las abejas y es utilizado dentro de la colmena, fundamentalmente, por las abejas nodrizas, ya sea para el desarrollo de sus glándulas o para utilizarlo, con algún grado de procesado, en la preparación de la papilla con que se alimenta a todas las larvas. Es, además, utilizado para regular la proteína corporal de la abeja en las distintas etapas y situaciones de vida (Keller *et al.*, 2005) (Haydak, 1967).

Las abejas pueden llegar a tener altos niveles de proteína corporal con porcentajes de proteína cruda superiores al 60%. Cuando llegan a este nivel son fuertes, longevas y con capacidad y potencial de pecorear mucha miel. Paralelamente, podemos encontrar colonias con un nivel de proteína

corporal menor al 30%, siendo, en estos casos, abejas de corta vida, susceptibles a Loque europea y Nosema y muy malas productoras de miel (Haydak, 1967).

El nivel de proteína corporal se reduce ante cualquier actividad y variación del nivel de estrés de la colonia como lo es la producción de miel, de cera, clima muy caluroso o muy frío y especialmente con el desarrollo de cría. Esta proteína corporal se incrementará en la medida que en la colmena esté entrando polen de más del 20% de proteína cruda digestible y que las abejas no estén estresadas por un gran flujo de néctar o condiciones adversas del clima (Pernal, 2000).

## **2.8. Soya (*Glicine max L.*)**

Desde un punto de vista alimenticio y comercial, la soja es una fuente importante de aceite y proteína de alta calidad. La composición media del grano de soja es: 40% de proteína, 20% de lípidos (por lo que se considera oleaginosa), 25% de hidratos de carbono, 5% de minerales y 10% de agua. La soja posee un alto valor nutritivo, contiene un mayor porcentaje de proteínas de alta calidad en comparación con otras leguminosas. A diferencia de las otras leguminosas, que carecen del aminoácido lisina, en la soja se encuentran los ocho aminoácidos esenciales, pero es un poco deficitaria en metionina. La harina de soja es un polvo fino que se obtiene tras el tostado y molido de las semillas. Casi no contiene almidón, por lo que se usa en forma de tortas para enriquecer en proteínas los piensos animales (Calvo, 2003).

**Tabla 3. Perfil nutricional de la soya integral pre cocida y la harina de soya desgrasada.**

<b>NUTRIENTES</b>	<b>SOYA INTEGRAL PRECOCIDA</b>	<b>HARINA DE SOYA</b>
Materia seca (g/100g)	88,0	8
Extracto etéreo (g/100g)	18,5	<
Proteína (g/100g)	38,0	4
Fibra dietética (g/100g)	11,0	1
Cenizas (g/100g)	5,0	6
Carbohidratos totales (g/100g)	27,0	3
Ac. Linoléico (g/100g)	8,5	0
Lecitina (g/100g)	2,1	0
Energía (Cal/100g)	430	3
<b>Aminoácidos:</b>		
Lisina (g/100)	2,32	2
Metionina (g/100)	0,50	0
Metionina + Cistina (g/100)	1,08	1
Treonina (g/100)	1,43	1
Triptofano (g/100)	0,52	0
Arginina (g/100)	2,72	3
Leucina (g/100)	2,87	3
Isoleucina (g/100)	1,86	2
Histidina (g/100)	0,91	1
Valina (g/100)	1,62	2
<b>Minerales:</b>		
Calcio (mg/100g)	235	2
Fósforo disponible (mg/100g)	130	1
Sodio (mg/100g)	30	3
Cloro (mg/100g)	38	4
Potasio (mg/100g)	980	1
Azufre (mg/100g)	260	3
Magnesio (mg/100g)	250	2
Hierro (mg/100g)	6,3	6
Zinc (mg/100g)	3,8	3

Fuente: Newman et al (2007)

### **2.9. Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet)**

El mercado mundial de proteínas vegetales es actualmente dominado por la producción de soya. Por tanto, diferentes países han investigado sobre otras especies que puedan reemplazarla con el fin de reducir la dependencia. Se han estudiado varias alternativas vegetales promisorias

con las que se pueda llegar a suplir esta creciente demanda. Una de estas alternativas son los lupinos, plantas que están distribuidas en todo el mundo y cuyas cualidades las hacen de interés para la industria alimentaria (Martínez *et al.*, 2001, Ruiz *et al.*, 2006).

El lupino andino (*Lupinus mutabilis Sweet*), es una planta leguminosa reconocida como una de las más ricas en nutrientes (Gross *et al.*, 1982). Se caracteriza por tener elevado contenido de proteína y ácidos grasos, entre otros, que la constituyen en una excelente alternativa para la nutrición humana y animal. Aunque la planta se originó a lo largo de los Andes, actualmente se encuentra únicamente en Ecuador, Perú y Bolivia, con cierto desarrollo agronómico y agroindustrial. Se destaca por ser resistente a condiciones adversas, como plagas, enfermedades, sequías y heladas. Sus semillas ofrecen una disposición de proteínas vegetales que son aprovechadas en diversos procesos, en su mayoría artesanales (Jacobsen, y Mujica, 2006).

El aprovechamiento de los lupinos en el mundo se ha limitado por la presencia de sustancias tóxicas (Jacobsen y Sherwood, 2006), debido principalmente a que las semillas poseen en su estructura alcaloides quinolizidínicos, que le confieren cierto grado de toxicidad y un sabor fuertemente amargo. Estas sustancias protegen a la planta en el medio e impiden que la semilla sin tratamiento pueda ser aprovechada para consumo. Las investigaciones se han ocupado en eliminar dichas sustancias, esencialmente con un enfoque agronómico y en segundo plano con enfoque industrial (Gross *et al.*, 1982).

**Tabla 4. Análisis bromatológico del chocho amargo y desamargado\***

<b>Componente</b>	<b>Chocho amargo</b>	<b>Chocho desamargado</b>
Proteína (%)	47,80	54,05
Grasa (%)	18,90	21,22
Fibra (%)	11,07	10,37
Cenizas (%)	4,52	2,54
Humedad (%)	10,13	77,05
ELN (%)	17,62	11,82
Alcaloides (%)	3,26	0,03
Azúcares totales (%)	1,95	0,73
Azúcares reductores (%)	0,42	0,61
Almidón total (%)	4,34	2,88
K (%)	1,22	0,02
Mg (%)	0,24	0,07
Ca (%)	0,12	0,48
P (%)	0,60	0,43
Fe (ppm)	78,45	74,25
Zn (ppm)	42,84	63,21
Mn (ppm)	36,72	18,47
Cu (ppm)	12,65	7,99

\*Fuente: Allauca, 2005

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación

El presente trabajo de Investigación se llevó a cabo durante 2 meses (julio y agosto del 2018) en las colmenas instaladas en el apiario del Fundo Tartar Pecuario de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicado en el distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca, cuyas características geográficas y meteorológicas son\*

- Altitud	: 2650 m.s.n.m.
- Latitud sur	: 07 ° 10'
- Latitud oeste	: 78 ° 30'
- Precipitación pluvial anual	: 650 mm
- Humedad relativa promedio anual	: 75 %
- Temperatura promedio anual	: 14 °C
- Temperatura mínima promedio anual	: 0,7°C
- Temperatura máxima promedio anual	: 22 °C
- Presión Atmosférica	: 750 milibares.
- Clima	: Templado seco.
- Radiación Solar	: 480 cal/cm2/día.
- Velocidad del Viento	: 1,0 m/seg

---

\* Fuente: SENAHMI – Estación Augusto Weberbauer UNC - Cajamarca 2017

## 3.2. Materiales

### a. Material experimental

- 12 núcleos de abejas
- Soya (*Glycine max*)
- Chocho (*Lupinus mutabilis*)

### b. Material para campo

- Tablero de campo
- Ahumador
- Careta
- Guantes
- Mameluco
- Viruta
- Fósforo
- Bolsas de polietileno
- Azúcar
- Palanca universal
- Regla
- Cámara digital

## 3.3. Metodología

### 3.3.1. Selección y distribución de las colmenas

Se seleccionó doce colmenas con abejas de la raza Carniola x Criolla, las cuales se encontraban en cámara de cría (primer piso) y las características fueron similares en cuanto a la cantidad de abejas. Las colmenas se distribuyeron de la siguiente manera:

- 04 colmenas que fueron el testigo (T1) (No recibieron alimentación artificial).
- 04 colmenas se alimentaron con jarabe a base de azúcar rubia con un 10% de soya (*Glycine max*) (T2).

- 04 colmenas se alimentaron con jarabe a base de azúcar rubia con 10 % de chocho (*Lupinus mutabilis*) (T3).

### **3.3.2. Preparación de la soya y el chocho**

La soya fue tostada con el fin de disminuir el porcentaje de estrógenos y grasa, luego fue molida para su posterior uso. Los chochos fueron cocidos y desaguado hasta eliminar el mayor porcentaje de saponinas y taninos, componentes que le dan el sabor característico de amargo, luego fueron secados y finamente molidos y conservados en frascos de vidrio de color ámbar.

### **3.3.3. Preparación del sustituto alimenticio**

Se preparó el jarabe a base de azúcar rubia y agua en una proporción de 1:1, es decir, 1 litro de agua por 1 kg de azúcar rubia. Hervir el agua luego añadir el azúcar, mantener en cocción durante 10 minutos a fuego lento, removiendo constantemente. Luego el jarabe se dejará enfriar a una temperatura de 37 a 40°C, para adicionar 100 g de harina de soya por cada 900 mL de jarabe. De igual manera se procedió con la harina de chocho (100 g por cada 900 mL de jarabe).

### **3.3.4. Alimentación de las abejas**

Para alimentar a las abejas se utilizaron bolsas de plástico las cuales fueron llenadas con 500 mL de jarabe y 50 g (10%) de chocho o soya según corresponda, luego se colocaron dentro de la colmena, esta operación se realizó cada 15 días durante 60 días. Para un mejor aprovechamiento del alimento, éste se proporcionó tibio y las bolsas de plástico fueron picadas con un alfiler con el fin de que las abejas puedan tener acceso rápido al sustituto.

### 3.3.5. Parámetro de Evaluación

#### ➤ Formación del pollo y estado de postura

Este parámetro se evaluó cada 15 días y se tomó las medidas de 6 marcos que contenían el pollo en cada colmena, las medidas fueron promediadas para obtener el porcentaje de pollo formado en cada colmena.

La postura de la reina en un marco se realiza en forma elíptica por lo tanto el área que ocupa el pollo (huevos, larvas y pupas de abejas) con respecto al panal se determinó con la siguiente fórmula:

$$\pi r_1 r_2$$

- Ejemplo:  $3,1416 (16 \text{ cm}) (7 \text{ cm}) = 351,86 \text{ cm}^2$

El área del panal que se halla en el bastidor por ser de forma rectangular se determinó con la siguiente fórmula:

$$A = \text{Base (40)} \times \text{Altura (18)} = 720 \text{ cm}^2$$

El área de postura expresada en porcentaje se determinó aplicando el 100% al área del panal y mediante una regla de tres simple se determinó el porcentaje que ocupa el pollo con respecto al panal.

- Ejemplo:
 

$720 \text{ cm}^2$	-----	100%
$351,86 \text{ cm}^2$	-----	X%
$X = 48,9\%$		

### 3.4. Análisis de los datos

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un diseño completamente al azar y regresiones.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 5. Efecto de la soya (*Glycine max L.*) y el chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) como sustituto del polen en el desarrollo del pollo (cm<sup>2</sup>) en una colmena de abejas *Apis mellifera*, tabulados por los días experimentales**

Días	Chocho (T3)	Soya (T2)	Testigo (T1)
0	272,70 h	281,47 h	284,63 h
15	436,97 ed	374,80 efg	308,99 gh
30	512,38 bcd	446,02 de	348,83 fgh
45	584,34 ab	499,54 cd	372,97 efg
60	655,34 a	549,78 bc	402,71 ef

Letras diferentes entre filas y columnas indican significación (P<0,05) Tukey

En la Tabla 5 y Fig 1, se observa que existe diferencia significativa (P<0,01) en la interacción de días por tratamiento, donde se puede apreciar que al inicio el pollo es similar en los tres grupos, pero a medida que transcurre el tiempo, el pollo del testigo (T1) es menor en comparación al grupo de soya (T2) y el chocho (T3), siendo éste el que tiene mayores valores de pollo en comparación a los otros dos grupos, lo que es demostrado al final (60 días) donde el mayor valor fue para el grupo de abejas alimentadas con el chocho, seguido del grupo alimentado con la soya y por último el grupo testigo.

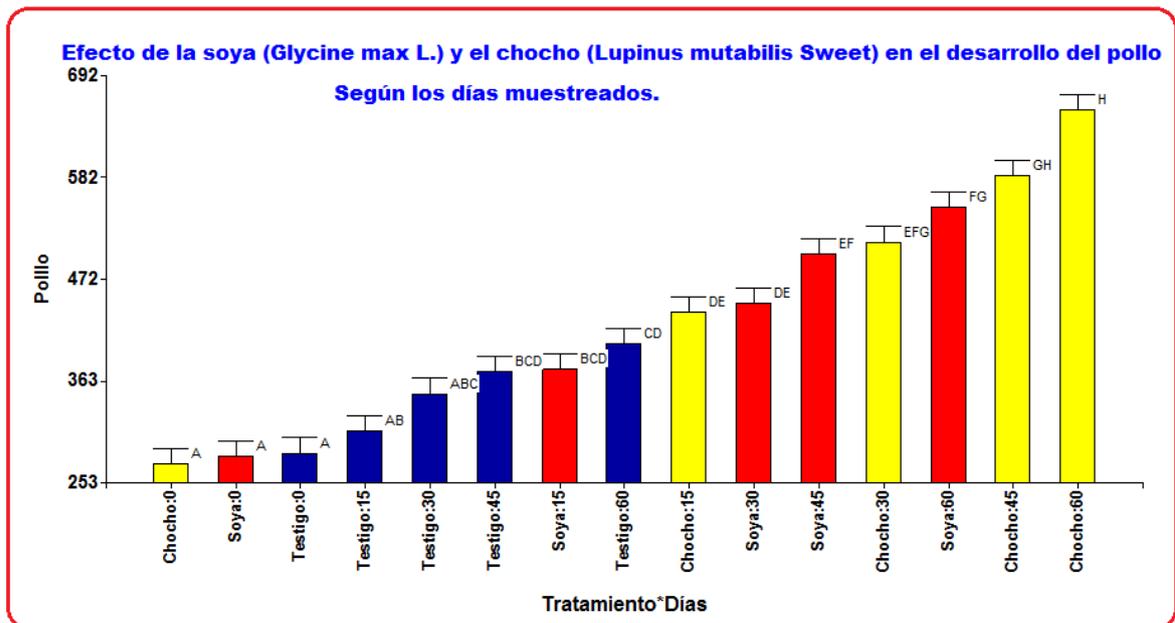
El polen es la fuente natural de proteína de las abejas y es utilizado dentro de la colmena, fundamentalmente, por las abejas nodrizas, ya sea para el desarrollo de sus glándulas o para utilizarlo, con algún grado de procesado, en la preparación de la papilla con que se alimenta a todas las larvas. Es, además, utilizado para regular la proteína corporal de la abeja en las distintas etapas y situaciones de vida (Keller *et al.*, 2005). Las abejas pueden llegar a tener altos

niveles de proteína corporal con porcentajes de proteína cruda superiores al 60%. Cuando llegan a este nivel son fuertes, longevas y con capacidad y potencial de pecorear mucho néctar. Paralelamente, podemos encontrar colonias con un nivel de proteína corporal menor al 30%, siendo, en estos casos, abejas de corta vida, susceptibles a *Loque europea* y *Nosema* y muy malas productoras de miel (Haydak, 1967).

El nivel de proteína corporal se reduce ante cualquier actividad y variación del nivel de estrés de la colonia como lo es la producción de miel, de cera, clima muy caluroso o muy frío y especialmente con el desarrollo de cría. Esta proteína corporal se incrementará en la medida que en la colmena esté entrando polen de más del 20% de proteína cruda digestible y que las abejas no estén estresadas por un gran flujo de néctar o condiciones adversas del clima (Pernal, 2000).

El polen constituye un factor importante en la estimulación del consumo en dietas suplementarias para las abejas. Las abejas son capaces de consumir fuentes de proteína diferentes al polen, que pueden cubrir parcialmente sus necesidades alimenticias (De Araujo y Echazarreta, 2001).

Las colonias se desarrollan en forma proporcional de acuerdo al ingreso de materiales nutricionales de calidad; por lo tanto, un alimento mejor balanceado y nutritivo podrá mantener colonias con buenas poblaciones y en este experimento las dietas a base de chocho y soya lograron mantener buenas poblaciones de las colmenas, tal como lo afirma Crespo *et al.* (2007).



**Fig 1. Efecto de la soya (*Glycine max L.*) y el chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en el desarrollo del pollo según los días muestreados**

Al comparar el área de cría de los distintos tratamientos (T1, T2 y T3), si hubo diferencias estadísticamente significativas entre ellos (Tabla 5 y Fig 1). Este resultado puede deberse a que, si bien el suplemento entregado al tratamiento T3 (chocho) contenía un mayor porcentaje de proteína, comparado con la soya. Así mismo, contiene más de los 10 aminoácidos (Treonina, Valina, Metionina, Leucina, Isoleucina, Fenilalanina, Lisina, Histidina, Arginina y Triptofano) requeridos por *Apis mellifera sp.* (Haydak, 1967). Este motivo podría ser la razón por la cual los resultados obtenidos en este estudio, difieren de los resultados obtenidos por Avni y col. (2009), quienes concluyen que a pesar de existir un alto consumo de una alimentación suplementaria consistente únicamente en carbohidratos, éste no puede sostener la cría durante un período de escaso ingreso de polen. Estos mismos autores señalan que, colonias alimentadas con suplementos de polen, mantienen por lo general niveles más altos de ovipostura que aquellos alimentados sólo con carbohidratos.

Se debe recordar que las abejas, durante el período que duró este estudio, tuvieron acceso a la recolección de néctar y polen del ambiente donde estaban insertas. Este aspecto tiene relevancia ya que Herbert y Shimanuki (1979), en un estudio de primavera utilizando suplementos de polen y jarabe de azúcar, no obtuvieron diferencias significativas debido a la existencia paralela de la floración de diversas plantas desde donde las colonias pudieron recolectar polen y néctar natural de forma simultánea. Este mismo hecho también fue reportado por Skowronek (1979), quien indicó que “buenas condiciones” proveían el polen y néctar necesarios para los requerimientos de una colonia, y una alimentación suplementaria no generaría diferencias ante estas condiciones. Lo contrario ocurriría durante “condiciones pobres”, cuando el polen y néctar natural no fueran alternativas existentes. En este último caso, la provisión artificial de un jarabe de azúcar o suplemento de polen sí ayudaría a estimular el desarrollo de la colmena.

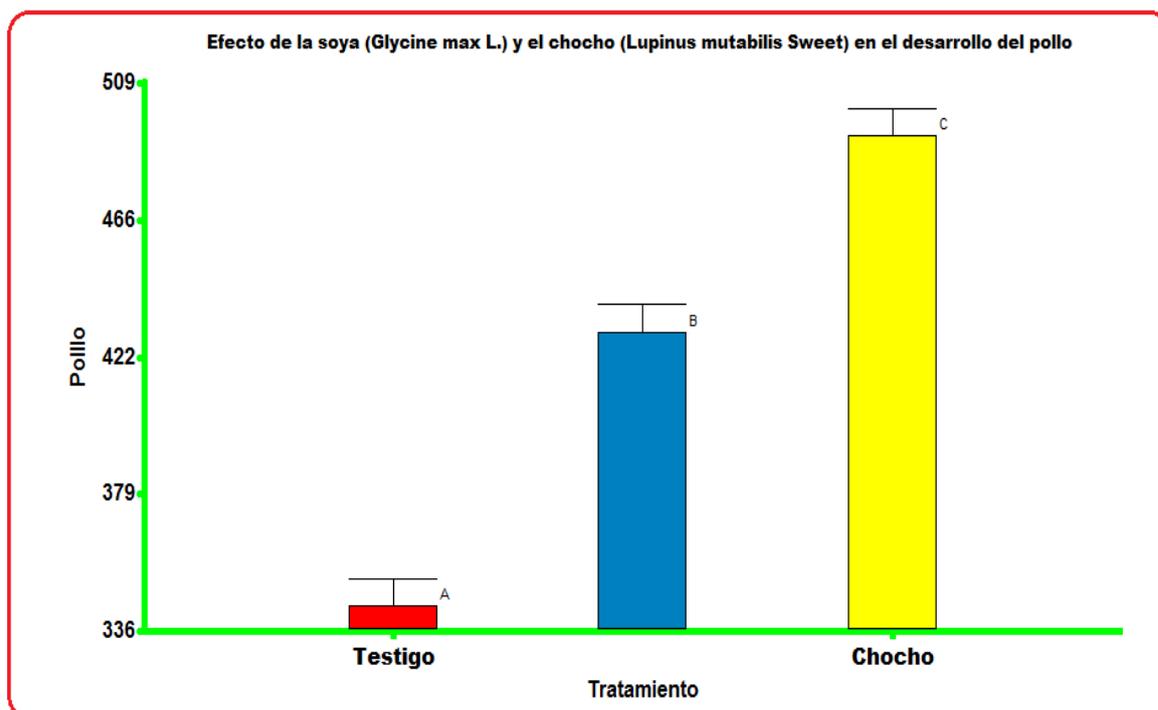
Si bien las condiciones climáticas durante el período experimental de este estudio (julio y agosto), no fueron las óptimas, debido a las bajas temperaturas, igual hubo posibilidad de recolectar polen y néctar existentes en el ambiente.

**Tabla 6.** Promedio de área (cm<sup>2</sup>) en los bastidores que ocupa el pollo en colmenas suplementadas con soya (*Glycine max L.*) y chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) como sustituto del polen *Apis mellifera sp.*

TRATAMIENTO	PROMEDIO DE ÁREA DEL POLLO (cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE DEL ÁREA DEL POLLO (%)
CHOCHO (T3)	492,34 a	68,38 a
SOYA (T2)	430,32 b	59,76 b
TESTIGO (T1)	343,62 c	47,72 c

Letras diferentes entre columnas indica diferencia estadística (P<0,05)

En la Tabla 6, se observa que existe un mayor desarrollo del pollo (P<0,01) en las colmenas de abejas que fueron alimentadas con el chocho (*Lupinus mutabilis*), comparado con el efecto de la soya (*Glycine max L.*) y el grupo testigo (Anexo 1 y Fig 2).



**Fig 2.** Promedio de área (cm<sup>2</sup>) en los bastidores que ocupa el pollo en colmenas suplementadas con soya (*Glycine max L.*) y chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) como sustituto del polen *Apis mellifera sp.*

Para determinar cual de los grupos tubo una mejor tendencia en el incremento del pollo, se hace regresiones de los días con cada tratamiento, observándose que en la Fig 3, Anexo 2, existe la tendencia del incremento del pollo, donde según las ecuaciones, se demuestra que el mayor incremento del pollo lo obtuvo el grupo de abejas tratadas con el chocho, donde cada 15 días el pollo incrementa en 6,08 de pollo, comparado con el grupo de soya donde incrementa cada 15 días 4,41 de pollo y el grupo testigo incrementa 2 de pollo.

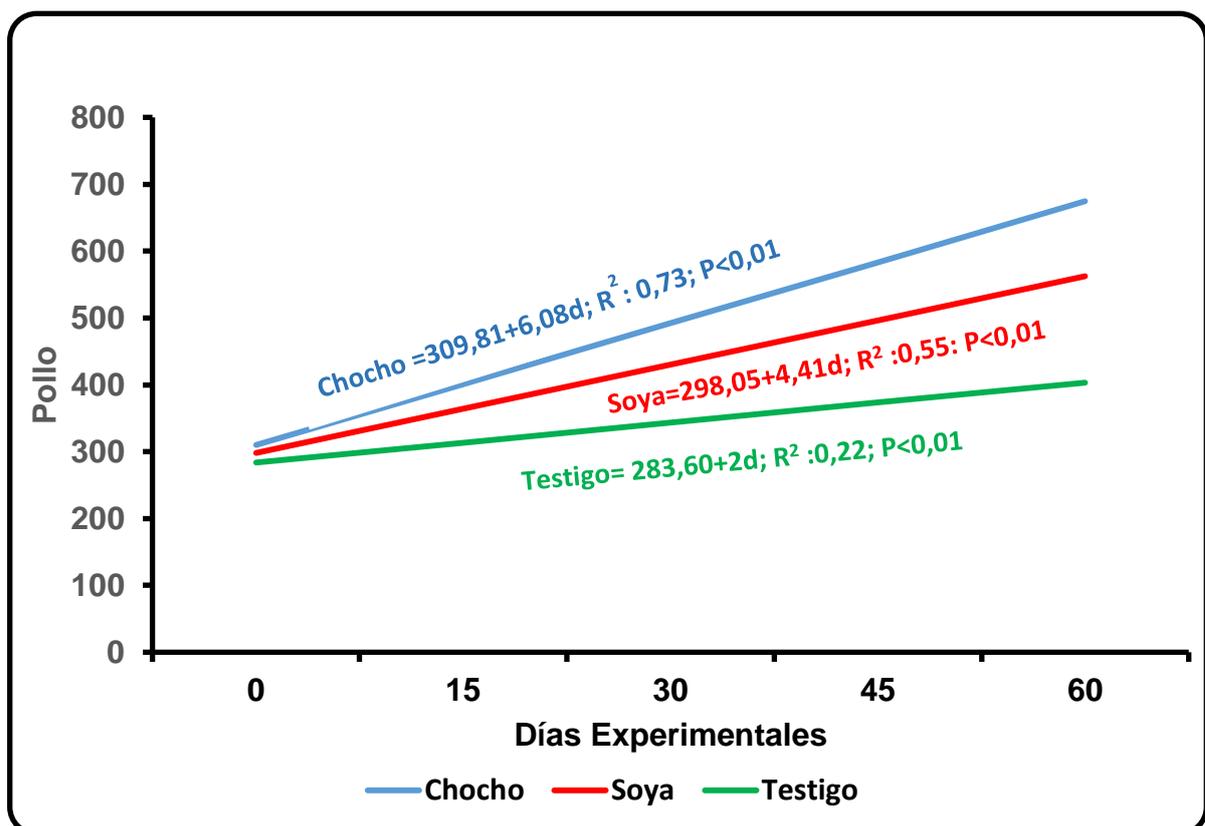


Fig 3. Tendencia de la soya (*Glycine max* L) y el chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) como sustituto del polen en el desarrollo del pollo

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

Al finalizar el presente trabajo de investigación se concluye que:

- 5.1. Las abejas alimentadas con chocho tuvieron un mejor desempeño sobre el desarrollo del pollo, comparado con las abejas que fueron alimentadas con soya.
  
- 5.2. Se constató que la dieta de chocho es efectiva para mantener estable la población de las colonias y puede ser usada durante períodos de escasez de polen.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS

Allauca, V. 2005. Desarrollo de la Tecnología de Elaboración de Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) Germinado Fresco, para aumentar el valor nutritivo del grano. Tesis previa a la obtención del título de Doctora en Bioquímica y Farmacia. Riobamba, Ecuador. ESPOCH. 243 p.

Anónimo. 2002. Manual de buenas prácticas para la apicultura. Fondo internacional de desarrollo agrícola (FIDA). <http://www.promer.cl/getdoc.php?docid=129>. Consultado el 20 de julio del 2017.

Arnaud, B. L. 2003. Análisis iconográfico de las piedras grabadas de los Santos Reyes Nopala, Juquila, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. México D.F.

Avni D, A Dag, S Shafir. 2009. The effect of surface area of pollen patties fed to honey bee (*Apis mellifera*) colonies on their consumption, brood production and honey yields. *Bee World* 48, 23-28.

Baraldi, O. 2002. Alimentación de abejas. Agronoticias on line. <http://www.rosario.com.ar/agronoticias/archivos/index.htm> Consultado el 10 de julio de 2016.

Bazzurro, D. 1999. La Importancia de la alimentación en el manejo productivo de colmenas. División promoción a la producción. Canelones, Uruguay, 33pp.

Becerra, G.F.D.J. & Contreras, E.F. 2004. La importancia de la apicultura en México. *Imagen Veterinaria*. 4 (1):10-15.

Calvo, D.A. (Mayo, 2003). La Soya: Valor dietético y nutricional. *Curso: Equilibrio alimentario en los escolares*. Recuperado de: [http://www.diodora.com/documentos/nutricion\\_soja.htm](http://www.diodora.com/documentos/nutricion_soja.htm)

Calio, S.E. 2007. Alimentación de las abejas. Asociación Argentina de Productores de Granja. 17 pp.  
[http://www.infogranja.com.ar/alimentacion\\_de\\_la\\_abeja.htm](http://www.infogranja.com.ar/alimentacion_de_la_abeja.htm). Consultado el 5 de marzo de 2017.

Casagran, E. 1980. Guía Práctica del apicultor. Sintesis. Barcelona, España. 482 pp.

Crespo, P. (2007). Desarrollo poblacional de la colonia y requerimientos nutricionales en el Centro Norte de la Provincia de Buenos Aires. *Revista Electrónica Veterinaria* 3 (1), 2 – 7. Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010107/010714.pdf>

De Araujo, F.J.C. & Echazarreta, G.C. 2001. Fuentes de proteína para suplementos de las abejas. Memoria, XV Seminario Americano de Apicultura, Tepic, México, p: 48-53.

De Araujo, F.J.C. & Echazarreta, G.C. 2001. Un sistema sencillo de Producción de Jalea Real con suplementación. Memoria, VII Congreso Internacional de Actualización Apícola. Puebla, p: 68-73. 39

García, G.N. 2008. Alimentación primaveral. *Los Lirios*. (18):1-7.

Grepe, N. 2001. Apicultura. Ed. Iberoamérica. México. 108 pp.

Gris, V.A.G. 2004. El polen y la cera, alternativas de producción en la apicultura. *Imagen Veterinaria*. 4(1): 31-40.

Gross, R. 1982. El cultivo y la utilización del Tarwi. Estudio FAO. *Producción y Protección Vegetal*, no 36, p. 36-48.

Guzmán, C.P. 1990. Principios de Apicultura. Universidad Autónoma Chapingo. México. 75 pp.

Haydak, M. 1967. Bee nutrition and pollen substitutes. *Miscellaneous Journal Serie*, Minnesota Agricultural Experiment Station, University of Minnesota. *Apiacta* *Página:* 5.  
<http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/revistaselectronicas/apiacta/1967/1/04.pdf> (Consultado el 12 de Agosto del 2017)

Herbert Jr. E., H. Shimanuki. 1979. Brood rearing and honey production by colonies of freeflying honeybees fed whoast, whey-yeast or sugar. *Am Bee J* 199, 833, 835-836.

Jacobsen, S.E. y Mujica, A. 2006. El Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. Universidad Mayor de San Andrés. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 28; p. 458-482.

Keller, I., Fluri, P. & Imdorf, A. 2005. Pollen nutrition and colony development in honey bees: Part 1. IBRA. London – England. *Bee World* #86 (1). *Páginas:* 3 – 10.  
<http://faculty.ksu.edu.sa/alkhazim/Documents/Books/%D8%A7%D8%B3%D8%A%D8%B9%D8%B1%D8%A7%D8%B6%20%D8%AA%D8%BA%D8%B0%D9%8A%D8%A9%20%D9%86%D8%AD%D9%842.pdf>

Langstroth, L.L. 1985. Langstroth on the hive the honey-bee. A bee keeper's manual. Hopkins, Bridgman, Northampton. 566 pp.

Martínez H.J., Robledo, Q.N., Mora, E.R. y Dávila, O.G. 2001. Alkaloid composition of *Lupinus campestris* from Mexico. J. Food Bioch. 25; P.117 – 125

Newman, A., Silva, A., Vásquez, J., Molina, D. y Santos, F. 2007. La Soya. Instituto Nacional de Nutrición. Gobierno Bolivariano de Venezuela.

Ruiz, L.M., Rodríguez, M.R. y Navarro, P.S. 2006. Evaluación químico nutricional de *Lupinus exaltatus* Zucc del nevado de Colima, México, como fuente potencial de forraje. Interciencia 31(010), p. 758 - 761.

Ordóñez, M.A. 2002. Alimentación y Suplementación. Cultura Apícola. Yucatán México. Páginas: 3.

<http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/alimentacion/alimentacion3.PDF>. Consultado el 20 de julio de 2017.

Pernal, S.F. 2000. The influence of pollen quality and pollen – based cues on the nutrition Tesis Doctoral. Páginas: 10 – 56, 374 – 80. <http://books.google.com.ec/books?id=f2HoSgAACAAJ&dq=Stephen+Francis+Pernal+2000+Canad%C3%A1+bees&hl=es&sa=X&ei=0h5-T7mJHoP-8AS--LmgDg&ved=0CDcQ6AEwAA>

Philippe, J. 1990. Guía del apicultor. 1ra. Ed. Edit. Mundi-Prensa.pp. Madrid, España. &&

Persano, L.A. 2002. Apicultura práctica. Hemisferio Sur S. A. Buenos Aires, Argentina.297 pp.

Prieto. 2002. Apicultura. 22 pp. Consultado el 24 de abril de 2008.  
<http://www.monografias.com/trabajos11/apic/apic.shtml?monosearch>.

Prost, P. 1981. Apicultura. Cuarta edición. Mundi-Prensa. Madrid.

Prost, P. 2007. Apicultura. Cuarta edición. Mundi-Prensa. Madrid. 790 pp.

Ravazzi, G. 2000. Curso de Apicultura. De Vecchi. Barcelona. 126 pp.

Rodríguez, F. 2007. La alimentación artificial de las abejas. 6 pp.  
Consultado el 13 de mayo de 2018. [http:// www.Todomiel.com.ar](http://www.Todomiel.com.ar).

Root, A. 1976. The ABC and XYZ of bee Culture. Traducido por Julio L. Mulvany. Ing. Agrón. Edición única I. Buenos Aires, Argentina. Librería Hachette S.A. 14, 15, 498 – 501 pág.

Sáenz, L.C. & Gómez, F.C. 2000. Mieles Españolas: Características e identificación mediante el análisis del polen. Edición (cuando no se trate de la primera edición y nunca reimpresión). Mundi-Prensa. España. 163 pp.

Skowronek, W. 1979. Effect of feeding carbohydrates and proteins on the production of wax by, and development of, honeybee colonies. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe* 23, 29-42.

Somerville, D. 2005. Fat bees, skinny bees. Rural Industries Research and Development Corporation. Australia. 142 pp.

Van Toor, R.F. 1990. Commercial production, storage, packaging and marketing of royal jelly in New Zealand. Invermay Agric. Ctr., Mosgiel.

Vidal, M. & Bedascarrasbure, E. 2002. Alimentando a nuestras abejas: Suplementación proteica. Boletín Apícola. (22): 19. Consultado el 12 de junio de 2018.

Vivas, R.J.A. 1998. Suplementación energética de colonias de abejas en clima tropical. Yucatán. "500 Tecnologías llave en mano". 51-5

## ANEXO

### Anexo 1. Análisis de varianza completamente al azar del Pollo medido en el tiempo

FV	DF	SS	MS	F	P
TRATAMIEN	2	1339211	669605	56,46	0,000
Error	9	106730	11859		
días	4	2868503	717126	110,84	0,000
TRATAMIEN*días	8	499844	62481	9,66	0,000
Error	336	2173817	6470		
Total	359	6988106			

Media	422,1 cm
CV (TRATAMIEN*COLMENA)	25,8%
CV (Error)	19,06%

### Anexo 2: Análisis de regresión lineal del chocho

Tratamiento	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Chocho	Pollo	120	0.73	0.72	6543.50	1395.63	1403.99

### Coeficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	Cp	Mallows	VIF
const	309.81	12.62	284.83	334.80	24.55	<0.0001			
Días	6.08	0.34	5.40	6.76	17.72	<0.0001	313.89	1.00	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1999035.70	1	1999035.70	313.89	<0.0001
Días	1999035.70	1	1999035.70	313.89	<0.0001
Error	751502.58	118	6368.67		
Total	2750538.28	119			

### Anexo 3: Análisis de regresión lineal de la Soya

Tratamiento	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Soya	Pollo	120	0.55	0.55	7492.35	1411.16	1419.52

### Coeficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	Cp	Mallows	VIF
const	298.05	13.46	271.40	324.71	22.14	<0.0001			
Días	4.41	0.37	3.68	5.13	12.03	<0.0001	144.82	1.00	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1049717.21	1	1049717.21	144.82	<0.0001
Días	1049717.21	1	1049717.21	144.82	<0.0001
Error	855333.34	118	7248.59		
Total	1905050.54	119			

#### Anexo 4: Análisis de regresión lineal del Testigo

Tratamiento	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Testigo	Pollo	120	0.22	0.21	6796.81	1399.64	1408.01

#### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	Cp	Mallows	VIF
const	283.60	12.83	258.19	309.00	22.10	<0.0001			
Días	2.00	0.35	1.31	2.69	5.73	<0.0001	32.83	1.00	

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	216208.25	1	216208.25	32.83	<0.0001
Días	216208.25	1	216208.25	32.83	<0.0001
Error	777097.79	118	6585.57		
Total	993306.04	119			

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	216208.25	1	216208.25	32.83	<0.0001
Días	216208.25	1	216208.25	32.83	<0.0001
Error	777097.79	118	6585.57		
Total	993306.04	119			

