

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



TESIS

**SUMINISTRO DE TORTA PROTEICA COMO SUPLEMENTO DE POLEN
CON TRES NIVELES DE PROTEÍNA EN EL CRECIMIENTO
POBLACIONAL DE ABEJAS - CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA.**

Presentada por el bachiller en Ciencias
Agrarias

JHON PICCALAICO HANCCO,

Para optar al título profesional de

Ingeniero Zootecnista.

Asesor: Ing. Zootecnista César Palomino

Tinco

K'ayra - Cusco

2019

Dedicatoria

Es dedicado para Dios nuestro padre todopoderoso, que gracias a su gracia e infinito amor me permite dedicarle este trabajo, en la cual siempre estuvo a mi lado.

A mis padres con profuso amor, alegría y gratitud: Sergio Piccalaico Hacha y Epifanía Hanco Cutiré, que, con su amor incondicional, sacrificio, los sabios consejos y su apoyo me guiaron en mi formación personal, académica y lograr la meta profesional y sé que estarán en cada etapa de mi vida.

A mi hermana Judith Piccalaico Hanco por su amistad, cariño, comprensión y apoyo constante en todo momento para seguir adelante y lograr mis metas.

Jhon Piccalaico Hanco

Agradecimiento

En primer lugar, doy mi agradecimiento a Dios, nuestro padre que por su gracia y voluntad puedo concretar mi carrera profesional y ser ingeniero zootecnista.

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, institución que me ha dado la posibilidad de poder concretizar mis estudios académicos.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Zootecnia, por haber compartido sus conocimientos esenciales en mi formación profesional.

A mi asesor el Mgt. Cesar Palomino Tinco, que me guio y brindó su apoyo incondicionalmente en la etapa de investigación.

Al MVZ. German Alencastre Miranda, que con sus consejos y motivaciones me guio en mi trayecto de estudiante universitario y en la formación profesional.

A mi novia Rusmery, quien con su apoyo emocional y moral me motivo a terminar mi carrera y todo mi trabajo de investigación.

A todo mis amigos y compañeros, en especial a Raúl Mamani Camino, Rony Halanocca Mamani, Karen Caparo Farfán por su amistad y por su apoyo incondicional en todo momento desde que los conocí y siempre los recordare

Jhon Piccalaico Hanco

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	I
INTRODUCCION.....	1
I. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.1.1. Descripción del problema	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1. Problema General	3
1.2.2. Problema Específico.....	3
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	4
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
III. HIPÓTESIS	6
3.1. Hipótesis general.....	6
3.2. Hipótesis específicas	6
IV. MARCO TEÓRICO.....	7
4.1. Antecedentes de investigación en la Región Cusco.....	7
4.2. Antecedentes de investigación nacional.....	7
4.3. Antecedentes de investigación internacional.....	7
4.4. DEFINICIONES GENERALES	10
4.4.1. ESTRUCTURA DE UNA COLMENA.....	10
4.4.1.1. La Reina	10
4.4.1.2. Zánganos	11
4.4.1.3. Las Obreras.....	11

4.4.2.	CICLO BIOLÓGICO DE LAS ABEJAS	11
4.4.2.1.	Ciclo Biológico de la Abeja Reina.....	11
4.4.2.2.	Ciclo Biológico del Zángano	12
4.4.2.3.	Ciclo Biológico de las Obreras.....	13
4.4.2.4.	Actividades según edad de abejas obreras.....	13
4.4.3.	ALIMENTACIÓN DE LAS ABEJAS	15
4.4.3.1.	Nutrición	15
4.4.3.2.	Alimentación	15
4.4.4.	FISIOLOGÍA DIGESTIVA DE LAS ABEJAS.....	15
4.4.5.	NUTRICIÓN DE LAS ABEJAS	16
4.4.5.1.	Nutrición de abejas obreras.....	16
4.4.5.2.	Nutrición de zánganos.....	17
4.4.5.3.	Nutrición de reinas.....	17
4.4.6.	DIGESTIÓN DE LOS ALIMENTOS	18
4.4.6.1.	La Digestión de los Carbohidratos.....	18
4.4.6.2.	Digestión de Polen	18
4.4.7.	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LAS ABEJAS	19
4.4.7.1.	Agua	21
4.4.7.2.	Carbohidratos	21
4.4.7.3.	Proteínas	22
4.4.7.4.	Vitaminas.....	23
4.4.7.5.	Minerales.....	23
4.4.7.6.	Lípidos.....	23
4.4.8.	LOS ALIMENTOS NATURALES DE LAS ABEJAS.....	23
4.4.8.1.	Néctar:.....	24

4.4.8.2.	Mielazo:	25
4.4.8.3.	Polen:	25
4.4.8.4.	Jalea real:.....	27
4.4.9.	IMPORTANCIA DE LA ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL	27
4.4.9.1.	Suministro del alimento	28
4.4.9.2.	Tipos de alimentos artificiales en las abejas	29
4.4.9.3.	Tipos de alimentadores	30
4.4.9.4.	Suplementos energéticos y proteicos.....	31
4.4.9.5.	Sustituto de polen.....	32
4.4.9.6.	Calidad de los insumos	33
4.4.9.7.	Local para la preparación de los alimentos	33
4.4.9.8.	Procedimientos de elaboración del alimento para abejas	34
4.4.9.9.	Cantidad y frecuencia de la alimentación de las colmenas	34
4.4.10.	Población de la colmena	35
4.4.10.1.	Categorización de colmenas	35
4.4.10.2.	Regla de Farrar	35
4.4.10.3.	Declive de los polinizadores.....	37
4.4.11.	COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	38
4.4.11.1.	Inversión.....	38
4.4.11.2.	Ingresos.....	38
4.4.11.3.	Costos	39
4.4.11.4.	Gastos	39
4.4.11.5.	Flujo de caja y costo de producción	39
4.4.11.6.	Estructura de costos de producción	39
4.4.11.7.	Clasificación de los costos de producción	41

4.4.11.8.	Rentabilidad o Rendimiento	43
4.4.11.9.	Punto de Equilibrio	43
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	44
5.1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	44
5.1.1.	Ubicación política	44
5.1.2.	Ubicación geográfica	44
5.1.3.	Condiciones climáticas	44
5.1.4.	Duración de la investigación.....	45
5.2.	MATERIALES.....	45
5.2.1.	Materiales de Campo	45
5.2.2.	Materiales de Laboratorio	46
5.2.3.	Materiales de Oficina.....	46
5.3.	Metodología de la investigación	47
5.3.1.	Tipo y nivel de investigación.....	47
5.3.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	47
5.3.3.	Población.....	47
5.3.4.	Etapas de la investigación	47
5.3.4.1.	Etapa pre-experimental:	47
5.3.4.2.	Etapa experimental:.....	51
5.3.4.3.	Variables evaluadas:	51
5.3.4.4.	Diseño Experimental	53
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	54
6.1.	EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE ABEJAS. 54	
6.1.1.	Marcos cubiertos por Abejas	54
6.1.2.	Marcos con Cría	57

6.1.3.	Presencia de las Reinas (PR)	59
6.1.4.	Calidad de la Postura	60
6.1.5.	Reservas de Miel y Polen.....	60
6.2.	CONSUMO DE ALIMENTO	61
6.3.	Producción de Miel en Litros (PM).....	62
6.4.	DETERMINACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	65
6.4.1.	Datos generales	65
6.4.2.	Inversión inicial.....	65
6.4.3.	Depreciación	66
6.4.4.	Costo fijo	66
6.4.5.	Costos variables.....	67
6.4.6.	Costo total	67
6.4.7.	Costos unitarios.....	67
6.4.8.	Costo total unitario.....	68
6.4.9.	Costo de venta y proyección de venta.....	68
6.4.10.	Punto de equilibrio.....	68
6.4.11.	Retribución económica	69
VII.	CONCLUSIONES.....	70
VIII.	RECOMENDACIONES	71
IX.	REFERENCIA BIBLIOGRAFCA.....	72
X.	ANEXOS	77
	Anexo 1: Tratamiento con 18 % PC (T1).....	77
	Anexo 2: Tratamiento con 20 % PC (T2).....	79
	Anexo 3: Tratamiento con 22 % PC (T3).....	81
	Anexo 4: Tratamiento testigo (T0)	82

Anexo 5: Medición por decímetro cuadrado para 18 % PC (T1)	84
Anexo 6: Medición por decímetro cuadrado para 20 % PC (T2)	85
Anexo 7: Medición por decímetro cuadrado para 22 % PC (T3)	86
Anexo 8: Medición por decímetro cuadrado para tratamiento testigo T0	87
Anexo 9: Formulación para 18 % PC	88
Anexo 10: Formulación para 20% PC	89
Anexo 11: Formulación para 22 % PC	90
Anexo 12: Marcos cubiertos por abejas	91
Anexo 13: Marcos cubiertos con cría	91
Anexo 14: Consumo de alimento proteico.....	92
Anexo 15: Producción de miel.....	93
Anexo 16: Fotos del procedimiento de investigación	94
Anexo 17: Plantilla de bastidor biométrico en decímetro cuadrado.....	98
Anexo 18: Análisis químico de harinas.....	99

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Actividades que realizan las abejas obreras según la edad.	14
Cuadro 2: Necesidades nutricionales de las abejas	21
Cuadro 3: Composición media del polen en porcentaje de materia seca	26
Cuadro 4: Composición química de jalea real	27
Cuadro 5: Regla de Farrar (Relación exponencial)	36
Cuadro 6: Valor nutricional de los alimentos	49
Cuadro 7: Cantidad de insumos para masa seca de 1 kilogramo	50
Cuadro 8: Tendencia del crecimiento poblacional de abejas	54
Cuadro 9: Marcos cubiertos por Abejas (MCA)	55
Cuadro 10: Estimación de celdas con cría	57
Cuadro 11: Marcos con cría	58
Cuadro 12: Presencia de Reina.	60
Cuadro 13: Consumo de alimento proteico (gramos).....	61
Cuadro 14: Producción de miel en litros.....	63
Cuadro 15: Datos generales para la alimentación de abejas	65
Cuadro 16: Datos de la inversión inicial	65
Cuadro 17: Datos de depreciación de materiales.....	66
Cuadro 18: Datos de costos fijos de la investigación	66
Cuadro 19: Datos de costos variables de la investigación	67
Cuadro 20: Costos unitarios de la investigación.....	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ciclo Biológico de la Reina	12
Ilustración 2: Ciclo Biológico del Zángano.....	12
Ilustración 3: Ciclo Biológico de las Obreras	13

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1: Alimentador tipo bandeja	30
Fotografía 2: Alimentador interno bolsas o papeles.....	30
Fotografía 3: Alimentador interno tipo Doolittle	31
Fotografía 4: Alimentador externo tipo Boarman.....	31
Fotografía 5: Preparación de alimento proteico.....	50
Fotografía 6: Pesado de ingredientes	94
Fotografía 7: Mezcla de ingredientes con jarabe de azúcar	94
Fotografía 8: Pesado de torta proteica	94
Fotografía 9: Suministro de jarabe de azúcar y torta proteica.....	95
Fotografía 10: Evaluación a los 4 días.....	95
Fotografía 11: Evaluación a los 8 días.....	95
Fotografía 12: Medición con bastidor biométrico (decímetro cuadrado).....	95
Fotografía 14: Final del proceso de alimentación.....	96
Fotografía 13: Revisión de reservas de miel y polen.....	96
Fotografía 15: Colocación de alzas.....	96
Fotografía 16: Cosecha de miel.....	96
Fotografía 17: Desoperculación de panales	97
Fotografía 18: centrifugado de panales.....	97
Fotografía 19: Filtración de miel.....	97
Fotografía 20: Miel envasada.....	97

RESUMEN

La investigación “**Suministro de torta proteica como suplemento de polen con tres niveles de proteína en el crecimiento poblacional de abejas - Centro Agronómico K’ayra**”, se llevó a cabo en el Apiario de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, en los meses de noviembre y diciembre. Se ha utilizado un diseño completamente al azar con 4 tratamientos, de cuatro repeticiones por tratamiento, al tratamiento testigo (T0) se le suministró jarabe de azúcar y los tratamientos experimentales se les suministro tortas proteicas preparados a base de harina de soya, harina de haba, harina de trigo, fécula de papa y maicena, para la formulación de masa seca, se hizo uso del cuadrado de Pearson modificado, con diferentes niveles de proteína, (T1:18%, T2: 20% y T3: 22%) por un periodo de 42 días. Los resultados para consumo de torta proteica, el tratamiento T2 es altamente significativo ($p<0.01$) y significativo($p<0.05$) frente al T1 y T3 respectivamente. Crecimiento poblacional para marcos con cría y abejas, ambos muestran diferencia altamente significativa frente al T0, siendo T2 superior a todos ellos. Con respecto a la producción de miel se observa que los tratamientos experimentales son altamente significativos ($p<0.01$) frente al T0, siendo el T2 con mayor producción de miel, por consiguiente, con mayor retribución económica es el T2. Se concluye que el tipo de alimentación incide tanto en la evolución de la población como en la producción de miel por lo tanto en la rentabilidad, siendo de gran valor realizar esta actividad 40 días antes del inicio de la floración natural.

Palabras Clave: Reina, Cría, Colonia, torta proteica, Alimentación, Manejo, producción de miel.

ABSTRACT

The research "Supply of protein cake as a pollen supplement with three levels of protein in the population growth of bees - K'ayra Agronomic Center", was carried out in the Apiary of the Professional School of Zootechnics of the Faculty of Agricultural Sciences of National University of San Antonio Abad of Cusco, in the months of November and December. A completely randomized design was used with 4 treatments, four repetitions per treatment, the control treatment (T0) was supplied with sugar syrup and the experimental treatments were supplied with protein cakes prepared with soy flour, bean flour, Wheat flour, potato starch and cornstarch, for the formulation of dry dough, the modified Pearson square was used, with different protein levels, (T1: 18%, T2: 20% and T3: 22%) by a period of 42 days. The results for the consumption of protein cake, the T2 treatment is highly significant ($p < 0.01$) and significant ($p < 0.05$) compared to T1 and T3 respectively. Population growth for frames with brood and bees, both differentiated very significantly compared to T0, T2 being superior to all of them. With regard to honey production, it is observed that experimental treatments are highly significant ($p < 0.01$) compared to T0, with T2 being the highest production of honey, as far as T2 is concerned.

It is concluded that the type of food affects both the evolution of the population and the production of honey, therefore in profitability, being of great value to carry out this activity 40 days before the beginning of natural flowering.

Keywords: Queen, Breeding, Colony, Protein Cake, Food, Handling, honey production.

INTRODUCCIÓN

La apicultura se dedica al estudio y a la cría de las abejas, por lo tanto, está orientada a prestarles los cuidados necesarios para obtener productos que ellas son capaces de recolectar y elaborar (miel, polen, jalea real y etc.), para lo cual la incorporación de nuevas tecnologías en nuestro medio es indispensable para un desarrollo óptimo, haciendo uso de recursos ecológicos, económicos y aplicables por toda la colectividad (López, 2014).

Un factor importante e influyente es la densidad de población y la nutrición (carbohidratos, proteínas, grasas y minerales) siendo determinantes en la explotación, y para tal efecto es necesario realizar la alimentación 40 días antes del inicio de la floración.

En la región de Cusco muchos apicultores no realizan una alimentación previa a la floración, en ese sentido las colmenas que sobreviven quedan con una población reducida y al iniciar la gran mielada éstas se recuperan de forma lenta y pierden días de recolección, por consiguiente es necesario complementar la dieta de las abejas con suplementos y sustitutos, las cuales puede ser de sostén o de estímulo y en la actualidad no hay ningún sustituto igual que el polen, pero el uso de tortas proteicas es fundamental para situaciones adversas, y es indispensable saber en qué porcentaje de proteína es más palatable y aceptable para su aplicación en nuestras condiciones climáticas (Dietz, 1975).

Este proyecto tiene la finalidad de optimizar el manejo y añadir a la apicultura en la región de Cusco, técnicas que no se emplean, logrando una mayor y mejor producción de productos apícolas optimizando el tiempo con el uso de tortas proteicas (López, 2014).

I. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Descripción del problema

En el Perú la alimentación tradicional que se realiza es el uso de jarabe de azúcar, la cual no brinda todo lo requerido para un crecimiento de población de abejas. Esta alimentación energética (jarabe de azúcar) es realizada justo cuando la floración ha iniciado o la cantidad suministrada es en cantidades no suficientes y no continuas.

En el Perú la apicultura es desarrollada por pequeños apicultores, donde la gran mayoría posee menos de 10 colmenas. En cuanto a producción de miel a nivel mundial el Perú está ubicada en el 75º lugar según las estimaciones de la F.A.O. (MINAGRI, 2011). Una de los factores indispensables en la apicultura es la deficiencia de alimento proteico o energético, en este caso el uso de torta proteica permitirá suplir la deficiencia de polen, que es vital para el desarrollo de cría y población de abejas lo cual se verá reflejado en una buena producción, para lo cual, aplicar los insumos correctos (harinas) y conocer los costos de producción del alimento proteico y jarabe de azúcar, aplicados con un buen manejo y en tiempos adecuados generaran ganancias.

Por tal motivo la alimentación artificial (estimulo o mantenimiento), tiene como solución ayudar en el desarrollo positivo de la colmena y en este caso el uso de suplemento proteico tiene como objetivo suplir la necesidad de polen, cuando su existencia sea nula en la colmena y ser utilizada en la En la sierra sur del Perú (Dietz, 1975).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿Es factible determinar el porcentaje óptimo de proteína en la alimentación artificial con suplementos de polen (torta proteica) en abejas (*Apis mellifera*) para el desarrollo poblacional en el Apiario del Centro Agronómico K'ayra?

1.2.2. Problema Específico

¿Cuál será el mejor tratamiento de alimento que permita desarrollar la población con marcos con cría y abeja según la postura de la reina?

¿Cuál de los tratamientos tendrá mejor consumo de la torta proteica por abejas?

¿Cuál será los costos de producción de la torta proteica, y la rentabilidad?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.

2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el nivel óptimo de proteína en la torta proteica con tres niveles de proteína (T1:18%, T2: 20% y T3: 22%) y costos de producción, como suplemento de polen en el crecimiento de núcleos de abejas (*Apis mellifera*) en el apiario del Centro Agronómico K'ayra.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el crecimiento poblacional de las abejas (marcos con cría y abeja).
- Evaluar el consumo de la torta proteica por colmena.
- Determinar los costos de producción de la preparación de la torta proteica.

2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La demanda de alimentos orgánicos actualmente ha incrementado enormemente en todo el mundo llegando a reemplazar algunos alimentos como es el azúcar por la miel y otros productos, es por ello su relevancia, porque el despoblamiento de abejas en estos tiempos de cambio climático muy variable, impide el normal desarrollo de estos insectos; por ende, el apicultor se ve afectado económicamente.

Esta investigación tiene gran importancia, porque permite a los apicultores desarrollar nuevos conocimientos en su producción, aprovechando el tiempo de producción con un manejo adecuado, y así evitar la pérdida de colmenas por factores de cambio climático, uso indiscriminado de insecticidas, y otros agroquímicos que afectan a estos insectos, todo esto dando interés a una buena alimentación, en este caso, haciendo uso de tortas proteicas que brindan grandes beneficios en el crecimiento de las abejas ya sea para creación de núcleos, crianza de reinas, producción de miel y otros.

La alimentación artificial como incentivo para el crecimiento poblacional de abejas es importante y el fin de nuestra investigación es para poder difundir en la región Cusco el efecto que tiene el uso de tortas proteicas en el desarrollo de la colmena frente a las dificultades de cambio climático y otros. Dando al apicultor mayores ingresos económicos.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

El identificar el nivel óptimo de proteína con un buen costo de producción y que promueva el crecimiento de núcleos de abejas permitirá lograr una buena producción.

3.2. Hipótesis específicas

- Identificar el tratamiento con mejor crecimiento poblacional de las abejas será el más adecuado para ser utilizada en la alimentación.
- El tratamiento con mejor consumo de alimento mejorado generará crecimiento poblacional de las abejas.
- Obtener la mejor rentabilidad de los tratamientos con la alimentación de torta proteica será de mayor beneficio.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de investigación en la Región Cusco

Yucra (2002), en su trabajo de tesis realizó 4 tratamientos; tratamiento “A” testigo, tratamiento “B” jarabe, tratamiento “C” jarabe y leche descremada y el tratamiento “D” jarabe, leche descremada y multivitamínicos. Concluye en sus resultados con un mejor desarrollo en postura y producción de miel, se obtuvo con el tratamiento “C” y “D”, que como efecto tuvo la multiplicación de enjambres y mayor producción de miel.

4.2. Antecedentes de investigación nacional

López (2014) refiere en su trabajo de investigación que el efecto de la alimentación artificial es positivo en el crecimiento poblacional de abejas (*Apis mellifera*) ya que se realizó a partir de núcleos; utilizando dos insumos alimenticios: siendo T1: jugo de caña y T2: jarabe de azúcar, por un periodo de cinco semanas, a partir de cuatro cuadros cubiertos con abejas. Llegando así a la conclusión que la alimentación artificial con estos insumos tuvo efecto en el crecimiento poblacional de abejas (*Apis mellifera*) sólo con el jarabe de azúcar.

4.3. Antecedentes de investigación internacional

Córdova (2017) describe que la dieta a base de harina de soya y arveja es efectiva para mantener estable la población de las colonias y puede ser usada durante períodos de escasez de floración, mientras que la dieta a base de harina de lenteja no dio ningún resultado propicio. Como también el mayor consumo de sustituto no determina una mayor producción; ya que estadísticamente no hay diferencia significativa entre ambas dietas, pero el mejor rendimiento monetario dio fue con harina de soya.

Burgos (2012) en su trabajo de investigación refiere que la suplementación proteica no determinó un incremento en la tasa de ovoposición y constató que la dieta de soya es efectiva para mantener estable la población de las colonias y puede ser usada durante períodos de escasez de polen. Mientras que el sustituto a base de chocho obtuvo los resultados más bajos en promedios de producción y población, así como también monetarios; por lo tanto, su uso en solitario no es adecuado en la dieta de *Apis mellifera*; pero podría ser combinado con otros ingredientes proteicos. Sin embargo, el suplemento a base de harina de haba obtuvo los resultados de producción de polen más variables, por lo que los mismos no son viables para fijar una conclusión sobre la efectividad de dicha dieta.

Velasquez y Vargas (2013) menciona que no es muy conveniente la suplementación de las colonias de abejas *Apis mellifera* con cualquiera de las fórmulas utilizadas, ya que no se pudo ver un aumento en la ovoposición para obtener un mejor desarrollo de la colonia; sin embargo, el consumo de los suplementos, harinas de maní, ajonjolí, y una mezcla de harina de maní y ajonjolí, tuvieron diferencias en el nivel aceptación, la dieta de harina de maní fue la más consumida y la combinada tubo menor consumo pero cabe recalcar que no existe una diferencia importante de considerar entre el consumo de un suplemento nutricional elaborado con harinas y el consumo de alimento recolectado en el pecoreo por las mismas abejas, pudiendo determinar que un suplemento proteico no es el causante del aumento de la puesta de la abeja sino que el eficiente consumo del exquisito néctar y secreciones dulce de la naturaleza.

Ganán (2015) realizó la evaluación de tres niveles de harina de soya 10% (T2), 20% (T3) y 30% (T4) con alimentación artificial de abejas *Apis mellífera* y su efecto en la producción de jalea real, frente a un tratamiento control (T1), cuyos objetivos fueron; evaluar los diferentes niveles de harina de soya en la producción de jalea real, determinar cuál es el nivel más adecuado para el mejoramiento de la producción de la jalea real, conocer el mejor tratamiento económicamente viable a base del indicador beneficio/costo. Para la aceptación de celdas artificiales y la producción de jalea real se obtuvieron buenos resultados al utilizar harina de soya al 20 y 30 %, aun cuando el costo de preparación es alto, la producción de jalea lo vuelve rentable.

Guaya (2016), quien realizó la evaluación en un sistema de alimentación en épocas de escasas de floración para optimizar la producción en épocas de mielada en esta zona con dos tratamientos, el primer tratamiento con jarabe de azúcar y el segundo tratamiento, a más del jarabe de azúcar se le suministró alimento proteico preparado a base de harina de maíz, soya y avena en porciones de 400g por colmena. Se obtuvo el tratamiento experimental permitió obtener mayor número de marcos con abundante abeja y marcos con cría frente al tratamiento testigo, por lo cual el modelo de alimentación recae tanto en la evolución de la población como en la producción de miel y su rentabilidad.

4.4. DEFINICIONES GENERALES

4.4.1. ESTRUCTURA DE UNA COLMENA

El desarrollo de las abejas (reina, obrera y zángano) se realiza mediante cuatro etapas: huevo, larva, ninfa o pupa y adulto o imago. A partir de los huevos fértiles se originan las obreras, reinas y de los huevos no fertilizados los zánganos los cuales son ubicados en las celdas de los zánganos, y para desarrollo de los embriones se requiere de una temperatura de 34 a 36 °C con una humedad de 65 a 75% (Prost, 2001).

4.4.1.1. La Reina

Es considerada la abeja más importante en la colmena, ya que ella tiene la función de poner huevos y propagar su especie, liberan feromonas especiales que se producen en sus glándulas mandibulares y otras glándulas, que es la goma social de la colmena porque con ella consolidan la unión y cohesión de su familia y que controlan ciertos aspectos de la fisiología y el comportamiento que tienen las obreras. La forma anatómica de la reina se difiere de las demás abejas, pues su cuerpo es más largo, sus alas parecen más cortas en relación al tamaño del cuerpo, sus patas desprovistas de herramientas y cepillos lucen más largas. Tiene un aguijón curvo y liso (retráctil) que solo utiliza en su lucha contra otra reina. Sus movimientos son lentos y vivaces, es capaz de poner alrededor de 1,500 huevos por día. La reina pone 2 tipos de huevos: huevos fecundados (que producirá una hembra - reina o una obrera según al tipo de alimentación que se les brindara durante el estado de larva) y huevos sin fecundar (nacerá un zángano = tipo de desarrollo nombre partenogénesis) (Prost, 2001).

4.4.1.2. Zánganos

Los zánganos nacen de huevos sin fecundar, son de mayor dimensión que las obreras, abdomen más cuadrado, ojos grandes y contiguos. Carecen de aguijón, su única función es aparearse con las nuevas reinas y ayudar a calentar las crías cuando están dentro de la colonia. Alcanzan su madurez sexual a los 10-12 días. Los zánganos son criados por las obreras únicamente en la época de abundancia de néctar y especialmente de polen (Root, 1959).

4.4.1.3. Las Obreras

Las abejas obreras son hembras infértiles, ya que su aparato reproductor se encuentra atrofiado. Una colmena tiene entre 30 000 a 80 000 obreras, según el tipo de colmena. Viven aproximadamente tres meses. Son las de menor tamaño. Para realizar las diferentes tareas, están dotadas de estructuras: corbícula, aguijón, potentes mandíbulas, probosis, visión más desarrollada (Root, 1959).

4.4.2. CICLO BIOLÓGICO DE LAS ABEJAS

4.4.2.1. Ciclo Biológico de la Abeja Reina

El ciclo biológico de la abeja reina se inicia con la postura de un huevo que tarda 3 días y 5 horas en nacer. Así se inicia la etapa larval que dura cinco días y medio, momento en que es operculada la celda para iniciar la etapa de prepupa y pupa que dura siete días y medio hasta nacer, Al segundo día de nacida la reina comienza a salir en vuelos cortos de reconocimiento y entre el séptimo y décimo día sale a fecundarse en más de un vuelo con 10 a 16 zánganos, luego comienza la postura que al día 14 ya debe observarse. (Ordetx y Spina, 1984).

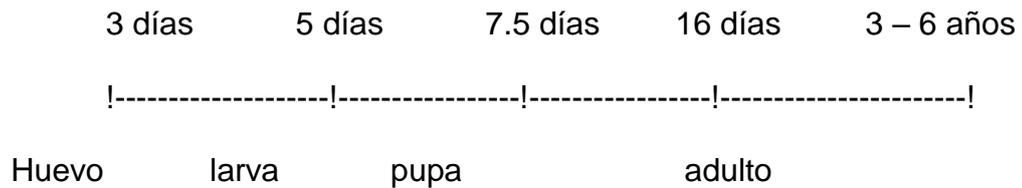
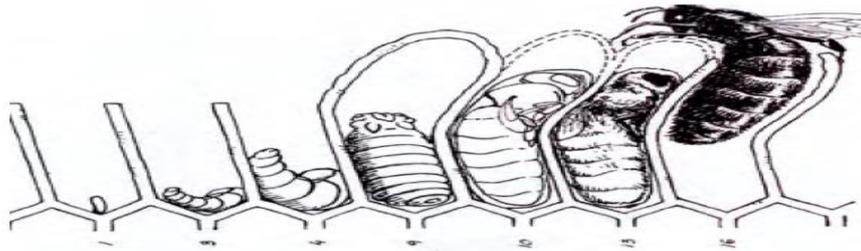


Ilustración 1: Ciclo Biológico de la Reina

Fuente: (Ordetx y Spina, 1984)

4.4.2.2. Ciclo Biológico del Zángano

El zángano es el producto del desarrollo de un óvulo sin fecundar, proceso llamado partenogénesis. El óvulo tiene un periodo de tres días hasta nacer y pasar a la etapa larval que dura 7 días. Luego la celda es operculada y pasa al periodo de pre-pupa y pupa para nacer a los 14 días.

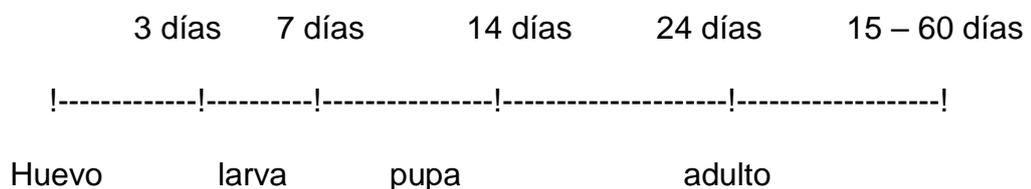
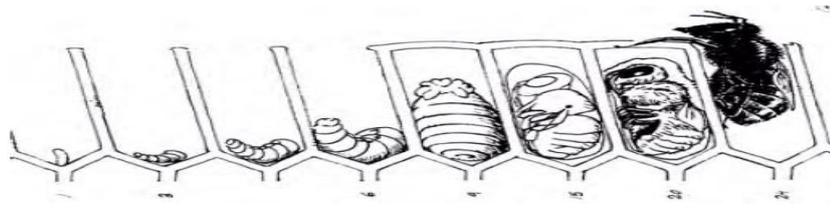


Ilustración 2: Ciclo Biológico del Zángano

Fuente: (Ordetx y Spina, 1984)

4.4.2.3. Ciclo Biológico de las Obreras

En la abeja obrera el ciclo comienza con la postura del huevo que tarda 3 días y 5 horas en nacer y pasar así al estado larval o de “cría abierta”. Este periodo dura 6 días hasta que es operculada la celda y pasa al tercer estadio de prepupa y pupa. Este estadio dura 12 días, durante el cual va tomando forma la abeja hasta nacer.

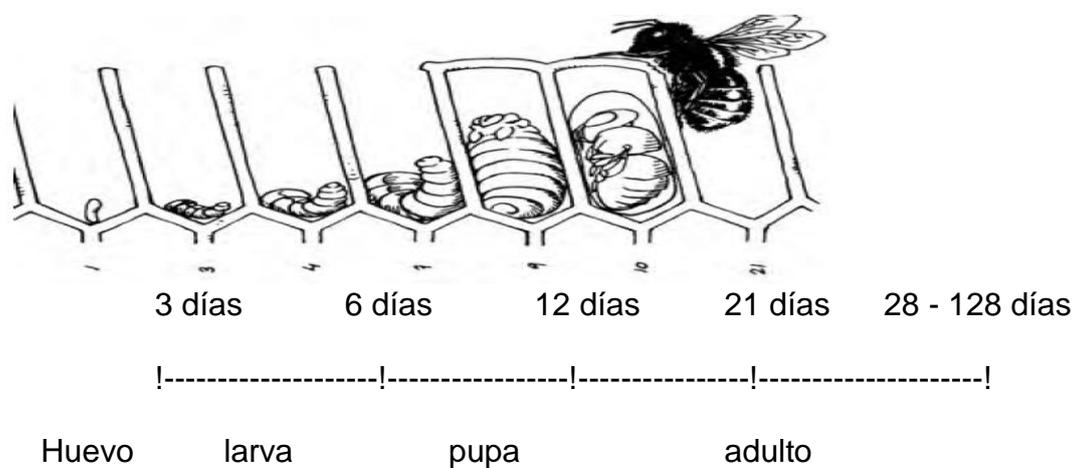


Ilustración 3: Ciclo Biológico de las Obreras

Fuente: (Ordetx y Spina, 1984)

El ciclo biológico total desde que es depositado el huevo hasta que nace la abeja obrera dura 21 días, posterior nacen y desarrollan distintas actividades por edades. (Valega, 2015).

4.4.2.4. Actividades según edad de abejas obreras

Las abejas desde que nace empiezan a desarrollar actividades, están ya determinadas, dentro de la colmena adquiere madures durante 21 días, hasta que sea capaz de salir al exterior de la colmena, en el siguiente cuadro se muestra las funciones según la edad.

Cuadro 1: Actividades que realizan las abejas obreras según la edad.

Día	Actividad	Función
2° al 3° día	Limpieza de los panales (alveolos) y calentamiento de los huevos y larvas.	Limpiadora Limpieza
4° al 12° día	Preparación del alimento y alimentación de las larvas preparación de la jalea real y crianza de nuevas reinas.	Cocinera Nutriz Enfermera
13° al 18° día	Producción de cera, construcción de panales y tirada de realeras para crianza de reinas.	Directora Ingeniera Constructora
19° al 20° día	Trabajo de defensa de la colmena, como centinela, guardianas y vigilantes de la casa.	Guardianas Centinela Vigilante
21° al 38° - 42° día	Trabajos de campo fuera de la colmena para colecta de agua, néctar, propolis, y también para poder hacer la fecundación de las flores (polinización), cuando la colecta de polen y del néctar de las flores, como pago por el trabajo.	Campera Colectora Transportadora
Del 38° al 42° día	En promedio y dependiendo del agotamiento físico (horas – trabajo) muere, y siempre fuera de la colmena para evitar el trabajo de la remoción para las abejas.	Fin de vida

Fuente: Sanchez R (2003)

4.4.3. ALIMENTACIÓN DE LAS ABEJAS

4.4.3.1. Nutrición

Es la ciencia encargada del estudio y mantenimiento del equilibrio homeostático del organismo a nivel molecular y macro sistémico, garantizando que todos los eventos fisiológicos se efectúen de manera correcta, logrando una salud adecuada y previniendo enfermedades. Los procesos macro sistémicos están relacionados con la absorción, digestión, metabolismo y eliminación. Los procesos moleculares o micro sistémicos están relacionados con el equilibrio de elementos, como: enzimas, vitaminas, minerales, aminoácidos, glucosas, transportadores químicos, mediadores bioquímicos y hormonas, entre otros (Argüello, 2010, citado por Guaya, 2016).

4.4.3.2. Alimentación

Es la acción de proporcionar alimentos a un ser vivo. La alimentación consiste en la obtención, preparación e ingestión de alimentos. En cambio, la nutrición es el conjunto de procesos fisiológicos mediante el cual los alimentos ingeridos son transformados y asimilados (Argüello, 2010).

4.4.4. FISIOLOGÍA DIGESTIVA DE LAS ABEJAS

La digestión que los alimentos sufren al hidrolizarse biológicamente para quedar reducidos a moléculas más simples que puedan ser absorbidas y utilizadas por las células. De esta manera, algunos alimentos, como la sacarosa, deben ser degradados en su constitución química a componentes más sencillos, como la glucosa y la fructosa. Lo mismo sucede con los ácidos grasos y proteínas. En las abejas todos estos procesos bioquímicos también ocurren en el aparato

digestivo, el cual describirá brevemente. El aparato digestivo se puede imaginar como un tubo continuo desde la boca hasta el ano, con varias regiones diferenciadas en los órganos y con diferentes funciones del proceso, pero también tiene algunos órganos anexos con sus respectivas funciones (Snodgrass, 1975).

El tubo digestivo de las abejas adultas es relativamente simple. Está constituido por los siguientes órganos: boca, faringe, esófago, buche y proventrículo, los cuales forman el estómago, el ventrículo, y los intestinos delgado y grueso. Asociados al aparato digestivo están: los túbulos de Malpighi, las glándulas labiales del tórax y la cabeza, las glándulas hipofaríngeas y los órganos rectales (Standifer, 1989).

4.4.5. NUTRICIÓN DE LAS ABEJAS

Al igual que todos los seres vivos, las abejas deben consumir alimentos que cumplan sus requerimientos nutricionales, como son proteínas, vitaminas, carbohidratos, minerales, grasas y agua, los que adquieren de la recolección de polen, néctar y agua. Ya que de una buena alimentación va a depender que éstas realicen de forma normal las actividades dentro y fuera de la colmena, lo que se verá reflejado en un aumento de la población de la colmena y una mayor longevidad, para lograr un buen estado sanitario, incremento en la productividad y, por lo tanto, una mayor rentabilidad para los apicultores.

4.4.5.1. Nutrición de abejas obreras

A diferencia de la reina, las obreras consumen miel y polen, brindado el aporte energético y proteico respectivamente.

- A partir de 1 a 2 horas inician a consumir polen.
- A las 12 h el 50% de las abejas jóvenes efectúan el consumo polen en pequeñas cantidades.
- A los 5 días alcanza su máximo consumo, donde las abejas jóvenes consumen polen en pequeñas cantidades.
- El crecimiento de su organismo comienza cuando inician el consumo de polen (glándulas hipofaríngeas, cuerpos grasos, órganos internos) (Rodríguez J. A., 2013).

4.4.5.2. Nutrición de zánganos

La nutrición de estos es similar al de las obreras (energética y proteica)

- Son alimentados por abejas jóvenes cuando tienen 1 a 8 días de edad.
- El alimento que reciben se basa en una mezcla de secreciones glandulares, polen y miel.
- Luego de esta etapa estos se alimentan de miel y ocasionalmente reciben alimento de las obreras.
- El zángano en actividad de vuelo vive (12 a 26 días) (Rodríguez J. A., 2013).

4.4.5.3. Nutrición de reinas

Es la única quien tiene una nutrición diferenciada, esto por el desgaste en la postura.

- La alimentación consiste principalmente en jalea real durante toda su vida que tiene alto contenido en proteína y carbohidratos.
- Las reinas aisladas en jaulas pueden alimentarse con candy (azúcar y miel) y suficiente agua que es importante para transportarlas.

- En estas condiciones las reinas pueden sobrevivir más de 2 semanas y continuar alimentándose más de 48 días (Rodríguez J. A., 2013).

4.4.6. DIGESTIÓN DE LOS ALIMENTOS

4.4.6.1. La Digestión de los Carbohidratos

Los requisitos energéticos son muy variables y son de acuerdo a las necesidades y se obtienen a partir del desdoblamiento de azúcares. Pero los carbohidratos de la miel y del néctar pueden ser totalmente sustituidos artificialmente alimentando con sacarosa u otros. Los carbohidratos son de gran importancia para la regulación de la temperatura de la colmena ya que siempre se realiza en función al consumo de energía, ya sea para mantener el calor en épocas frías o para ventilar en condiciones de exceso de calor. Y es imprescindible la presencia de los mismos como reservas en todo momento (Standifer, 1989).

4.4.6.2. Digestión de Polen

La digestión del polen comienza durante la recolección, cuando las obreras utilizan jugo estomacal, conteniendo enzimas digestivas para aglutinar los granos de polen en las corbículas. Cuando las abejas adultas se alimentan con polen, los pelos del proventrículo, en su comunicación con el buche retiene los granos de polen y partículas mayores de 3 μ , formando un bolo que es transferido para el ventrículo. La retención de polen en el proventrículo ayuda a evitar la dilución excesiva de las enzimas que actúan en la miel y el polen.

La masa de polen, al ser transferida para el ventrículo, es envuelta por la membrana peritrófica, y se mantiene en el ventrículo sujeta a las enzimas digestivas por tres a doce horas antes de pasar para el intestino medio. La cubierta del grano de polen no es dissociada en su paso por el ventrículo.

Tampoco se ha encontrado celulosa en el intestino de las abejas, lo que explica la presencia de las cubiertas del polen en las heces de las abejas. En el recto la mayor parte de los granos de polen se encuentran sin su contenido. Parece que la digestión es realizada a través de la micrópila (Standifer, 1989, citado por Guaya, 2016).

4.4.7. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LAS ABEJAS

Las abejas, como todo ser vivo, necesitan de proteínas, carbohidratos, minerales, grasas, vitaminas y agua, para el desempeño de sus funciones vitales, obtenidos de la recolección de néctar, polen y agua.

Al igual que otros insectos es muy difícil establecer las necesidades nutritivas de las colonias de abejas. Sus alimentos requeridos y las necesidades de nutrientes cambian con las fases de desarrollo en que se encuentran y las estaciones del año. Por otro lado, el comportamiento y biología de las abejas de ser autosuficientes y capaces de conseguir sus propios alimentos, hace que sea muy difícil saber hasta dónde los alimentos que están consiguiendo sean suficientes para llenar sus necesidades, y en qué proporción hacerlo, si se requiriese suplementarlos (Standifer, 1989).

El requerimiento nutricional de la abeja varía también de acuerdo a los objetivos que el apicultor pretende alcanzar. Si además de producir miel, el apicultor quiere producir reinas para la venta, núcleos, y jalea real, entonces las necesidades nutricionales de las abejas durante los periodos de escasez serán mayores para cumplir con las expectativas del apicultor (Vaquero y Vargas, s.f.).

A manera de guía, se conocen algunos parámetros de las necesidades que tienen una colonia de abejas para producir una abeja obrera, y la cantidad de

alimentos que se necesitan para que ésta realice sus actividades de acuerdo a su edad y hasta su muerte (Vaquero y Vargas, s.f.).

Las abejas usan el polen para preparar los alimentos que suministrarán a las crías de reina, obreras y zánganos, y para ellas mismas. En el caso de las reinas deberán ser alimentadas siempre con jalea real, rica en proteínas y preparada en las glándulas hipofaríngeas de las abejas nodrizas, quienes consumen buenas cantidades de polen para estas funciones (Keller *et al.*, 2006, citado por Vaquero y Vargas, s.f.).

Los autores mencionados en el párrafo anterior, también mencionan que al principio de su etapa adulta, las abejas requieren cantidades sustanciales de proteínas, como consecuencia del aumento en el contenido proteico de las glándulas hipofaríngeas, y que si a las abejas obreras recién emergidas se las mantiene con una dieta exclusiva de carbohidratos, las glándulas hipofaríngeas no se desarrollarán. Por lo tanto, no es de sorprenderse que las abejas nodrizas realicen la mayor parte de las actividades de producción de cría en una colonia (Vaquero y Vargas, s.f.).

En las primeras etapas de su vida, inmediatamente después de la eclosión del huevo, las larvas reciben una especie de papilla rica en nutrientes, capaz de hacerlas crecer a un ritmo sorprendente; llegan a doblar 10 veces su peso en tan solo 4 días. Esta extraordinaria capacidad de formación de tejidos la posee la jalea real, segregada por las jóvenes abejas nodrizas, y suministrada a la cría abierta sin restricciones y en masa, hasta hacer que flote materialmente en ella. A partir del segundo día comienza la sustitución por un nuevo tipo de alimentación, igualmente suministrada por las abejas nodrizas y basadas en el polen, que convenientemente amasado con miel y agua es puesto a disposición

de las larvas, a razón de más de 1,200 visitas por celda/día hasta su operculación. Es en este momento cuando la colonia tiene gran necesidad de nutrientes proteicos. De la disponibilidad de polen depende una alimentación equilibrada para satisfacer la voracidad de las crías (Vaquero y Vargas, s.f.).

Al destruirse por oxidación, los glúcidos suministran la energía necesaria para el organismo; la miel, muy rica en azúcares, permite el trabajo de los órganos de las abejas, la producción de calor y también la elaboración de la cera (Snodgrass, 1975).

El cuadro a continuación resume mejor las necesidades de la abeja según su etapa de vida:

Cuadro 2: Necesidades nutricionales de las abejas

Estados	Necesidades
Huevo	Calor
Larva	Calorías + Proteínas + Glúcidos + Lípidos
Ninfa	Calorías
Abeja joven	Calorías + Proteínas + Glúcidos

Fuente: Argüello (2010)

4.4.7.1. Agua

Es de vital importancia dentro de la colmena ya que es utilizada para los procesos metabólicos, desarrollo de las crías, elaboración de su alimento y también es usada para regular la temperatura interna de la colmena en épocas calurosas. Una colmena puede consumir diariamente 200 g y la obtienen principalmente al deshidratar el néctar para convertirlo en miel y también realizan colección especial de ella (Dietz, 1975).

4.4.7.2. Carbohidratos

El alimento que aporta con la mayor cantidad de carbohidratos requeridos por las abejas es el néctar. Es una fuente de energía debido a su alto contenido de azúcares dependiendo de su origen floral y época del año; contiene también una pequeña cantidad de vitaminas, minerales y lípidos; sus principales monosacáridos son fructosa y glucosa encontrándose en menor cantidad la sacarosa, la maltosa y otros azúcares (Dietz, 1975).

Los requerimientos de carbohidratos cambian dependiendo de la edad de las abejas; siendo usados en la primera etapa de vida para la formación del exoesqueleto que en su mayoría está compuesto por quitina. Posteriormente constituye el principal alimento consumido por las abejas adultas ya que requieren mayor cantidad de energía para realizar los vuelos fuera de la colmena (Standifer, 1989).

4.4.7.3. Proteínas

El polen es la principal fuente nutricional para las abejas; Estas proteínas se movilizan dependiendo de la edad de las abejas, ayudan al desarrollo de las glándulas hipofaríngeas; cuando éstas dejan de funcionar hacen que se activen las glándulas cereras y finalmente pasan a los músculos para que se produzca el vuelo. Mientras más cantidad de proteínas tenga el cuerpo de la abeja mayor será su longevidad y vida productiva. Es por ello que deben consumir pólenes que tengan 20% como mínimo de proteína cruda. Cuando se produce una deficiente entrada de polen a la colmena, ya sea debido a fuertes épocas invernales o deficiente floración, se produce un desbalance nutricional, lo que ocasiona que las abejas jóvenes no puedan desarrollar las glándulas hipofaríngeas productoras de jalea real, sustancia que se la utiliza para alimentar

a las larvas, por consecuencia las larvas mueren, disminuye la cantidad de abejas de la colmena y las abejas pierden vitalidad y tamaño (Dietz, 1975).

4.4.7.4. Vitaminas

La colmena cubre sus requerimientos de vitaminas cuando existe gran cantidad de reservas de polen fresco, aunque también las pueden obtener de la miel, pero en cantidades muy pequeñas. Las más importantes están las vitaminas del grupo B (tiamina, riboflavina, nicotinamida, piridoxina, ácido pantoténico, ácido fólico y biotina) y la vitamina C, que participan en el desarrollo de las crías (Dietz, 1975).

4.4.7.5. Minerales

Aunque no existe un conocimiento exacto de los requerimientos minerales por parte de las abejas se cree que al igual que otros insectos las abejas requieren una alta concentración de minerales como fósforo sodio, potasio, hierro y magnesio que los obtienen ya sea de la miel como del polen (Dietz, 1975).

4.4.7.6. Lípidos

Es muy poco lo que hasta la fecha se sabe sobre las necesidades nutricionales de las abejas en materia grasa, pero parece que esta se almacena generalmente a fin de poder ser utilizada cuando faltan alimentos, así como para el crecimiento y desarrollo. La composición de los ácidos grasos de la abeja se encuentra íntimamente relacionada con el polen, ya que cualesquiera sean las necesidades específicas de grasa en las abejas las obtiene del polen (Dietz, 1975).

4.4.8. LOS ALIMENTOS NATURALES DE LAS ABEJAS

La relación planta-abeja, éstas también se benefician al obtener de las plantas el néctar y el polen que son los alimentos naturales que les sirven para mantener

sus colonias y sobrevivir. Por otro lado, las abejas también obtienen de las plantas sitios de anidación o refugio, y también resinas que las abejas colectan para impermeabilizar o reforzar sus nidos. En las temporadas de alta disponibilidad de recursos (principalmente miel y polen), las abejas los colectan en abundancia y los almacenan en sus panales para el mantenimiento de toda la colonia de abejas, incluyendo las temporadas en que hay deficiencia y ausencia total de recursos en el medio que los rodea.

Los alimentos naturales que las abejas colectan, generalmente son suficientes para llenar sus necesidades nutritivas. En la naturaleza existen plantas que producen polen que podrían contener niveles bajos de nutrientes o incluso en algunos casos, es posible encontrar plantas que tienen polen o néctar con contenidos altos de sustancias tóxicas, como los alcaloides.

Dos de los factores más importantes en la regulación de la población de las colonias de abejas son: la disponibilidad de recursos del entorno, y las reservas que la colonia posea. Por lo tanto, se observa que las poblaciones disminuyen durante las temporadas de escasez de alimentos, lo cual permite a la colonia no agotar sus reservas, y poder llegar al siguiente ciclo de floración en condiciones adecuadas de población, para resurgir como una colonia muy poblada.

Sin embargo, cuando hay necesidad de suplementar alimentos artificiales, hay que recordar que en lo que se refiere al polen y miel, hasta ahora ningún producto sustitutivo le es fisiológicamente superior (Dietz, 1975).

4.4.8.1. Néctar:

Cuando el néctar es recientemente acopiado esta puede contener de 5 a 75 por ciento de sólidos solubles (azúcares) y agua de 20 a 95% y los azúcares

primordiales son la sacarosa, glucosa y fructosa y mientras es manipulado y finalmente almacenado como miel (Reina Kilama, 2012).

4.4.8.2. Mielazo:

Esta sustancia es segregada por varias especies de insectos que las abejas recolectan y almacenan en los panales y contiene un alto porcentaje de dextrinas y melezitonas y es considerado como una fuente escasa de carbohidratos.

Secreciones de plantas: Estas secreciones a menudo son recolectadas del zumo de frutas demasiado maduras y son ricas en sacarosa y azúcares afines y lo hacen en escases de flores.

4.4.8.3. Polen:

Suministra todos los demás elementos indispensables de la dieta, excepto el agua, que son necesarios para las actividades vitales, pero no todos los pólenes son iguales desde un punto de vista nutritivo y en estado natural las abejas utilizan una mezcla de pólenes en su dieta ya que esta es para obreras adultas, larvas y zánganos y también el polen es útil para la producción de jalea real (Standifer, 1989).

El polen es un alimento muy nutritivo que las abejas almacenan en grandes cantidades para utilizarlo en la alimentación de sus larvas, las abejas consumen gran cantidad de polen y por su gran valor nutritivo muchos autores lo denominan el pan de abejas. De todos sus componentes el nitrógeno es lo que más aprovechan (Ordetx y Spina, 1984).

Cuadro 3: Composición media del polen en porcentaje de materia seca

Materias	%
Agua	5 a 6
Proteínas (materias nitrogenadas)	25
Glúcidos (azucares)	40
Lípidos (materias grasas)	4,5
Cenizas (minerales)	5
Vitaminas	0,015

Fuente: Dietz (1975)

4.4.8.3.1. Deficiencia en la colmena

Si una colmena tiene poca reserva de polen, la gran cantidad de larvas que nacen por lo general, terminan con la reserva de la colonia, y si las plantas poliníferas no florecen o las obreras no pueden salir por distintas razones, entonces las provisiones de polen se agotan, lo que favorece el apareamiento de enfermedades, a su vez hay reducción de la cantidad de cría. Si el periodo de escasez persiste, las abejas hacen uso de sus reservas corporales que son utilizadas para producir jalea real, esta escasez obliga a que no todas las larvas que nacen sean alimentadas y las abejas nodrizas tienen que comer algunas de estas larvas, pues es la única fuente de proteínas que tienen para producir jalea real para alimentar a la reina y a las demás larvas. Para determinar si existe escasez de polen en una colmena o bien se revisa si hay reservas en los panales, por lo que se hace énfasis en las celdas adyacentes a la cría (Dietz, 1975).

4.4.8.4. Jalea real:

Esta sustancia se les suministra a las larvas los tres primeros días de vida y a la reina toda su vida larval y adulta, en el siguiente cuadro se presenta la composición química de la jalea real.

Cuadro 4: Composición química de jalea real

Componente	Porcentaje %
Agua	66%
Carbohidratos	13%
Proteína	12%
Grasa	5%
Cenizas	1%
Vitaminas y enzimas	3%

Fuente: Standifer (1989)

4.4.9. IMPORTANCIA DE LA ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL

La alimentación artificial es el suministro de alimentos que les damos a las abejas en la temporada en que la necesitan ya que las abejas requieren de alimentos ricos en carbohidratos (azúcares), grasas, proteínas y minerales, los que obtienen en forma natural de la miel y el polen. Sin embargo, en las épocas en las que estos alimentos escasean, es necesario complementar la dieta de las abejas con alimentación artificial, la cual puede ser de sostén, de estímulo y suplementaria (Root, 1959).

Se sabe que las abejas en condiciones naturales no necesitan de la intervención humana para sobrevivir. Sin embargo, en las explotaciones comerciales, los apicultores quitan a las abejas la mayor parte de sus reservas, dejándolas en condiciones no aptas para enfrentar las temporadas críticas, por lo tanto, los

productores deben de auxiliar a las colonias de abejas con alimentación suplementaria (Root, 1959).

4.4.9.1. Suministro del alimento

Al disponer de alimentos, se debe considerar la fortaleza de la colonia, la época del año y las condiciones de la vegetación néctar- polen de la región. Asimismo, para seleccionar el tipo de alimento y la cantidad requerida, se debe considerar el objetivo del apicultor, ya sea para mantenimiento o para estímulo (Argüello, 2010).

4.4.9.1.1. Alimentación de mantenimiento

La alimentación de mantenimiento tiene por objetivo el de proporcionarle a la colonia de abejas el complemento de materia prima necesaria para subsistir y cubrir las necesidades nutritivas básicas, ya sea en períodos de escasez, o de insuficiencia de aportes de alimentos por el medio ambiente (Root, 1959).

4.4.9.1.2. Alimentación estimulante.

La estimulación se busca cuando en un lugar sin estimulación natural (sin floración), 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. Toda alimentación que se proporcione a las colmenas, significa un costo extra en la explotación; de donde habrá que tener bien claro la relación costo - beneficio al trabajar con ella (Reina Kilama, 2012).

A diferencia de la alimentación de mantenimiento, la estimulación de colmenas es una herramienta de manejo que el apicultor posee para el desarrollo poblacional. Como todo manejo debe de resultar de una planificación y conocimiento de la zona donde desarrolla su explotación. Los productos

utilizados para la estimulación energética de la colonia son exactamente los mismos a los utilizados en la alimentación suplementaria; con la única diferencia de que el alimento se asemeje al néctar, motivo por lo cual, lo que varía son las concentraciones de los jarabes (Argüello, 2010).

4.4.9.2. Tipos de alimentos artificiales en las abejas

Los alimentos que se proporcionan a las colonias de abejas se pueden suministrar en forma líquida (en forma de jarabes) o sólida (pastas). La mayoría de las veces se proporcionan alimentos energéticos en forma de jarabes, y los alimentos proteicos en forma de pastas (Argüello, 2010)

4.4.9.2.1. Alimentos líquidos

La alimentación de estímulo se administra el jarabe de azúcar a una concentración de 2:1 (azúcar: agua), con la diferencia de que en este caso se proporciona preferentemente durante los 45 días previos a la floración, con mayor frecuencia a la colonia (Argüello, 2010).

4.4.9.2.2. Alimentos sólidos:

En la alimentación de las abejas se requiere de polen como fuente de proteína, en este sentido se administra alimentos sustitutos del polen como fuente de proteína que viene a ser la torta proteica, esta tiene por objeto mantener colonias fuertes. La alimentación suplementaria tiene como objetivo intensificar la postura para fortalecer la colonia, a fin de producir abejas a granel, jalea real y abejas reina, aquí se adiciona mayor proporción sustituto de polen (SAGARPA, 2009).

Todos los insumos que se empleen para la preparación de los alimentos deberán ser inocuos, tanto para las abejas como para las personas, asimismo, el agua que se emplee deberá ser hervida o potable (SAGARPA, 2009).

4.4.9.3. Tipos de alimentadores

Son usados para suplementar, incentivar o reforzar una colmena que requiera de este recurso nutricional. Dependiendo del tipo de alimento que se desee suministrar a la colmena existen varios tipos de alimentadores (Rodríguez M. , 2015).

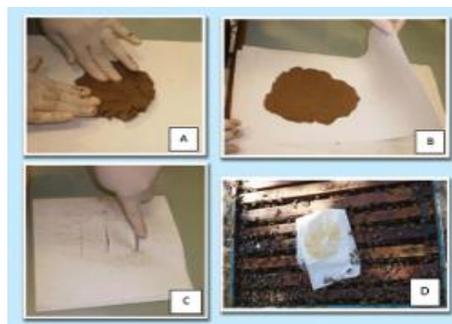
El contenido del alimentador debe estar al alcance de las abejas. Sus características deben responder a dos necesidades básicas: Fácil de llenar y de distribución lenta y segura. Si el alimentador no cumple con estas características se convierte fácilmente en una trampa mortal para las abejas (Argüello, 2010).

4.4.9.3.1. Alimentador interno o externo

El suministro de alimentos líquidos puede hacerse en alimentadores externos o internos. Los alimentadores permanentes como el tipo bandeja, Doolittle (interno) y el Boarman (externo) deberán lavarse y los desechables (interno) deberán retirarse del apiario y depositarse en la basura. La administración de alimentos sólidos (interno) se realiza únicamente en forma interna colocando las porciones de alimento en papel encerado, sobre los cabezales de los bastidores de la cámara de cría (Rodríguez M. , 2015).



Fotografía 1: Alimentador tipo bandeja



Fotografía 2: Alimentador interno
bolsas o papeles



Fotografía 3: Alimentador interno tipo Doolittle



Fotografía 4: Alimentador externo tipo Boarman

4.4.9.4. Suplementos energéticos y proteicos

4.4.9.4.1. Suplemento energético

En la alimentación energética ya sea para estímulo o suplementación se utilizan los mismos ingredientes con la única diferencia, que este alimento se asemeje al néctar, motivo por el cual, lo que varía son las concentraciones de los jarabes habiendo una variación ya que es apropiada para sobreponerse frente a daños ocasionados (Dietz, 1975).

4.4.9.4.2. Suplementos proteicos

En regiones donde con una alimentación proteica a la colmena, se logran excelentes resultados en el desarrollo de la población. No olvidar que son más comunes las carencias de polen que de néctar, y de que por más flujo que exista, si no hay un aporte proteico, no habrá un desarrollo poblacional por lo tanto se debe formular alimentos similares a la composición del polen con otros insumos como la soya, harina de maíz, polen, entre otros que aporten las mismas cantidades de proteína necesarias para el requerimiento proteico para obtener más abejas pecoreadoras y tener excelentes colmenas (Dietz, 1975).

4.4.9.5. Sustituto de polen

El sustituto tiene como fin reemplazar completamente al polen que es el alimento natural que recolectan las abejas y los sustitutos tienen que ser adecuadamente nutritivo para el desarrollo de las glándulas hipofaríngeas o productoras de alimento para la cría. Las abejas tienen mayor preferencia por el polen que por los sustitutos de polen ya sea por palatabilidad u otro factor. Y se desarrollan mejor con un 20 % de proteína esto a acuerdo al alimento natural (polen) que consumen a diario. Se debe tener en cuenta la rentabilidad de hacer uso de este tipo de alimentación y ver la palatabilidad de dicho alimento (Dietz, 1975).

Según Dini y Bedascarrasbure, (2011) el modo más eficaz de suministrar un sustituto de polen es con un contenido proteico (20%) porque las abejas lo aprovechan mejor y desperdician menos. Cuando se utilizan tortas, es conveniente recubrirlas con un papel encerado para evitar que se seque y mejore su aceptación. Por eso, es la forma más recomendada cuando hay grandes deficiencias de polen.

4.4.9.5.1. Torta proteica:

La torta proteica tiene el propósito de entregar los componentes nitrogenados necesarios para la formación y desarrollo de las estructuras corporales en las primeras etapas de desarrollo de la abeja, ya que a medida que la abeja entra en la adultez su alimentación aumenta en proporción hacia los carbohidratos por sobre las proteínas. La torta proteica se puede administrar al inicio de temporada para estimular las glándulas hipofaríngeas de las abejas nodrizas que alimentan a la reina y con ello conseguir un potenciamiento en la postura (Rodríguez M. , 2015).

Dentro de los insumos para la preparación de torta proteica se tiene harina de soya, harina de trigo, fécula de papa, maicena, harina de haba (Argüello, 2010).

4.4.9.6. Calidad de los insumos

Los insumos a utilizarse para la preparación de los alimentos, estos deberán ser inocuos para las abejas. No se deberán utilizar alimentos saborizados, coloreados, medicamentos como antibióticos, plaguicidas o vitamínicos con antibióticos, para evitar la contaminación de la miel, debido a que se ha reportado que las abejas mezclan parte del alimento con la miel durante todo el periodo. El agua que se emplee deberá ser hervida. Si se usa miel y/o polen, deberán proceder únicamente de colonias sanas (SAGARPA, 2009).

4.4.9.7. Local para la preparación de los alimentos

El lugar donde se va preparar deberá cumplir con normas básicas de seguridad e higiene para la preparación de los alimentos, como limpieza de las superficies de contacto con el alimento, así como los utensilios, ventilación e iluminación.

Equipo y utensilios para la preparación, almacenamiento, traslado y suministro de alimentos para las abejas. Todos los equipos que se utilicen en la preparación de los insumos, serán inocuos y de fácil limpieza, las mesas deberán tener cubierta de acero inoxidable, plástico, aluminio o cualquier otra de fácil limpieza. Los utensilios a manejar como tinajas, cubetas rodillos, tambores y otros recipientes, pueden ser de vidrio, polietileno, peltre y acero inoxidable. Los equipos como utensilios deberán ser de materiales de aseo sencillo, sin presencia de óxidos u otros contaminantes, químicos o biológicos (Argüello, 2010).

4.4.9.8. Procedimientos de elaboración del alimento para abejas

4.4.9.8.1. Alimento líquido:

Previo a la preparación del alimento, el apicultor deberá constatar la calidad de los ingredientes. El agua, debe ser potable y hervida, azúcar blanca o morena, proporción 1:2 respectivamente.

4.4.9.8.2. Alimento sólido:

En el proceso de preparación del alimento sólido, deben tomarse en cuenta medidas de bioseguridad y utilizar una fórmula que especifique las cantidades exactas de los insumos a mezclar, al obtener todos los ingredientes se procederá a combinar con jarabe de azúcar en una proporción de 50:50 respectivamente hasta obtener una masa moldeable, ya que una mala formulación evitaría que sea consumida el alimento.

4.4.9.9. Cantidad y frecuencia de la alimentación de las colmenas

En la nutrición de abejas no existen cantidades bien definidas que se le deben dar a las colonias de abejas, ya que está en función de varios factores, entre ellos se tienen los siguientes:

4.4.9.9.1. La fortaleza de la colonia

Es una de los más importantes, ya que mientras mayor población tenga una colonia más alimentos necesitarán.

4.4.9.9.2. Las reservas de alimentos

Cuando hay suficiente reserva de alimento (por lo menos dos marcos con miel), pueda que no haya necesidad de alimentarlas, mientras que aquellas colmenas las que no tienen reservas les urge que se le dé, y en buena cantidad, para evitar que su población tenga un declive.

4.4.10. Población de la colmena

La población de una colmena es una característica fundamental que nos ayuda a definir que colmenas son aptas para dividir o multiplicar, se deben de descartar colmenas débiles de población ya que, al momento de la multiplicación, de la colmena madre se tomaran marcos con cría y abejas para formar una nueva. Para ello se debe de tener como mínimo una idea de la población de abejas

4.4.10.1. Categorización de colmenas

La población de abejas en una colmena se puede medir utilizando el método del pesaje de las abejas, si bien este método proporciona resultados aproximados de la población total de abejas de una colmena, no es práctico de usar para los apicultores o técnicos de campo que realizan la inspección de los colmenares. Existe una metodología sencilla para ser utilizada en la medición de la población de abejas en una colmena, denominada: categorización. La observación se realiza a partir de retirar el techo de la colmena (cuidando de no echar demasiado humo), contando el número de cuadros cubiertos por abejas (CCA) y cuadros cubiertos con cría, estableciéndose tres categorías: categoría III tiene menos de cinco cuadros, categoría II de 6 hasta 7 cuadros, categoría I más de 8 a 10 cuadros. En condiciones de campo la categorización es útil para predecir la mortalidad de colonias, el potencial de desarrollo durante la primavera y del análisis de datos surgido de las inspecciones que se utiliza para evaluar la calidad del manejo que ha recibido el apiario (Dini y Bedascarrasbure, 2011).

4.4.10.2. Regla de Farrar

Clarence L. Farrar, fue un famoso entomólogo y apicultor realizó varias investigaciones sobre el comportamiento de las abejas, al estudiar su dinámica poblacional y curvas de crecimiento a lo largo de la campaña apícola. Esta regla

dice que la producción de miel es igual al cuadrado del peso de la población de abejas. Es decir, se puede llegar a determinar de una manera aproximada la cantidad de miel que se llegara a cosechar, y también comprender que el crecimiento de la población respecto a la productividad en miel no es lineal, sino exponencial. Esta regla dice que una abeja pesa 0.1 g de modo que se puede suponer que una colmena que tiene una población de 2kg de abejas, su rendimiento en miel será de 4kg (2kg de abeja al cuadrado). Lo que significa que a medida aumente la población de una colmena, en esta aumentara el número de pecoreadoras fomentando a la vez el rendimiento individual de cada abeja. Esto conduce a una mayor productividad de miel ya que son las pecoreadoras las encargadas de recolectar néctar (Ivars, 2019).

Cuadro 5: Regla de Farrar (Relación exponencial)

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

Fuente: Ivars (2019)

Una colonia fuerte tiene una proporción de abejas pecoreadoras mayor que una débil. Se puede decir que cada cuadro cubierto de abejas tiene aproximadamente 3.000 abejas. Por lo cual, una colmena de 30.000 abejas de población cubrirá 10 cuadros, mientras que una de 60.000 abejas cubrirá 20 cuadros. A partir de estos datos, queda en evidencia que dos colmenas pequeñas, con una población de 15.000 abejas cada una, producen menos que una colmena mediana de 30.000 abejas (2 vs. 2,72); lo mismo sucede con una

colmena de 60.000 abejas que produce más que la suma de dos colonias de 30.000 (6,6 vs. 5,44). Esto se debe a la distribución proporcional de la población dentro de la misma. La relación cantidad de abejas adultas respecto a cantidad de cría disminuye con el aumento del tamaño de la población de la colonia, una colmena fuerte puede tener una relación de una abeja adulta por larva, mientras que una colmena pequeña tiene una relación de 2 larvas por abeja adulta. Esto significa no caer en el error de dividir por dividir, sacrificando buenas colmenas por aumentar el número de colonias sin preocuparse de las consecuencias que tanto en la colonia madre como para la división se van a producir. Por lo tanto, con medidas de manejo correcto logramos un mejor aprovechamiento de los recursos florales (Dini y Bedascarrasbure, 2011).

4.4.10.3. Declive de los polinizadores

En varios países y para todo el mundo la polinización es esencial para la producción mundial de alimentos, ya que los polinizadores pueden abarcar a más del 70 por ciento de los principales cultivos alimentarios del planeta. Habiendo otros insectos que son importantes en la polinización (como las mariposas), sin embargo, estas poblaciones se han reducido significativamente. En la actualidad muchas familias que dependen de la producción de miel se han visto afectados.

Las principales causas que se han identificado son:

- Reducido suministro de alimento en las colmenas, introducción de sustancias tóxicas o productos alimenticios en el hábitat de los polinizadores; exposición a los depredadores, enfermedades infecciosas y parasitarias, cambios climáticos adversos y muchos de ellos se han visto afectados por el manejo humano y algunos factores son:

- ✓ Monocultivo (reducida biodiversidad)

- ✓ Manejo de agricultura intensiva (hormonas de crecimiento, agroquímicos, plaguicidas)
- ✓ Cambio del uso de la tierra, desmontes y eliminación de la vegetación Contaminación ambiental (productos agroquímicos y sustancias tóxicas **(FAO, 2016)**).

4.4.11. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción o costos de operación son los gastos necesarios para mantener un proyecto, durante el proceso productivo se debe tener en cuenta el análisis microeconómico como uno de los elementos determinantes de la sustentabilidad de la empresa. En la explotación apícola que intenta alcanzar una situación de equilibrio de la empresa, es decir, que intenta maximizar su beneficio a corto plazo, debe tener en cuenta a un tiempo las características tecnológicas de sus instalaciones y las posibilidades de utilización de las mismas que le brindan las técnicas productivas existentes. Además, de considerar el costo del proceso productivo (Jiménes, 2010).

4.4.11.1. Inversión

Una de las decisiones más difíciles y significativas que se debe enfrentar es la disposición de invertir. Las inversiones están basadas en los beneficios y en la sustentabilidad de la alternativa técnica elegida y en el capital disponible o prestado. Para ello hay factores que influyen tal decisión: mercado, inversión y costos. Estos son las bases para estimar los resultados (Hoyos, 2017).

4.4.11.2. Ingresos

Hace referencia a las cantidades que recibe una empresa por la venta de sus productos o servicios (ingresos empresariales) y también puede referirse al conjunto de rentas recibidas por los ciudadanos (Jiménes, 2010).

4.4.11.3. Costos

Los costos representan una porción del precio de adquisición de artículos, propiedades o servicios, los cuales deben diferenciarse de los gastos y pérdidas. Los gastos son costos que se han aplicado contra el ingreso de un periodo determinado; por ejemplo, los sueldos administrativos, son gastos que se aplican al periodo durante el cual se producen. Las pérdidas son reducciones en la participación de la empresa por las que no se ha percibido ningún valor compensatorio, sin incluir los retiros de capital; por ejemplo, un incendio (Jiménes, 2010).

4.4.11.4. Gastos

En el uso común, un "gasto" es un egreso o salida de dinero que una persona o empresa debe pagar para un artículo o por un servicio. Un gasto es un "costo" que es "pagado" o "remitido" normalmente a cambio de algo de valor. Lo que pareciera costar mucho se considera "caro", mientras que lo que pareciera costar poco es "barato" (Hoyos, 2017).

4.4.11.5. Flujo de caja y costo de producción

El flujo de caja es la clave en los estudios de los costos y la rentabilidad. El análisis de los flujos de cajas es útil para el entendimiento de los movimientos del dinero y el momento en que se realizan, no sólo para la compañía completa sino también para las líneas parciales de producción (Robles, 2012).

4.4.11.6. Estructura de costos de producción

Para realizar un análisis profundo se debe de revisar la estructura con el que inicia un negocio.

4.4.11.6.1. Materia prima

Son los principales componentes usados en la producción que son transformados en artículos terminados con la adición de mano de obra y gastos indirectos de fabricación. Este rubro está integrado por las materias primas principales y subsidiarias que intervienen directa o indirectamente en los procesos de transformación (Jiménes, 2010).

4.4.11.6.2. Mano de obra

Es el esfuerzo físico o mental gastado en la producción de un producto terminado. Los costos de mano de obra pueden ser divididos en mano de obra directa e indirecta (Jiménes, 2010), esta se puede clasificar en:

- Mano de obra directa:

Es aquella directamente involucrada en la producción de un producto terminado; y que puede fácilmente identificarse en el producto, representa el principal costo de mano de obra en la producción de un producto (Hoyos, 2017).

- Mano de obra indirecta

Es aquella empleada en la producción de un producto que no es considerado mano de obra directa. El trabajo del supervisor de planta es un ejemplo de mano de obra indirecta (Hoyos, 2017).

4.4.11.6.3. Supervisión

Comprende los salarios del personal responsable de la supervisión directa de las distintas operaciones (FAO, 2018).

4.4.11.6.4. Servicios

Los servicios que más se utiliza en la explotación apícola es el agua, cuyo costo del agua depende de varios factores, una empresa puede tener que: comprar el

agua o extraerla (de pozos, de río o lago) y ser tratada. Con frecuencia, las empresas usan un sistema combinado. Asimismo, el agua puede ser abundante, por lo tanto, de bajo costo o ser escasa y en consecuencia relativamente cara (FAO, 2018).

4.4.11.6.5. Mantenimiento

Este rubro incluye los costos de materiales y mano de obra (directa y supervisión) empleados en rutinas o reparaciones incidentales y, en algunos casos, la revisión de equipos y edificios (FAO, 2018).

4.4.11.7. Clasificación de los costos de producción

Los costos de producción pueden dividirse en dos grandes categorías: costos directos o variables, que son proporcionales a la producción, como materia prima, y los costos indirectos, también llamados fijos que son independientes de la producción (Hoyos, 2017).

4.4.11.7.1. Costos variables (directos)

Como su nombre lo indica, el costo variable hace referencia a los costos de producción que varían dependiendo del nivel de producción. Todo aquel costo que aumenta o disminuye según aumente o disminuya la producción, se conoce como costo variable (FAO, 2018).

4.4.11.7.1.1 Costo variable unitario

Es la relación de los costos variables totales de la empresa agropecuaria con el número de unidades producidas del bien o servicio (Hoyos, 2017).

4.4.11.7.1.2 Costo variable total

Son los costos totales variables de la empresa agropecuaria que se originan al producir un bien. Se incrementan según el nivel de producción (Hoyos, 2017).

4.4.11.7.2. Costos Fijos

Son aquellos cuyo monto total no se modifica de acuerdo con la actividad de producción. En otras palabras, se puede decir que los Costos Fijos varían con el tiempo más que con la actividad; es decir, se presentarán durante un periodo de tiempo aun cuando no haya alguna actividad de producción (Jiménes, 2010).

a. Costos directos

Son aquellos costos que están directamente asociados al proceso productivo. Bajo este concepto se toma en cuenta sólo el valor de las materias primas y la mano de obra directa (Jiménes, 2010).

b. Costos indirectos

Son los que sirven de soporte al proceso productivo, costo cargado en conjunto a toda la producción y que solo se asigna a cada unidad mediante un prorrateo aproximado (Jiménes, 2010).

c. Costo fijo total

Son los costos totales que tiene la empresa agropecuaria en gastos administrativos, de ventas y de financiación. No dependen del nivel de producción de la empresa agropecuaria (Hoyos, 2017).

d. Costo fijo unitario

Es la relación de los costos fijos totales de la empresa agropecuaria con el número de unidades producidas del bien o servicio (Hoyos, 2017).

4.4.11.7.3. Costo total

Es la sumatoria de los costos variables totales más los costos fijos totales.

4.4.11.8. Rentabilidad o Rendimiento

La palabra "rentabilidad" es un término general que mide la ganancia que puede obtenerse en una situación particular. Es el denominador común de todas las actividades productivas. Se hace necesario introducir algunos parámetros a fin de definir la rentabilidad. En general, el producto de las entradas de dinero por ventas totales (V) menos los costos totales de producción sin depreciación (C) dan como resultado el beneficio bruto (BB) de la compañía. Para medir el rendimiento del proyecto se utilizarán dos herramientas (Hoyos, 2017).

4.4.11.9. Punto de Equilibrio

Se deben identificar los diferentes costos y gastos que intervienen en el proceso productivo. Para operar adecuadamente el punto de equilibrio es necesario comenzar por conocer que el costo se relaciona con el volumen de producción y que el gasto guarda una estrecha relación con las ventas. Tanto costos como gastos pueden ser fijos o variables (Hoyos, 2017).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El área de estudio el Apiario del Centro Agronómico K'ayra de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Distrito de San Jerónimo, provincia de Cusco, departamento del Cusco.

5.1.1. Ubicación política

- País : Perú.
- Región : Cusco
- Departamento : Cusco
- Provincia : Cusco
- Distrito : San Jerónimo

5.1.2. Ubicación geográfica

- Longitud: -71,874424 Oeste
- Latitud: -13,558291 Sur
- Altitud: 3 230 msnm.

5.1.3. Condiciones climáticas

El clima es templado frío, De acuerdo a las características climatológicas proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Estación Meteorológica de la Granja K'ayra, con una temperatura máxima media anual promedio de 20.65°C, con una temperatura media anual de 11 °C, humedad relativa promedio anual de 64%, con una precipitación anual de 695.5 mm.

5.1.4. Duración de la investigación

Todas las etapas y proceso de la investigación se realizaron el mes noviembre del 2017 hasta el mes de mayo del 2018 con una duración de 167 días.

5.2. MATERIALES

5.2.1. Materiales de Campo

- Colmenas tipo Langstroth
- Bases de colmenas
- Alzas
- Overol
- Velo (mascara de protección)
- Guantes de cuero
- Alimentadores tipo Doolittle
- Ahumador
- Palanca
- Cepillo de limpieza
- Cuchillo
- Estufa
- Fundas plásticas
- Marcos de sustitución
- Material apícola de sustitución
- Caja de almacenamiento de la miel cosechada
- Registros de datos
- Cámara fotográfica
- Bastidor biométrico dm^2 y $\frac{1}{4}dm^2$

5.2.2. Materiales de Laboratorio

- Mandil
- Azúcar granulada
- Harina de soya
- Harina de haba
- Harina trigo
- Fécula de papa
- Maicena
- Guantes quirúrgicos
- Balanza (g)
- Gas
- Cucharas
- Frascos de vidrio
- Centrífuga
- Bandejas plásticas

5.2.3. Materiales de Oficina

- Cuaderno de apuntes
- Bolígrafos
- Calculadora
- Computadora
- Impresora
- Flash memory
- Marcadores permanentes

5.3. Metodología de la investigación

5.3.1. Tipo y nivel de investigación

El presente trabajo de investigación está enmarcado dentro del tipo de trabajo de investigación descriptiva porque describe, experimenta, analiza, explica y prospecta. Para obtener con todos los procesos realizados con tortas proteicas una buena población de abejas.

5.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación se plantea como un diseño experimental en el cual la variable independiente es la alimentación artificial (torta proteica) y la variable dependiente son las 16 colmenas con abejas (*Apis melífera*), como la variable interviniente es las condiciones ambientales y procedimiento de investigación.

5.3.3. Población

El número de colmenas que existen en el Apiario del Centro Agronómico K'ayra de la Escuela Profesional de Zootecnia son un total de 16 colmenas de tipo Langstroth, y cada colmena comprende de una reina en postura y obreras (*Apis mellifera*).

5.3.4. Etapas de la investigación

5.3.4.1. Etapa pre-experimental:

En esta etapa se realizó la preparación de todos los requisitos necesarios para poder iniciar con la alimentación de las colmenas, como conocer la situación actual de la colmena, reemplazo de reinas, homogenización en núcleos, preparación de torta proteica y distribución al azar de los tratamientos.

5.3.4.1.1. Descripción del apiario

Para dar inicio a la parte experimental del trabajo se realizó una revisión para tener conocimiento de la situación actual de las colmenas en las cuales se encontró lo siguiente.

- Colmenas sin reservas de miel y polen
- Cámara de cría con poca postura
- Reinas viejas
- Algunas colmenas estuvieron contaban con bastante cría, las cuales sirvieron para la homogenización.

5.3.4.1.2. Instalación de Colmenas

- Se utilizaron 16 colmenas tipo Langstroth propias del apiario, las cuales se mantuvieron en sus mismos lugares, la piquera dispuesta en dirección al sol, esto con la finalidad de que las abejas se pongan en actividad estimuladas por la presencia de los primeros rayos solares; la distancia entre colmena y colmena fue de 2,5 m.
- Compra de reinas jóvenes en postura con edad de 2 meses.
- Reemplazo de reinas viejas que son propios del apiario de la universidad por reinas jóvenes para una postura homogénea. Las cuales para su liberación se esperó 3 días en la jaula transportadora. Posterior a estos días se liberó la reina a las cuales a partir del 4 día se observó la postura de la reina joven.

5.3.4.1.3. Homogenización de las colmenas

- La homogenización se realizó completando cada colmena con tres marcos con cría abierta y cerrada, utilizando el bastidor biometrico.

5.3.4.1.4. Compra de materiales

Fueron obtenidos del mercado Wanchaq y Real plaza, se llevaron al laboratorio de análisis de alimentos de la Facultad de Química de la UNSAAC (Anexo 18), para obtener el porcentaje de proteína cruda.

Cuadro 6: Valor nutricional de los alimentos

Lugar de compra	Alimento	% de proteína
Mercado Wanchaq	Harina de haba	23
	Harina de trigo	9
Real plaza	Harina de soya	42
	Fécula de papa	0
	Maicena	0

Fuente: Laboratorio de química (UNSAAC)

5.3.4.1.5. Conformación de tratamientos

Las 16 colmenas utilizadas en la investigación fueron distribuidas en 4 tratamientos, con 4 colmenas cada uno y cada colmena con tres marcos de cría y con 600 g de abejas, en los T1, T2 y T3 se suministró torta proteica y jarabe de azúcar cada 8 días hasta obtener una cámara de cría llena.

- Tratamiento Testigo o Tratamiento 0 (T0): No se dispuso ningún tipo de suplementación alimenticia, se revisaron cada 8 días.
- Tratamiento uno (T1): Se suministro la torta proteica con 18 % de proteína.
- Tratamiento dos (T2): A la cual se le suministro la torta proteica con 20 % de proteína.
- Tratamiento tres (T3): Se suministro la torta proteica con 20 % de proteína.

5.3.4.1.6. Preparación de la torta proteica

- Formulación de tortas proteicas

Para poder formular las tortas proteicas se utilizó el cuadrado de Pearson modificado por ser solamente 5 ingredientes y se realizó de la siguiente manera:

Cuadro 7: Cantidad de insumos para masa seca de 1 kilogramo

Ingredientes	unidad	Cantidades para 1000 (g) de alimento		
		T1 18 % PC	T2 20 % PC	T3 22 % PC
H soya	g	254	288	322
H haba	g	254	288	322
H trigo	g	164	141	119
Fécula de papa	g	164	141	119
Maicena	g	164	141	119
Total		1000	1000	1000

5.3.4.1.7. Mezcla de insumos

Una vez obtenida las raciones se procede a la mezcla de los ingredientes y según corresponda y según la cantidad que requiera la colmena.

Para obtener la **masa preparada** se fue incorporando el jarabe de azúcar a la masa seca en las proporciones 1 Kg de JARABE por 1 Kg de MASA SECA (Rodríguez M. , 2015).



Fotografía 5: Preparación de alimento proteico

5.3.4.2. Etapa experimental:

En esta etapa se empezó a alimentar con torta proteica y jarabe de azúcar a todos los tratamientos experimentales hasta antes del inicio de floración.

5.3.4.2.1. Aplicación en la colmena

Se suministro las tortas proteicas de acuerdo a la cantidad de población que contiene la colmena. Se inicio con una ración de 50 gramos y posteriormente se fue incrementando de acuerdo al desarrollo y se realizó cada 8 días.

También se suministró jarabe de azúcar en una proporción de 2:1, azúcar y agua respectivamente, y se empezó con medio litro de jarabe por colmena.

5.3.4.3. Variables evaluadas:

El registro de datos se realizó en las visitas técnicas planificadas cada 8 días.

5.3.4.3.1. Tamaño de la colonia

En esta variable se tomaron en cuenta los siguientes indicadores:

- a) Marcos con Abundantes abejas.

Esta variable se midió al momento de revisar la colmena; una vez retirada la tapa, se contabilizó el número de marcos cubiertos por las abejas, teniendo en cuenta la superficie de este, que se encuentre entre un 80 – 100 % del panal.

Para estimar o simular el crecimiento poblacional a través del tiempo se utilizó la regla de Farrar y la ecuación diferencial simple (Ibarra, 2014).

$$P(t) = P_0 e^{kt}$$

Dónde: P: Población total
 t: Tiempo en días
 P₀: Población inicial
 k: Constante

b) Marcos con crías.

Para medir esta variable, se contabilizó el número de marcos que contenían tanto cría abierta (huevos y larvas), como cerrada (capullo y pupa); para lo cual se inició observando el marco central y luego se continuó hacia los marcos de los costados y se midió con un bastidor biométrico distribuida con 8 a 10 decímetros cuadrados, también se usó la ecuación diferencial.

c) Presencia de Reina.

La presencia de Reina se determinó observándola directamente, para lo cual se inició la revisión en el marco central y en caso de no observarla se determinó la existencia de la misma observando la presencia de huevos de 1-2 días de edad; si no se encontraban en el panal central de igual manera se avanzó hacia los extremos. La presencia de la Reina se registró como Si o No.

d) Calidad de postura

Esta variable se midió, observando los panales de cría, de acuerdo a la disposición de la postura y si es uniforme o tiene aspecto de mosaico. La postura uniforme indica que la Reina está en su vida reproductiva útil y no existe problemas sanitarios, por lo contrario, la distribución de la cría en mosaico es síntoma de longevidad de la Reina, problemas de enfermedades o que el apareamiento no se realizó con un número adecuado de zánganos (10) y se agotaron los espermatozoides de la espermateca. Al ser este parámetro cualitativo, se registró como uniforme o mosaico.

e) Reservas de polen y miel.

Para determinar la existencia de reservas de polen y miel, se observó la existencia y distribución de polen y miel en los panales de cría, de igual manera la miel existente en los panales de los extremos. Este parámetro se registró

como: regular (R), bueno (B) muy bueno (MB) o excelente (E). La calificación cualitativa de regular significa que le falta alimento y la de excelente significa que necesita alza o que esta próxima a la cosecha.

f) Producción de miel

Para determinar esta variable se tomó en cuenta el número de litros de miel obtenidos por colmena. Para realizar la cosecha se tomó en cuenta, que los marcos de miel tengan una operculación superior al 70 %, con la finalidad de garantizar que la miel cosechada haya alcanzado el grado de madurez, evitando de esta forma que la miel se fermente. Retirados los marcos de miel se procedió a desopercular y centrifugar, la miel así obtenida se filtró y se procedió a medir la producción.

5.3.4.4. Diseño Experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con 3 Tratamientos (T1, T2 y T3) y un tratamiento testigo (T0), con 4 repeticiones por tratamiento, constituyéndose cada colmena una repetición.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}: Características observadas en cualquier unidad experimental.

μ: Media del experimento.

T_i: Efecto de cualquier tratamiento.

ε_{ij}: Error experimental.

i: 1,2,... a, numero de tratamientos.

j: 1,2,... b, numero de repeticiones de cada tratamiento.

Se aplicó la el análisis de varianza en todas las variables, la cual indicará la existencia de la diferencia estadística, en caso de haber diferencia estadística se procederá al uso de comparación de Tukey, la cual estará sujeta al valor de p (p < 0.05 y p < 0.01).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Terminado el trabajo de campo de la investigación se procedió a realizar la tabulación de datos, utilizando cuadros estadísticos y representaciones gráficas las mismas que fueron analizadas e interpretadas.

6.1. EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE ABEJAS

Se tomó como referencia los parámetros siguientes: marcos con abundante abeja, marcos con cría y presencia de reina, calidad de la postura, reservas de miel y polen.

6.1.1. Marcos cubiertos por Abejas

En el cuadro 8 y gráfico 1 se muestra el crecimiento poblacional de abejas a través del tiempo haciendo uso de la ecuación diferencial y la regla de Farrar que nos indica que una cámara de cría con 10 marcos estará cubierta por 30 000 abejas. Se inició con 600 gramos de abejas con tres marcos de cría, se observa en un periodo de 48 días los tratamientos que recibieron torta proteica llegan a estar cerca de cumplir con la regla de Farrar, mas no el tratamiento testigo, que mostro un crecimiento lento.

Cuadro 8: Tendencia del crecimiento poblacional de abejas

N° de visitas días	Población de abejas			
	T0	T1	T2	T3
0	6000	6000	6000	6000
8	10344	7709	7846	7598
16	17832	9906	10260	9623
24	30741	12728	13416	12186
32	52995	16354	17544	15432
40	91361	21013	22942	19544
48	15750	27000	30000	24750
55	18130	33622	37936	30432
60	20048	39325	44860	35272

Nota: 30 000 abejas llenan 10 marcos.

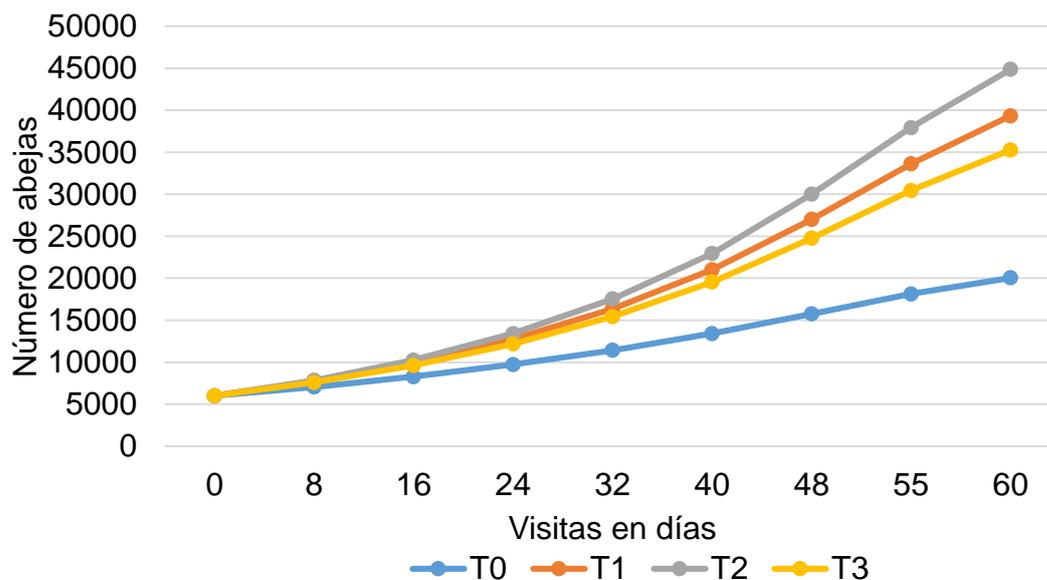


Gráfico 1: Tendencia del crecimiento poblacional de abejas

Como se aprecia en el cuadro 9 y gráfico 2, la presencia marcos cubiertos por abejas (MCA) total al final del periodo experimental en cada colmena, y fue evaluada cada 8 días (Anexos 1,2,3 y 4), ya que indica el crecimiento de población, se puede observar que el T2 alcanzó el mayor promedio con 6,07 MCA, logrando el T1 con 5,39 MCA, seguido del T3 con 5,18 MCA seguido con un menor promedio el T0, que alcanzó 3,64 MCC.

Cuadro 9: Marcos cubiertos por Abejas (MCA)

Repetición	Marcos cubiertos por abejas			
	T0	T1	T2	T3
R1	5	9	10	7
R2	6	9	10	9
R3	5	9	10	8
R4	5	9	10	9
TOTAL	21	36	40	33
Promedio	5,25	9	10	8,25

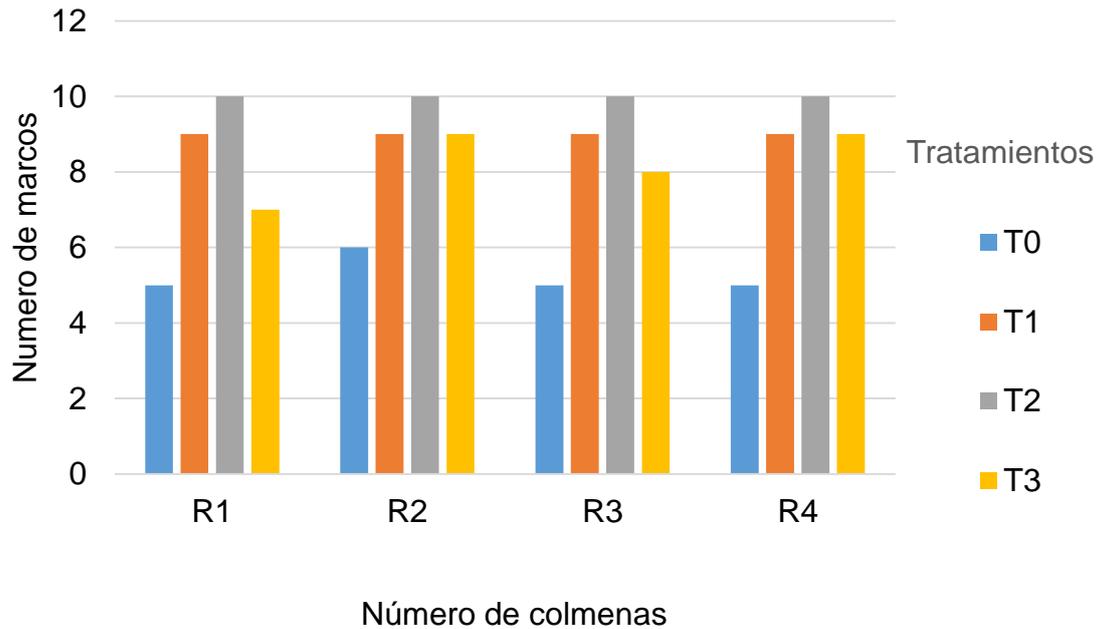


Gráfico 2: Marcos cubiertos por abeja

Con respecto al análisis de varianza realizado en esta variable muestra que los T1, T2 y T3 son altamente significativos frente al tratamiento T0, también hay diferencia altamente significativa entre el T2 y T3, siendo el valor de $p < 0.01$ (Anexo 12), mostrando mejor resultado el tratamiento T2.

La razón del porque existe mayor cantidad de abejas es porque la alimentación incita a que reina este en postura por ende a los 21 días de haber iniciado la postura es que las abejas empiezan a nacer y así esperamos otra generación de abejas haciendo un total de 40 días en la cual la colmena está repleta de abejas, lo cual no pasa con el tratamiento testigo que mostro un crecimiento lento. Y el incremento de abejas mejorara la colecta de miel y polen, lo cual es confirmado por Guaya (2016), que concuerda que la alimentación con torta porteica a base de harina de maiz, soya y avena en porciones de 400 g permite obtener mayor cantidad de abejas lo cual significa mayor cantidad de miel en la cosecha por el crecimiento de abejas lo cual no sucede solo con jarabe de azucar.

6.1.2. Marcos con Cría

En el cuadro 10 y gráfico 3 muestra el crecimiento de la postura de la reina a través de celdas con cría en el transcurso del tiempo, que fue medida con el bastidor biométrico, haciendo uso de la ecuación diferencial se llegó a observar que el crecimiento de los tratamientos que recibieron torta proteica tiene gran cantidad de celdas con cría a diferencia del T0 que mostro una postura lenta. Lo cual es conveniente en la multiplicación de colmenas.

Cuadro 10: Estimación de celdas con cría

N° de visitas días	Cantidad de celdas con cría			
	T0	T1	T2	T3
0	3000	3000	3000	3000
8	3256	3499	3567	3542
16	3533	4081	4241	4182
24	3834	4759	5042	4937
32	4161	5551	5995	5829
40	4515	6474	7128	6882
48	4900	7550	8475	8125
55	5263	8638	9861	9396
60	5539	9509	10987	10423

Nota: en 1 dm² existe 100 celdas

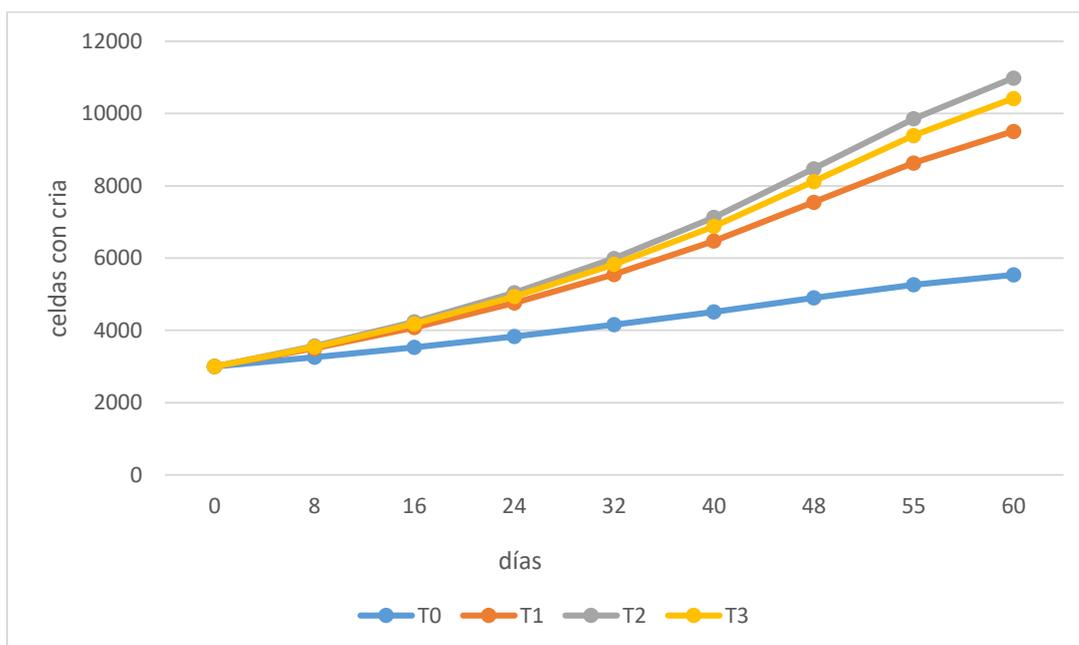


Gráfico 1: Estimación de celdas con cría

El cuadro 11 y gráfico 4 se presenta el desarrollo del número de marcos con cría (MC) que fueron medidos con el bastidor biométrico cada 8 días, durante 7 semanas (Anexos 1,2,3 y 4), en el cual el T2 obtuvo un promedio de 8 MC, que es superior al del tratamiento T1 con un promedio de 7 MC, seguido del tratamiento T3 con 7.5 MC y por último el tratamiento testigo con 4.5 MC.

Cuadro 11: Marcos con cría

Repetición	Macos con cría			
	T0	T1	T2	T3
R1	4	7	8	7
R2	5	7	8	8
R3	5	7	8	7
R4	4	7	8	8
TOTAL	18	28	32	30
Promedio	4,5	7	8	7,5

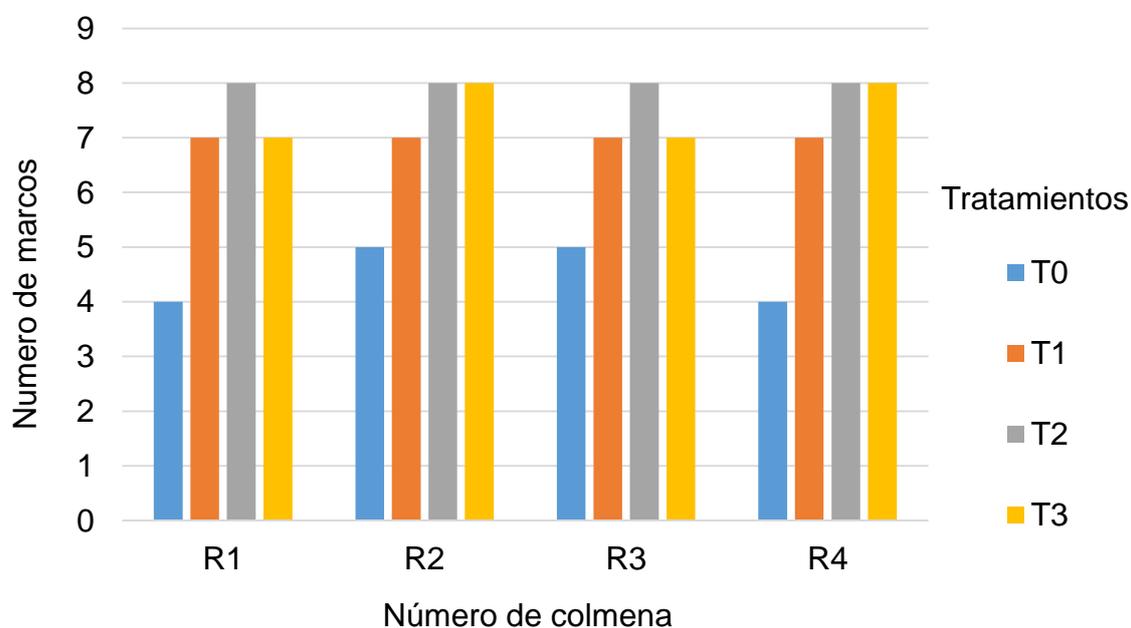


Gráfico 4: Marcos con cría

El análisis de varianza realizado en esta variable muestra que los T1, T2 y T3 son altamente significativos ($p < 0.01$) frente al T0 y existe diferencia significativa

entre el T1 y T2 siendo el valor de $p < 0.05$ (Anexo 13), mostrando mejor resultado él T2.

El motivo del porque la mayor o menor cantidad de cría operculada o abierta es por la presencia de entrada de alimento en la colmena, por ende la reina es estimulada a iniciar la postura, y si la entrada de néctar es continua, la reina continuara con la postura durante toda la campaña y en caso que la alimentación se realice de manera irregular, también la postura será en mosaico, pero para la viabilidad de la cría se necesita polen y en este caso el suplemento de polen llega a satisfacer esta deficiencia de polen, pero Yucra (2002), menciona que obtuvo mayor postura al solo alimentar con leche descremada y multivitaminicos acompañado de jarabe de azucar, lo cual no sucede en nuestro caso, que al alimentar con torta proteica recién se obtuvo estímulo en la postura de reina, esto porque no existia reservas de polen, es por ello la importancia de alimentar.

6.1.3. Presencia de las Reinas (PR)

Como se puede observar en el cuadró 12, en los T0, T1, T2 Y T3, no hubo mortalidad de Reinas, esto se debe a que no existieron accidentes durante el manejo de las colmenas, la Reinas fueron jóvenes, no existió presencia de enfermedades; y no se produjeron enjambrazones gracias al manejo técnico que se empleó (Anexos 1,2,3 y 4).

Cuadro 12: Presencia de Reina.

Número de visitas	PRESENCIA DE REINA			
	T0	T1	T2	T3
1	Si	Si	Si	Si
2	Si	Si	Si	Si
3	Si	Si	Si	Si
4	Si	Si	Si	Si
5	Si	Si	Si	Si
6	Si	Si	Si	Si
7	Si	Si	Si	Si
8	Si	Si	Si	Si
9	Si	Si	Si	Si
10	Si	Si	Si	Si
11	Si	Si	Si	Si
12	Si	Si	Si	Si

6.1.4. Calidad de la Postura

La postura de las reinas en todas las colmenas de los dos tratamientos resultó ser uniforme, debido a que las reinas fueron jóvenes y no presentaron problemas de enfermedades y la postura fue uniforme, mas no forma de mosaico, siendo un indicador de la calidad de postura (Anexos 1,2,3 y 4).

6.1.5. Reservas de Miel y Polen

Se pudo observar que el incremento de las reservas tanto de miel como de polen fue progresivo, esto es: de mal, regular, bueno, muy buena y excelente, siendo el indicador de observación el arco de miel y polen, como respuesta a la presencia de floración; se observó también que en las tres últimas visitas técnicas con alimentación que se realizaron las reservas de miel y polen ascendieron a condición buena y en las colmenas del T0 a regular con una tendencia a subir, puesto que el periodo de floración iniciaba (Anexos 1,2,3 y 4).

6.2. CONSUMO DE ALIMENTO

En el cuadro 13 y gráfico 5 se obtuvo que el consumo de torta proteica en los T1, T2 y T3 con relación al número de visitas (Anexos 1,2 y 3), que se realizó cada 8 días, en la cual se observa el T2 con mayor consumo de torta proteica con 484,5 g de alimento seguido de T1 con 430,5 g y por último el T3 con 411,5 g.

Cuadro 13: Consumo de alimento proteico (gramos)

Repetición	Consumo de torta proteica (g)		
	T1 - 18 %	T2 - 20%	T3 - 22%
R1	433	491	424
R2	403	510	405
R3	433	464	388
R4	453	473	429
Total	1722	1938	1646
Promedio	430,5	484,5	411,5

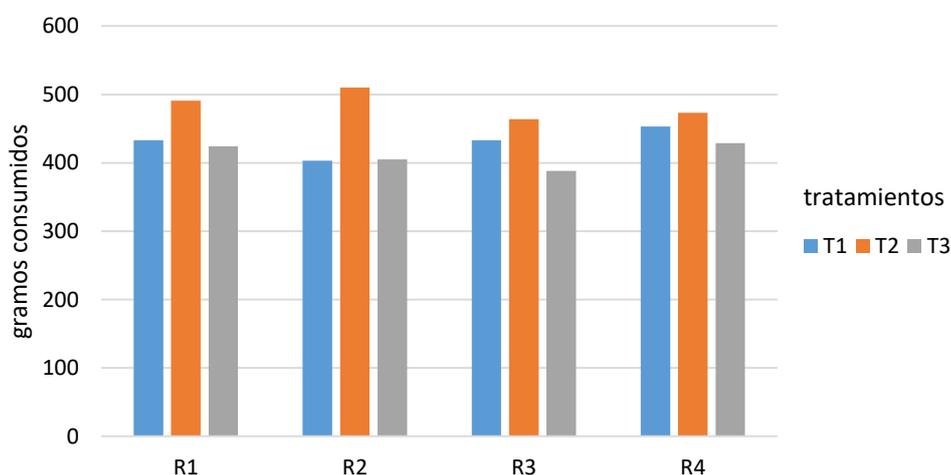


Gráfico 5: Consumo de torta proteica

Con respecto al análisis de varianza realizado en esta variable (Anexo 14) muestra que hay diferencia significativa siendo T2 superior al T1 y altamente

significativa siendo T2 superior al T3, mas no se mostró diferencia estadista entre el T1 y T3, con el valor de $p < 0.05$ y $p < 0.001$.

Estos resultados obtenidos en cada visita, se observó que el crecimiento poblacional influyo en el consumo rápido de la torta proteica, como también al incrementar o disminuir el porcentaje de proteína en la formulación afecta el consumo del alimento, ya que la recomendación para formular una dieta es de 20 %, fuera de ello muestra un endurecimiento del alimento proteico por lo tanto el consumo es bajo o nulo. Por otro lado, el consumo es afectado por la presencia o no del polen, puesto que si hay reservas de polen en la colmena el consumo de torta proteica será bajo, por tal motivo el uso de alimento artificial en el tiempo correcto brindara excelentes beneficios lo cual es afirmado por Burgos (2012), indica que una dieta de soya es efectiva para mantener estable la población de las colonias y puede ser usada durante períodos de escasez de polen. El suplemento a base de harina de haba obtuvo los resultados de producción de polen más variables, por lo que los mismos no son viables para fijar una conclusión sobre la efectividad de dicha dieta. Pero López (2014) en su investigación menciona lo contrario, que tuvo normal desarrollo en cinco semanas solo con jarabe de azúcar y jugo de caña, pero no menciona la existencia de polen natural.

6.3. Producción de Miel en Litros (PM)

En el cuadro 14 y gráfico 6 se observa que el T2 obtuvo 37 litros de miel siendo la mayor cantidad de miel cosechada seguida de T3 y T1 con 34.5 y 31.7 litros de miel, esto debido a que no se usó rejilla excluidora de reinas, pero cabe aclarar que el tratamiento testigo obtuvo menor cantidad de miel.

Cuadro 14: Producción de miel en litros.

Tratamiento	Colmena	Producción individual	Producción total
T0	1	5	17,1
	2	3.6	
	3	4	
	4	4.5	
T1	1	8	31,7
	2	9	
	3	7.2	
	4	7.5	
T2	1	9.5	37
	2	10	
	3	8.5	
	4	9	
T3	1	8.5	34.5
	2	9.5	
	3	8.5	
	4	8	
TOTAL	16	120.3	120.3

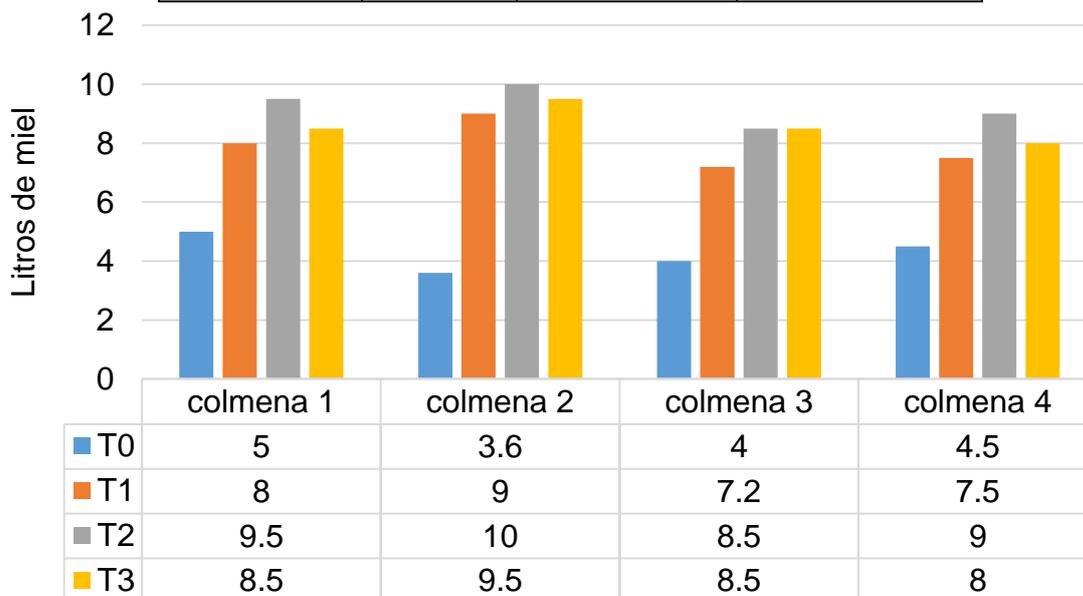


Gráfico 2: Producción de miel en litros

A diferencia de las demás variables, los tratamientos experimentales (T1, T2 y T3) muestran diferencias altamente significativas frente al tratamiento testigo T0, teniendo como valor de $p < 0.01$ (Anexo 15). Mas no existe diferencia estadística entre tratamiento experimentales (T1, T2 y T3).

Estos resultados obtenidos son debido a que la alimentación artificial se realizó 40 días antes de que inicie la floración, por ende cuando inicio a entrada natural de flujo de néctar las colmenas ya estaban repletas de abejas y bien fortalecidas lo cual hizo que las abejas solo colectaran en la cámara de producción, lo cual no sucede con el tratamiento testigo, más al contrario estos recién se fortalecieron, por consiguiente la producción es la mitad de lo que se consiguió con la alimentación artificial, así lo afirma Yucra (2002), que la alimentación artificial se consigue mayor producción de miel. Lo mismo menciona Ganán (2015), para la aceptación celdas reales y mayor producción de jalea real, la importancia de alimentar con torta proteica es indispensable.

En nuestra investigación aplicamos un suplemento de polen a base de harina de soya, harina de haba, harina de trigo, fécula de papa y maicena y son ingredientes que ya han sido utilizados en otras investigaciones, lo cual brinda grandes beneficios y son diferentes las investigaciones que mencionamos, cada uno obtiene diferentes resultados lo cual indica que no existe una fórmula exacta que sirva para utilizar en la alimentación de abejas.

Al utilizar tortas proteicas con tres niveles de proteína, se pudo observar un buen resultado con 20 % PC seguido de 18 % PC y 22 % PC, lográndose un desarrollo poblacional en 40 días, lo cual no sucede con el tratamiento testigo y tener mayor cantidad de cría y población de abejas siempre va generar mayor producción, ya sea de polen miel, núcleos, jalea real y crianza de reinas.

Por tal motivo, el uso de distintos ingredientes da referencia que la alimentación en el desarrollo de la colmena es de vital importancia ya sea para estímulo o mantenimiento.

6.4. DETERMINACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

6.4.1. Datos generales

Cuadro 15: Datos generales para la alimentación de abejas

Tipo de producción	Unidad de medida	Alimentación de abejas
Número de colmenas	Cámara	16
Tiempo de alimentación	Días	40 días
Precio de venta de miel	Soles	25
Cantidad producida	Kilos	120,3 kilos

El precio de venta varía de acuerdo a la cantidad de miel obtenida y a la competencia, si la producción es alta los costos pueden bajar, pero si la producción es baja el precio incrementa.

6.4.2. Inversión inicial

Cuadro 16: Datos de la inversión inicial

Detalle de inversión	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Alquiler de colmenas	colmenas	16	20,00	320,00
Tamizador	unidad	1	3,00	3,00
Lavador	unidad	1	5,00	5,00
Balanza en gramos	unidad	1	25,00	25,00
Jarra de litro	unidad	1	3,00	3,00
Mascara de protección	unidad	1	70,00	70,00
Guantes de protección	unidad	1	10,00	10,00
Hervidora	unidad	1	35,00	35,00
Palanca J	unidad	1	20,00	20,00
Ahumador	unidad	1	35,00	35,00
Alimentadores Doolittle	unidad	16	25,00	400,00
Costo total				926,00

6.4.3. Depreciación

Cuadro 17: Datos de depreciación de materiales

Inversión inicial	Depreciación		
	Vida útil años	Depreciación años	Depreciación mensual
Alquiler de colmenas	5	64,00	5,33
Tamizador	1	3,00	0,25
Lavador	1	5,00	0,42
Balanza en gramos	1	2,00	0,17
Jarra de litro	1	3,00	0,25
Mascara de protección	5	14,00	1,17
Guantes de protección	5	2,00	0,17
Hervidora	3	11,67	0,97
Palanca J	5	4,00	0,33
Ahumador	2	200,00	16,67
Total		308,67	25,72

También se debe de considerar aparte de la vida útil que tienen cada equipo un 5 % de imprevistos, que serán destinados a la compra de otros equipos.

6.4.4. Costo fijo

Cuadro 18: Datos de costos fijos de la investigación

Detalle de inversión	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Compra de soya	Kg	2	6,00	12,00
Compra de haba	Kg	2	7,00	14,00
Compra de trigo	Kg	2	4,00	8,00
Compra de fécula de papa	Kg	1	8,00	8,00
Compra de maicena	Kg	1	8,00	8,00
Azúcar	Kg	50	2,50	125,00
Sub total				175,00
Imprevisto 5 %				8,75
Depreciación				0,00
Costo fijo total				183,75

6.4.5. Costos variables

Cuadro 19: Datos de costos variables de la investigación

Detalle de inversión	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Bolsas plásticas	Paquete	2	1,50	3,00
Detergente	Kg	1	2,50	2,50
Servicios básicos				
Agua	Mes	3	9,00	27,00
Baldes	Unidad	5	6,00	30,00
Envases de miel	Unidad	150	0,20	30,00
Cera estampada	Kg	10	90,00	900,00
Desoperculador	unidad	2	20,00	40,00
Sub total				1032,50
Imprevisto 5 %				51,63
Depreciación				0,00
Costo variable total				1084,13

6.4.6. Costo total

- $CT = C.F.T + C.V. T.$
- $CT = 183,75 + 1084,125$
- $CT = 1267,88$

6.4.7. Costos unitarios

Cuadro 20: Costos unitarios de la investigación

Costo fijo total	183,75
Unidades producidas	120,00
Costo variable total	1084,13
Número de colmenas	16,00

- COSTO FIJO UNITARIO = Costo Fijo Total/ Unidades Producidas
- COSTO FIJO UNITARIO = S/. 183,75/120,00
- COSTO FIJO UNITARIO = S/. 1,53
- COSTO VARIABLE UNITARIO = Costo Variable Total / Unidades Prod.
- COSTO VARIABLE UNITARIO = S/. 1084,13/120,00
- COSTO VARIABLE UNITARIO = S/. 9,03

6.4.8. Costo total unitario

- C.T.U. = C.F.U. + C.V.U.
- C.T.U. = S/. 1,53 + S/. 9,03
- C.T.U. = S/. 10,57

6.4.9. Costo de venta y proyección de venta

Precio de Venta = S/. 25,00

Costo de Venta Total= S/. 10,57

Margen de Ganancia= P.V. - C.V.T.

Margen de Ganancia= S/. 25,00- S/. 10,57 =S/. 14,43

6.4.10. Punto de equilibrio

Se aplica la siguiente fórmula para determinar el punto de equilibrio en unidades producidas.

P.E.= Costo Fijo Total/ Precio de Venta - Costo Variable Unitario

P.E.= S/. 183,75 / S/. 25,00 - S/. 10,57

P.E.= 12,73 = 13

Para que nuestra investigación este en un punto de equilibrio donde no exista ni perdidas ni ganancias, se tiene que vender aproximadamente 13 kg de miel, durante nuestro periodo de producción.

Aplicamos la siguiente fórmula para determinar en soles el punto de equilibrio.

- P.E.= Punto de equilibrio en unidades x precio de venta
- P.E.= 12.73 x s/. 25.00 = s/. 318,25

6.4.11. Retribución económica

Se analizo cual tratamiento da mejor retribución económica.

Detalle	Unidad	Tratamientos			
		T0	T1	T2	T3
Ingresos					
Total de miel	Litros	17,1	31,7	37	34,5
Precio de venta	S/	25	25	25	25
Subtotal	S/	427,5	792,5	925	862,5
Egresos					
Costo total unitario	S/	10,57	10,57	10,57	10,57
Subtotal	S/	180,747	335,069	391,09	364,665
Retribución económica	S/	246,753	457,431	533,91	497,835

Por lo tanto, el tratamiento que más brinda mayor retribución económica es el T2 seguido de T3, T2 y con menor retribución es el T0.

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se efectuó este trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- La alimentación con torta proteica tiene un efecto positivo en el crecimiento poblacional de abejas a diferencia del tratamiento testigo que no recibió alimento proteico, se observa que el crecimiento poblacional de abejas es lento. Siendo el nivel con 20 % que tuvo mejor resultado.
- El consumo de alimento proteico es positivo en ausencia de polen, siendo el más recomendable usar torta con 20 % PC, por mantener la friabilidad de la torta proteica.
- La mejor retribución económica se ha logrado con el tratamiento T2 con 20 % proteína cruda, siendo la retribución de S/ 533.91 soles con 37 kilos de miel.

VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones con otros productos como fuente de alimento proteico para colmenas de *Apis mellifera* con el fin obtener alternativas en la alimentación artificial de las colmenas.
- Realizar investigaciones con suplementación de vitaminas, aminoácidos en las tortas proteicas.
- Implementar calendarios de alimentación artificial no solamente energética si no también proteica para las épocas de escasas de flor y presencia de invierno, en vista de que repercute directamente en la evolución de la población y por ende en su productividad.
- Mantener reinas jóvenes (máximo dos años) que garanticen una buena producción de huevos y calidad de postura para obtener una población adecuada al inicio de la floración.
- Realizar más trabajos de investigaciones en diferentes pisos altitudinales para tener una base de datos de acuerdo a las especies vegetales de interés apícola condicionadas a los diferentes climas.

IX. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Argüello, N. O. (2010). Nutricion apicola. Consultado el 17/11/17. Obtenido de TECA, Tecnologías y prácticas para pequeños productores agrarios: <http://teca.fao.org/sites/default/files/resources/nutricionapicola.pdf>
- Burgos, A. R. (2012). Comparación de la producción de polen con tres fuentes alternativas de proteina en la dieta de Apis mellifera. Consultado el 12/03/18. Obtenido de scielo: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/336>
- Córdova, V. E. (2017). Evaluacion de fuentes proteicas en la aliemntación de abejas 89. Consultado el 05/12/17. Obtenido de scielo: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25081/1/Tesis%2078%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20468.pdfv>
- Dietz, A. (1975). Aliemntacion de la abeja mellifera adulta. En e. h. Dandant, La Comena y la Abeja Melifera (págs. 173-204). Uruguay: Hemisferio Sur.
- Dini y Bedascarrasbure, C. B. (2011). Manual de Apicultura para Ambientes Subtropicales. Tucuman - Argentina: Instituto Nacional de Tecnologia Agroprcuaria.
- FAO. (2014). Principios y avances sobre la polinización como servicio ambiental para la agricultura sotenible en países de latinoamérica y el Caribe. Obtenid el 18/12/17. Obtenido de Food and agriculture organization of the united nations: <http://www.fao.org/3/a-i3547s.pdf>
- FAO. (2016). ¿Cómo podemos proteger a los polinizadores y promover su papel en las prácticas agrícolas y ambientales?. Consultado el 15/12/17.

Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: www.fao.org/fsnforum/es

FAO. (2018). Costos de producción. Consultado el 17/10/18. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: www.fao.org/3/v8490s/v8490s06.htm

Ganán, M. P. (2015). Utilización de tres niveles de harina de soya en la alimentación artificial de *Apis mellífera* (abeja) y su efecto en la producción de jalea real. Consultado el 05/12/17. Obtenido de scielo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5281/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION%20N.pdf>

Guaya, G. P. (2016). Efecto del suplemento energético y proteico en la población de abejas (*Apis mellifera*) en épocas de escasez de floración e incidencia en la producción de miel. Consultado el 05/12/17. Obtenido de google académico: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17210/1/Pablo%20Jos%C3%A9%20Guaya%20Galindo.pdf>

Hoyos, O. A. (2017). Contabilidad de costos I. Huancayo: Universidad Continental.

Ibarra, d. G. (2014). Ecuaciones Diferenciales. Obtenido de google académico: <https://tecigital.tec.ac.cr/revistamatematica/cursos-linea/ecuacionesDiferenciales/EDO-Geo/edo-cap2-geo/node11.html>

Ivars, J. I. (2019). La tienda del apicultor. Consultado el 08/07/19. Obtenido de Blog de apicultura: <http://www.latiendadelapicultor.com/blog/regla-de-farrar/>

- Jiménes, L. W. (2010). Contabilidad de costos. Bogota: Fundación para la educación superior.
- Keller, I., Fluri, P., & Imdorf, A. (2006). El desarrollo de la colonia y el papel del polen en su nutrición: 1a parte.
- López, H. S. (2014). Efecto de la alimentación artificial en el crecimiento poblacional de abejas (*Apis mellifera*) en la zona de Yurimaguas. Consultado el 05/12/17. Obtenido de scielo:
http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3963/Susan_Tesis_T%C3%ADtulo_2014.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MINAGRI, M. d. (2011). Ministerio de agricultura Perú. Consultado el 10/02/19. Obtenido de
<http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/informacion-especializada/2012/propuestaapicola.pdf>
- Ordetx y Spina, . (1984). La Apicultura en los Tropicos. Costa Rica: Tecnológica.
- Prost, P. J. (2001). Apicultura. Madrid: Mundi Prensa.
- Reina Kilama, S. C. (2012). El tipo de alimentación artificial según el objetivo buscado. Consultado el 05/12/17. Obtenido de corona de apicultores:
<http://coronaapicultores.blogspot.pe/search/label/alimentaci%C3%B3n>
- Robles, R. C. (2012). Costos Historicos. Mexico: Red Tercer Milenio.
- Rodríguez, J. A. (2013). Nutrición apícola. Consultado el 05/12/17. Obtenido de SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación:

<http://ica.mx/l.uabc.mx/apicultura/3.%20NUTRICION%20DE%20LAS%20ABEJAS.pdf>

Rodríguez, M. (2015). Alimentador externo e interno para colmenas. Obtenido de TECA, Tecnologías y prácticas para pequeños productores agrarios: <http://teca.fao.org/es/read/8325>

Root, A. I. (1959). ABC y XYZ de la apicultura. Ohio, United States of America: Edicial S. A.

SAGARPA, S. d. (2009). Manual de buenas practicas pecuarias en produccion de miel. Consultado el 05/12/17. Obtenido de scielo: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20de%20Buenas%20Prcticas/Attachments/1/mbpp.pdf>

Sanchez R., C. (2003). Crianza y produccion de abejas - apicultura. Lima: Ediciones Ripalme.

Snodgrass, R. E. (1975). Anatomia de la Abeja Melifera. En D. e. Hijos, La abeja melifera y la comena (págs. 115-172). Uruguay: Hemisferio Sur.

Standifer, L. N. (1989). Nutricion de la Abeja Melifera. En S. E. McGregor, La Apicultura en loa Estados Unidos (págs. 53-56). Mexico: Limusa.

Valega, O. (2015). Todo Sobre Cria de Abejas Reinas. Apicultura Sin Fronteras, pág. 2.

Vaquero, J., & Vargas, P. (s.f.). Internet Archive. Obtenido de Guia tecnica de nutricion apicola: https://archive.org/stream/6.GUIATECNICADENUTRICIONAPICOLA/6.%20GUIA%20TECNICA%20DE%20NUTRICION%20APICOLA_djvu.txt

Velasquez y Vargas, V. J. (2013). Alternativas de alimentación proteica en *Apis mellifera* y su efecto sobre la ovoposición en núcleos del apiario de enseñanza, Medicina Veterinaria, UNAN-LEÓN. Consultado el 05/12/17.

Obtenido de scielo:

<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3075/1/225911.pdf>

Yucra, S. M. (2002). evaluación del efecto de la suplementación de leche descremada y multivitamínicos en la alimentación artificial de abejas (*Apis mellifera*). Cusco.

X. ANEXOS

Anexo 1: Tratamiento con 18 % PC (T1)

Fecha	N° col	M C A	M C C	R M	R P	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
	R1	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	34	
11/06/2017	R2	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	34	
	R3	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	40	
	R4	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	45	
Total		12	12						153	
Promedio		3	3						38,25	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
	R1	4	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	46	
13/11/2017	R2	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	35	
	R3	4	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	35	
	R4	4	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	40	
Total		15	12						156	
Promedio		3,75	3						39	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
	R1	5	4	Regular	Regular	Unf	SI	50	47	
20/11/17	R2	4	4	Regular	Regular	Unf	SI	50	42	
	R3	4	4	Regular	Regular	Unf	SI	50	50	
	R4	4	4	Regular	Regular	Unf	SI	50	50	
Total		17	16						189	
Promedio		4,25	4						47,25	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
	R1	5	4	Regular	Regular	Unf	SI	100	74	
27/11/17	R2	6	5	Regular	Regular	Unf	SI	100	70	
	R3	5	5	Regular	Regular	Unf	SI	100	80	
	R4	5	4	Regular	Regular	Unf	SI	100	82	
Total		21	18						306	
Promedio		5,25	4,5						76,5	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
	R1	4	5	Regular	Regular	Unf	SI	100	85	
12/04/2017	R2	5	6	Regular	Regular	Unf	SI	100	80	
	R3	6	6	Regular	Regular	Unf	SI	100	88	
	R4	6	5	Regular	Regular	Unf	SI	100	88	
Total		21	22						341	
Promedio		5,25	5,5						85,25	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
	R1	7	6	Regular	Regular	Unf	SI	200	147	
12/11/2017	R2	8	7	Regular	Regular	Unf	SI	200	142	
	R3	7	7	Regular	Regular	Unf	SI	200	140	
	R4	7	6	Regular	Regular	Unf	SI	200	148	
Total		29	26						577	
Promedio		7,25	6,5						144,25	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
	R1	9	7	Regular	Regular	Unf	SI	-	-	Colocacion alza
18/12/2017	R2	9	7	Buena	Buena	Unf	SI	-	-	Colocacion alza
	R3	9	7	Buena	Buena	Unf	SI	-	-	Colocacion alza
	R4	9	7	Buena	Buena	Unf	SI	-	-	Colocacion alza
Total		36	28							
Promedio		9	7							

N° col: Número de colmena

M C A: Marcos cubiertas por abejas

M C C: Marcos cubiertos por cria

R m: Reservas de miel

R p: Reservas de polen

C P: Calidad de postura

PR: Presencia de reina

AL S g: Alimento suministrado en gramos

AL C (g): Alimento consumido

Anexo 2: Tratamiento con 20 % PC (T2)

Fecha	N° col	M C A	M C C	R M	R P	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
06/11/2017	R1	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	50	
	R2	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	50	
	R3	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	43	
	R4	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	43	
Total		12	12						186	
Promedio		3	3						46,5	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
13/11/2017	R1	4	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	50	
	R2	4	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	50	
	R3	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	40	
	R4	4	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	31	
Total		15	12						171	
Promedio		3,75	3						42,75	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
20/11/17	R1	5	4	Regular	Regular	Unf	SI	50	50	
	R2	5	4	Regular	Regular	Unf	SI	50	50	
	R3	4	4	Regular	Regular	Unf	SI	50	48	
	R4	5	4	Regular	Regular	Unf	SI	50	50	
Total		19	16						198	
Promedio		4,75	4						49,5	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
27/11/17	R1	6	5	Regular	Regular	Unf	SI	100	95	
	R2	6	5	Regular	Regular	Unf	SI	100	98	
	R3	5	4	Regular	Regular	Unf	SI	100	95	
	R4	6	5	Regular	Regular	Unf	SI	100	97	
Total		23	19						385	
Promedio		5,75	4,75						96,25	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
04/12/2017	R1	7	6	Regular	Regular	Unf	SI	100	100	
	R2	7	6	Regular	Regular	Unf	SI	100	100	
	R3	6	5	Regular	Regular	Unf	SI	100	95	
	R4	7	6	Regular	Regular	Unf	SI	100	100	
Total		27	23						395	
Promedio		6,75	5,75						98,75	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL K g	AL C (g)	Observaciones
11/12/2017	R1	9	7	Buena	Buena	Unf	SI	200	146	Colocacion alza
	R2	8	7	Buena	Buena	Unf	SI	200	162	Colocacion alza
	R3	8	7	Buena	Buena	Unf	SI	200	143	Colocacion alza
	R4	9	7	Buena	Buena	Unf	SI	200	152	Colocacion alza
Total		34	28						603	
Promedio		8,5	7						150,75	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
15/12/17	R1	10	8	Regular	Buena	Unf	SI	-	-	con alza
	R2	10	8	Buena	Buena	Unf	SI	-	-	con alza
	R3	10	8	Buena	Buena	Unf	SI	-	-	con alza
	R4	10	8	Buena	Buena	Unf	SI	-	-	con alza
Total		40	32							
Promedio		10	8							

Anexo 3: Tratamiento con 22 % PC (T3)

Fecha	N° col	M C A	M C C	R M	R P	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
	R1	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	40	
11/06/2017	R2	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	25	
	R3	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	35	
	R4	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	38	
Total		12	12						138	
Promedio		3	3						34,5	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
	R1	4	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	39	
13/11/2017	R2	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	30	
	R3	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	40	
	R4	4	3	Mala	Mala	Unf	SI	50	37	
Total		14	12						146	
Promedio		3,5	3						36,5	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
	R1	5	4	Regular	Regular	Unf	SI	50	45	
20/11/17	R2	4	4	Regular	Regular	Unf	SI	50	48	
	R3	4	4	Regular	Regular	Unf	SI	50	42	
	R4	4	3	Regular	Regular	Unf	SI	50	48	
Total		17	15						183	
Promedio		4,25	3,75						45,75	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
	R1	5	4	Regular	Regular	Unf	SI	100	80	
27/11/17	R2	5	5	Regular	Regular	Unf	SI	100	82	
	R3	5	5	Regular	Regular	Unf	SI	100	76	
	R4	4	4	Regular	Regular	Unf	SI	100	83	
Total		19	18						321	
Promedio		4,75	4,5						80,25	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
	R1	5	5	Regular	Regular	Unf	SI	100	90	
12/04/2017	R2	6	6	Regular	Regular	Unf	SI	100	85	
	R3	6	5	Regular	Regular	Unf	SI	100	88	
	R4	6	5	Regular	Regular	Unf	SI	100	90	
Total		23	21						353	
Promedio		5,75	5,25						88,25	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
	R1	6	6	Regular	Regular	Unf	SI	200	130	
12/11/2017	R2	7	7	Regular	Regular	Unf	SI	200	135	
	R3	7	6	Regular	Regular	Unf	SI	200	107	
	R4	7	6	Regular	Regular	Unf	SI	200	133	
Total		27	25						505	
Promedio		6,75	6,25						126,25	

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL S g	AL C (g)	Observaciones
	R1	7	7	Regular	Regular	Unf	SI	-	-	Colocacion alza
15/12/17	R2	9	8	Buena	Buena	Unf	SI	-	-	Colocacion alza
	R3	8	7	Buena	Regular	Unf	SI	-	-	Colocacion alza
	R4	9	8	Buena	Buena	Unf	SI	-	-	Colocacion alza
Total		33	30							
Promedio		8,25	7,5							

Anexo 4: Tratamiento testigo (T0)

Fecha	N° col	M C A	M C C	R M	R P	C P	PR	AL Lt	AL C	Observaciones
	R1	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	0,5		
11/06/2017	R2	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	0,5		
	R3	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	0,5		
	R4	3	3	Mala	Mala	Unf	SI	0,5		
Total		12	12							
Promedio		3	3							

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL Lt	AL C	Observaciones
	R1	2	2	Mala	Mala	Unf	SI	0,5		
13/11/2017	R2	3	2	Mala	Mala	Unf	SI	0,5		
	R3	3	2	Mala	Mala	Unf	SI	0,5		
	R4	3	2	Mala	Mala	Unf	SI	0,5		
Total		11	8							
Promedio		2,75	2							

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL Lt	AL C	Observaciones
	R1	2	2	Mala	Mala	Unf	SI	0,5		
20/11/17	R2	3	2	Mala	Mala	Unf	SI	0,5		
	R3	3	2	Mala	Mala	Unf	SI	0,5		
	R4	3	2	Mala	Mala	Unf	SI	0,5		
Total		11	8							
Promedio		2,75	2							

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL Lt	AL C	Observaciones
	R1	3	3	Regular	Regular	Unf	SI	0,5		
27/11/17	R2	4	3	Regular	Regular	Unf	SI	0,5		
	R3	3	3	Regular	Regular	Unf	SI	0,5		
	R4	3	3	Regular	Regular	Unf	SI	0,5		
Total		13	12							
Promedio		3,25	3							

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL Lt	AL C	Observaciones
	R1	4	4	Regular	Regular	Unf	SI	0,5		
12/04/2017	R2	4	4	Regular	Regular	Unf	SI	0,5		
	R3	4	3	Regular	Regular	Unf	SI	0,5		
	R4	4	3	Regular	Regular	Unf	SI	0,5		
Total		16	14							
Promedio		4	3,5							

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL Lt	AL C	Observaciones
	R1	4	4	Regular	Regular	Unf	SI	0,5		
12/11/2017	R2	5	4	Regular	Regular	Unf	SI	0,5		
	R3	5	4	Regular	Regular	Unf	SI	0,5		
	R4	4	4	Regular	Regular	Unf	SI	0,5		
Total		18	16							
Promedio		4,5	4							

Fecha	N° col	M C A	M C C	R m	R p	C P	PR	AL Lt	AL C	Observaciones
	R1	5	4	Regular	Regular	Unf	SI	0,5	-	
18/12/2017	R2	6	5	Regular	Regular	Unf	SI	0,5	-	
	R3	5	5	Regular	Regular	Unf	SI	0,5	-	
	R4	5	4	Regular	Regular	Unf	SI	0,5	-	
Total		21	18							
Promedio		5,25	4,5							

Anexo 5: Medición por decímetro cuadrado para 18 % PC (T1)

Nº Visitas	Repetición	Nº de dm2		Total Cuadrantes
		Cría abierta	Cría cerrada	
1	1	4	26	30
	2	5	25	30
	3	6	24	30
	4	5	25	30
2	1	5	26	31
	2	8	25	33
	3	8	24	32
	4	6	25	31
3	1	38	2	40
	2	38	3	41
	3	38	2	40
	4	38	2	40
4	1	42	2	44
	2	50	5	55
	3	48	6	54
	4	39	3	42
5	1	19	36	55
	2	25	38	63
	3	22	39	61
	4	19	35	54
6	1	57	7	64
	2	63	10	73
	3	65	9	74
	4	54	8	62
7	1	60	12	72
	2	63	15	78
	3	66	13	79
	4	62	11	73

Anexo 6: Medición por decímetro cuadrado para 20 % PC (T2)

Nº Visitas	Nº colmena	Nº de dm2		Total Cuadrantes
		Cría abierta	Cría cerrada	
1	1	4	26	30
	2	5	25	30
	3	6	24	30
	4	5	25	30
2	1	8	26	34
	2	7	25	32
	3	10	24	34
	4	8	25	33
3	1	44	4	48
	2	42	3	45
	3	47	6	53
	4	44	5	49
4	1	48	4	52
	2	45	3	48
	3	51	6	57
	4	49	5	54
5	1	24	36	60
	2	21	40	61
	3	23	39	62
	4	22	41	63
6	1	61	12	73
	2	65	6	71
	3	62	10	72
	4	63	10	73
7	1	66	19	85
	2	67	18	85
	3	67	16	83
	4	71	15	86

Anexo 7: Medición por decímetro cuadrado para 22 % PC (T3)

Nº Visitas	Nº colmena	Nº de dm2		Total Cuadrantes
		Cría abierta	Cría cerrada	
1	1	4	25	29
	2	5	25	30
	3	6	23	29
	4	5	23	28
2	1	5	26	31
	2	5	25	30
	3	7	24	31
	4	6	25	31
3	1	38	2	40
	2	38	3	41
	3	39	2	41
	4	38	2	40
4	1	45	2	47
	2	47	3	50
	3	47	4	51
	4	45	3	48
5	1	19	36	55
	2	28	35	63
	3	24	35	59
	4	23	35	58
6	1	59	7	66
	2	64	10	74
	3	60	9	69
	4	58	8	66
7	1	61	13	74
	2	70	19	89
	3	62	17	79
	4	67	16	83

Anexo 8: Medición por decímetro cuadrado para tratamiento testigo T0

Nº Visitas	Nº colmena	Nº de dm2		Total Cuadrantes
		Cría abierta	Cría cerrada	
1	1	4	25	29
	2	5	25	30
	3	6	23	29
	4	5	24	29
2	1	2	25	27
	2	4	25	29
	3	3	23	26
	4	2	24	26
3	1	23	2	25
	2	25	3	28
	3	24	2	26
	4	22	2	24
4	1	24	1	25
	2	26	2	28
	3	24	2	26
	4	23	1	24
5	1	14	22	36
	2	17	23	40
	3	12	22	34
	4	14	21	35
6	1	32	7	39
	2	35	8	43
	3	30	6	36
	4	31	6	37
7	1	38	9	47
	2	42	11	53
	3	43	8	51
	4	36	9	45

Anexo 9: Formulación para 18 % PC (masa seca) (Cuadrado de Pearson) (T1)

Ingrediente	% Proteína	18	Partes
H soya	42		9
H trigo	9		24

Ingrediente	% Proteína	18	Partes
H haba	23		9
H trigo	9		5

Ingrediente	% Proteína	18	Partes
H soya	42		18
fecula de papa	0		24

Ingrediente	% Proteína	18	Partes
H haba	23		18
fecula de papa	0		5

Ingrediente	% Proteína	18	Partes
H soya	42		18
maicena	0		24

Ingrediente	% Proteína	18	Partes
H haba	23		18
maicena	0		5

Ingredientes	Partes/ general	Porcentaje	Comprobacion	Para 1000 g
H soya	45	25,42	11	254
H haba	45	25,42	6	254
H trigo	29	16,38	1	164
Fecula de papa	29	16,38		164
Maicena	29	16,38		164
TOTAL	177	100	18	1000

Anexo 10: Formulación para 20% PC (masa seca) (Cuadrado de Pearson) (T2)

Ingrediente	% Proteína	20	Partes
H soya	42		11
H trigo	9		22

Ingrediente	% Proteína	20	Partes
H haba	23		11
H trigo	9		3

Ingrediente	% Proteína	20	Partes
H soya	42		20
fecula de papa	0		22

Ingrediente	% Proteína	20	Partes
H haba	23		20
fecula de papa	0		3

Ingrediente	% Proteína	20	Partes
H soya	42		20
maicena	0		22

Ingrediente	% Proteína	20	Partes
H haba	23		20
maicena	0		3

Ingredientes	Partes/ general	Porcentaje	Comprobacion	Para 1000 g
H soya	51	28,81	12	288
H haba	51	28,81	7	288
H trigo	25	14,12	1	141
Fecula de papa	25	14,12		141
Maicena	25	14,12		141
TOTAL	177	100	20	1000

Anexo 11: Formulación para 22 % PC (masa seca)(Cuadrado de Pearson) (T3)

Ingrediente	% Proteína	22	Partes
H soya	42		13
H trigo	9		20

Ingrediente	% Proteína	22	Partes
H haba	23		13
H trigo	9		1

Ingrediente	% Proteína	22	Partes
H soya	42		22
fecula de papa	0		20

Ingrediente	% Proteína	22	Partes
H haba	23		22
fecula de papa	0		1

Ingrediente	% Proteína	22	Partes
H soya	42		22
maicena	0		20

Ingrediente	% Proteína	22	Partes
H haba	23		22
maicena	0		1

Ingredientes	Partes/ general	Porcentaje	Comprobacion	Para 1000 g
H soya	57	32,20	14	322
H haba	57	32,20	7	322
H trigo	21	11,86	1	119
Fecula de papa	21	11,86		119
Maicena	21	11,86		119
TOTAL	177	100	22	1000

Anexo 12: Marcos cubiertos por abejas

Procedimiento ANVA

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F estadístico	p valor
Tratamiento	3	50.2500	16.17500	57.4286	2.1723e-07
Error	12	3.5000	0.2917		
Total	15	53.7500			

Aplicación Tukey ($p < 0.01$)

Pareja de tratamientos	Tukey HSD Q estadística	Tukey HSD p-valor	Tukey HSD Inferencia
A vs B	13.8873	0.0010053	** $p < 0.01$
A vs C	17.5906	0.0010053	** $p < 0.01$
A vs D	11.1098	0.0010053	** $p < 0.01$
B vs C	3.7033	0.0079747	insignificante
B vs D	2.7775	0.5909616	insignificante
C vs D	6.4807	0.0010053	** $p < 0.01$

Anexo 13: Marcos cubiertos con cría

Procedimiento ANVA

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F estadístico	p valor
Tratamiento	3	29.0000	9.6667	58.0000	2.0555e-07
Error	12	2.0000	0.1667		
Total	15	31.0000			

Aplicación Tukey ($p < 0.01$)

Pareja de tratamientos	Tukey HSD Q estadística	Tukey HSD p-valor	Tukey HSD Inferencia
A vs B	12.2474	0.0010053	** $p < 0.01$
A vs C	17.1464	0.0010053	** $p < 0.01$
A vs D	14.6969	0.0010053	** $p < 0.01$
B vs C	4.8990	0.0210824	* $p < 0.05$
B vs D	2.4495	0.3506751	insignificante
C vs D	2.4495	0.3506751	insignificante

Anexo 14: Consumo de alimento proteico

Procedimiento ANVA

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F estadístico	p valor
Tratamiento	2	11,474.6667	5,737.3333	14.4356	0.0016
Error	9	3,577.0000	397.4444		
Total	11	15,051.6667			

Aplicación Tukey ($p < 0.01$)

Pareja de tratamientos	Tukey HSD Q estadística	Tukey HSD p-valor	Tukey HSD Inferencia
A vs B	5.4173	0.0100750	* $p < 0.05$
A vs C	1.9061	0.4071107	insignificante
B vs C	7.3234	0.0014991	** $p < 0.01$

Anexo 15: Producción de miel

Procedimiento ANVA

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F estadístico	p valor
Tratamiento	3	59.6319	19.8773	16.3503	9.3823e-07
Error	12	5.4125	0.9344	44.0697	
Total	15	65.0444	0.4510		

Aplicación Tukey ($p < 0.01$)

Pareja de tratamientos	Tukey HSD Q estadística	Tukey HSD p-valor	Tukey HSD Inferencia
A vs B	10.8696	0.0010053	**
A vs C	14.8154	0.0010053	**
A vs D	12.9542	0.0010053	**
B vs C	3.9458	0.0680242	Insignificante
B vs D	2.0846	0.4820111	Insignificante
C vs D	1.8612	0.5661910	Insignificante

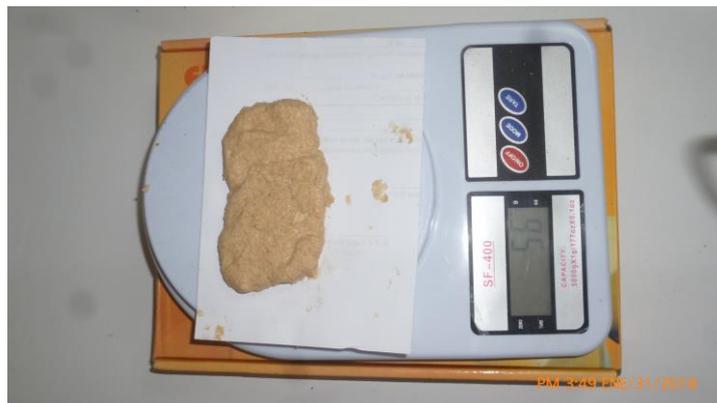
Anexo 16: Fotos del procedimiento de investigación



Fotografía 6: Pesado de ingredientes (de harina de soya, harina de haba, harina de trigo, fécula de papa y maicena)



Fotografía 7: Mezcla de ingredientes con jarabe de azúcar



Fotografía 8: Pesado de torta proteica



Fotografía 9: Suministro de jarabe de azúcar y torta proteica



Fotografía 10: Evaluación a los 4 días



Fotografía 11: Evaluación a los 8 días



Fotografía 12: Medición con bastidor biométrico (decímetro cuadrado)



Fotografía 13: Revisión de reservas de miel y polen



Fotografía 14: Final del proceso de alimentación



Fotografía 15: Colocación de alzas



Fotografía 16: Cosecha de miel



Fotografía 17: Desoperculacion de panales



Fotografía 18: centrifugado de panales

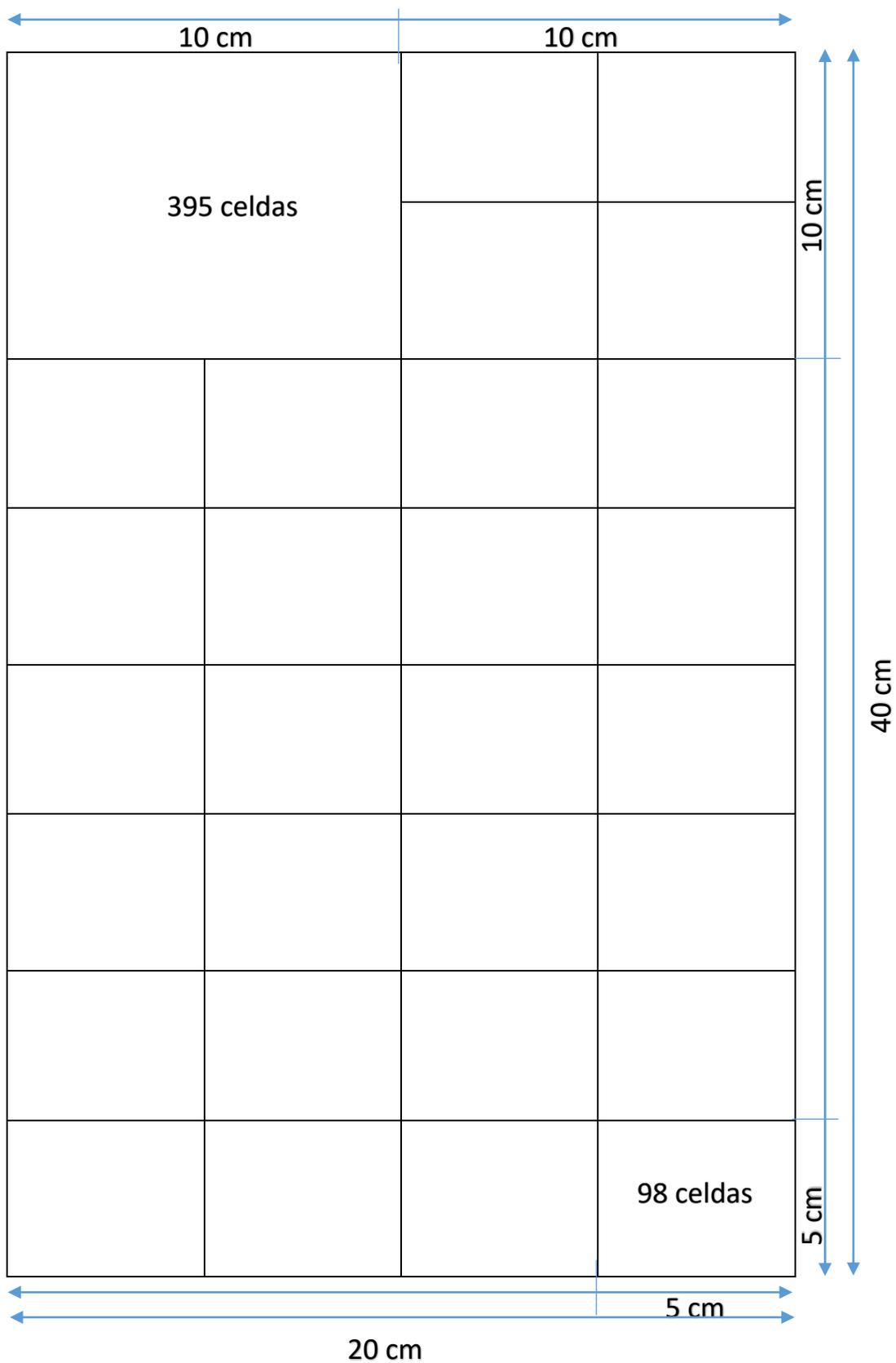


Fotografía 19: Filtración de miel



Fotografía 20: Miel envasada

Anexo 17: Plantilla de bastidor biométrico en decímetro cuadrado



Anexo 18: Análisis químico de harinas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0671-17-LAQ

SOLICITANTE: JHON PICCALAICO HANCCO
DIRECCION : Jr. PATA PATA s/n KAYRA
DISTRITO : SAN JERONIMO
PROVINCIA : CUSCO
MUESTRA : HARINA DE TRIGO, HARINA DE HABA, HARINA DE SOYA
FÉCULA DE PAPA Y MAICENA.
FECHA : C/23/10/2017

RESULTADO ANALISIS:

	Proteína %
Harina de Soya	42.00
Harina de Haba	23.10
Harina de Trigo	9.04
Fécula de Papa	0.00
Maicena	0.00

* Método; AOAC 935.39C

Cusco, 25 de Octubre 2017

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios Analíticos

Melquiades Herrera Artoñca
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANALISIS QUÍMICO