



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria



**RESPUESTA DE LAS ABEJAS (*Apis mellifera*) A LA
ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL, EN ÉPOCA DE
ESCASES FLORAL**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Mario Antonio Prudente Tomalá

La Libertad, 2021



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria



**RESPUESTA DE LAS ABEJAS (*Apis mellifera*) A LA
ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL, EN ÉPOCA DE
ESCASES FLORAL**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Mario Antonio Prudente Tomalá

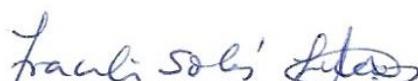
Tutor: Ing. Andrés Drouet Candell. MSc.

La Libertad, 2021

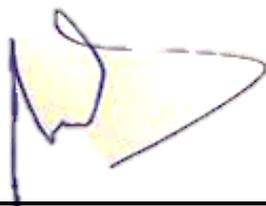
TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD.
**DIRECTOR/A DE CARRERA
AGROPECUARIA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Araceli Solís Lucas, PhD.
**PROFESOR/A ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Andrés Drouet Candell, MSc.
**PROFESOR/A TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. María de Lourdes Salinas, Mgt.
**SECRETARIA DE DECANATO
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a Dios quien siempre me ha guiado en cada paso que doy en la vida, quien me da fortaleza en mí día a día.

A mi familia, por haber inculcado valores que llevo siempre presente, por el esfuerzo y apoyo constante en mi vida estudiantil y sobre todo por el amor que me brindan siempre.

A mis maestros por impartirme conocimientos nuevos para el desarrollo de mi vida profesional.

De manera especial al Ing. Julio Villacrès Matías MSc., a la Ing. Aracely Solís Lucas MSc. y al Ing. Andrés Drouet Candell MSc. por la paciencia y enseñanzas impartidas en el lapso de tiempo de este trabajo de titulación y a lo largo de mi carrera universitaria.

A todos mis compañeros (as) y futuros colegas que siempre me brindaron su apoyo y buena voluntad para salir adelante en esta etapa de mi vida.

DEDICATORIA

A Dios porque me permitió culminar mis estudios, por darme salud y sabiduría para cumplir cada uno de mis objetivos.

A mi padre Segundo y a mi madre Aidee por ser el motor e inspiración para cumplir esta etapa, por su apoyo y entrega en mis estudios, a mis abuelos Sahara y Gilberto que siempre quisieron verme graduado y ahora lo estoy cumpliendo y que a pesar de que no están presente físicamente me mandan sus bendiciones desde el cielo.

A mis amigos (as) con quienes compartí momentos inolvidables dentro y fuera de las aulas y que constantemente me brindaron su apoyo.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta de las abejas (*Apis mellifera*) a la alimentación artificial, en épocas de escasas floral. El experimento se realizó en la comuna Manantial de Colonche - recinto Las Lomas - barrio Virgen del Carmen. En el estudio se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con 5 tratamientos y 3 repeticiones; las evaluaciones se realizaron cada 15 días, un total de 60 días; las variables estudiadas fueron: aumento del número de larvas (%), ganancia de peso (kg), consumo de alimento (g) y costo para el mantenimiento de 1 kg de colmena. Los resultados muestran que el tratamiento 2 que incluye una torta proteica a base de harina de quínoa tuvo mejor desempeño en cada una de las variables estudiadas y en el ámbito económico a lo largo del estudio, concluyendo así que la alimentación artificial en épocas de escasas floral es de vital importancia para que las colmenas se mantengan fuertes y no disminuyan los rendimientos.

Palabras claves: fuentes de reservas, nutrición, núcleo poblacional, pequeños productores.

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the response of bees (*Apis mellifera*) to artificial feeding, in times of flower scarcity. The experiment was carried out in the Manantial de Colonche-Las Lomas Campus-Virgen del Carmen neighborhood. The study used a completely randomized design (DCA), with 5 treatments and 3 repetitions; the evaluations were carried out every 15 days, a total of 60 days; The variables studied were: increase in the number of larvae (%), weight gain (kg), food consumption (g) and cost to maintain 1 kg of hive. The results show that treatment 2 that includes a protein cake based on quinoa flour had better performance in each of the variables studied and in the economic field throughout the study, thus concluding that artificial feeding in times of floral scarcity It is vitally important so that the hives remain strong and do not decrease the yields.

Keywords: reserve sources, nutrition, population nucleus, small producers.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Mario Antonio Prudente Tomalá

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1. La apicultura	4
1.1.1. Taxonomía de las abejas	4
1.2. Estructura organizacional de las abejas.....	4
1.2.1. Reina	5
1.2.2. Zánganos.....	5
1.2.3. Obreras.....	6
1.3. Ciclo Biológico de las abejas	8
1.4. Alimentación de las abejas.....	8
1.5. Elaboración de la miel en la abeja.....	9
1.6. Factores a considerar en un apiario	10
1.6.1. Ubicación del apiario	10
1.6.2. Componentes de una colmena.....	11
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	13
2.1. Localización y descripción del área de estudio	13
2.1.1. Caracterización de las especies arbóreas en el lugar de estudio	13
2.2. Materiales y equipos	14
2.2.1. Material Biológico.....	14
2.2.2. Material de campo	14
2.2.3. Equipos.....	14
2.3. Diseño experimental y tratamientos en estudio.....	15
2.4. Delineamiento experimental	15
2.5. Manejo del experimento.....	17
2.5.1. Terreno	17
2.5.2. Preparación de tortas proteicas y jarabe azucarado.	17
2.5.3. Proceso de alimentación de las colmenas	18
2.5.4. Evaluación del consumo de alimento	19
2.5.5. Cuidado sanitario de las colmenas.....	19
2.6. Variables de estudio	19

2.6.1. Postura de reina	19
2.6.2. Determinación de las poblaciones semanales, kg	20
2.6.3. Consumo de alimento, g	20
2.6.4. Análisis estadístico	20
2.6.5. Análisis económico	21
CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES	22
3.1. Caracterización del estado de desarrollo de las colmenas.....	22
3.1.1. Aumento del número de larvas (%) a los 15 días	22
3.1.2. Aumento del número de larvas (%) a los 30 días	22
3.1.3. Aumento del número de larvas (%) a los 45 días	23
3.1.4. Aumento del número de larvas (%) a los 60 días	23
3.1.5. Ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 15 días	24
3.1.6. Ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 30 días	25
3.1.7. Ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 45 días	25
3.1.8. Ganancia de peso de las colmenas (Kg) a los 60 días.....	25
3.1.9. Alimento consumido por las colmenas (g) a los 15 días	26
3.1.10. Alimento consumido por las colmenas (g) a los 30 días	27
3.1.11. Alimento consumido por las colmenas (g) a los 45 días	27
3.1.12. Alimento consumido por las colmenas (g) a los 60 días	28
3.2. Análisis Económico	29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
<i>Conclusiones</i>	30
<i>Recomendaciones</i>	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de las abejas	4
Tabla 2. Ciclo biológico según las castas de las abejas	8
Tabla 3. Nutrientes que contienen las diferentes fuentes proteicas	9
Tabla 4. Distribución de los grados de libertad	15
Tabla 5. Delineamiento del experimento	16
Tabla 6. Aumento del número de larvas a los 15 días	22
Tabla 7. Aumento del número de larvas a los 30 días	23
Tabla 8. Aumento del número de larvas a los 45 días	23
Tabla 9. Aumento del número de larvas a los 60 días	23
Tabla 10. Ganancia de peso de las colmenas a los 15 días	24
Tabla 11. Ganancia de peso de las colmenas a los 30 días	25
Tabla 12. Ganancia de peso de las colmenas a los 45 días	25
Tabla 13. Ganancia de peso de las colmenas, 60 días	26
Tabla 14. Alimento consumido por las colmenas a los 15 días	27
Tabla 15. Alimento consumido por las colmenas a los 30 días	27
Tabla 16. Alimento consumido por las colmenas a los 45 días	28
Tabla 17. Alimento consumido por las colmenas a los 60 días	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del lugar donde se realizó el estudio.....	13
Figura 2. Delineamiento experimental de la investigación	16

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A. Preparación de las tortas proteicas.....	35
Figura 2A. Torta proteica de 150 g.....	35
Figura 3A. Conteo del número de larvas	36
Figura 4A. Pesaje semanal de las colmenas.....	36
Figura 5A. Pesaje del alimento que no consumieron las abejas.....	36
Figura 6A. Colocación de rejillas para posterior ubicación de alzas.	37
Figura 7A. Marco con abundante número de larvas que indica la eficiencia del alimento..	37
Tabla 1A. Pesos de las colmenas (Kg) al inicio y final del estudio.....	39
Tabla 2A. Datos reales del número de larvas al inicio del experimento.....	39
Tabla 3A. Datos reales del aumento del número de larvas a los 15 días.....	39
Tabla 4A. Datos transformados del aumento del número de larvas a los 15 días ...	40
Tabla 5A. Análisis de la varianza del aumento del número de larvas (%) a los 15 días.....	40
Tabla 6A. Datos reales del aumento del número de larvas a los 30 días.....	41
Tabla 7A. Datos transformados del aumento del número de larvas a los 30 días ...	41
Tabla 8A. Análisis de la varianza del aumento del número de larvas (%) a los 30 días después de empezado el experimento	42
Tabla 9A. Datos reales del aumento del número de larvas a los 45 días.....	42
Tabla 10A. Datos transformados del aumento del número de larvas a los 45 días .	43
Tabla 11A. Análisis de la varianza del aumento del número de larvas (%) a los 45 días después de empezado el experimento	43
Tabla 12A. Datos reales del aumento del número de larvas a los 60 días.....	44
Tabla 13A. Datos transformados del aumento del número de larvas a los 60 días .	44
Tabla 14A. Análisis de la varianza del aumento del número de larvas (%) a los 60 días después de empezado el experimento	45
Tabla 15A. Datos reales del peso de las colmenas al inicio del experimento	45
Tabla 16A. Datos reales de la ganancia de peso de las colmenas a los 15 días.....	45
Tabla 17A. Datos transformados de la ganancia de peso de las colmenas a los 15 días.....	46
Tabla 18A. Análisis de la varianza de la ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 15 días después de empezado el experimento	46
Tabla 19A. Datos reales de la ganancia de peso de las colmenas a los 30 días.....	47
Tabla 20A. Datos transformados de la ganancia de peso de las colmenas a los 30 días.....	47
Tabla 21A. Análisis de la varianza de la ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 30 días después de empezado el experimento	48
Tabla 22A. Datos reales de la ganancia de peso de las colmenas a los 45 días.....	48

Tabla 23A. Datos transformados de la ganancia de peso de las colmenas a los 45 días	49
Tabla 24A. Análisis de la varianza de la ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 45 días después de empezado el experimento	49
Tabla 25A. Datos reales de la ganancia de peso de las colmenas a los 60 días.....	50
Tabla 26A. Datos transformados de la ganancia de peso de las colmenas a los 60 días	50
Tabla 27A. Análisis de la varianza de la ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 60 días después de empezado el experimento	51
Tabla 28A. Datos reales del consumo de alimento por las colmenas a los 15 días .	51
Tabla 29A. Datos transformados del consumo de alimento por las colmenas a los 15 días	52
Tabla 30A. Análisis de la varianza del alimento consumido por las colmenas (g) a los 15 días después de empezado el experimento.....	52
Tabla 31A. Datos reales del consumo de alimento por las colmenas a los 30 días .	53
Tabla 32A. Datos transformados del consumo de alimento por las colmenas a los 30 días	53
Tabla 33A. Análisis de la varianza del alimento consumido por las colmenas (g) a los 30 días después de empezado el experimento.....	54
Tabla 34A. Datos reales del consumo de alimento por las colmenas a los 45 días .	54
Tabla 35A. Datos transformados del consumo de alimento por las colmenas a los 45 días	55
Tabla 36A. Análisis de la varianza del alimento consumido por las colmenas (g) a los 45 días después de empezado el experimento.....	55
Tabla 37A. Datos reales del consumo de alimento por las colmenas a los 60 días .	56
Tabla 38A. Datos transformados del consumo de alimento por las colmenas a los 60 días	56
Tabla 39A. Análisis de la varianza del alimento consumido por las colmenas (g) a los 60 días después de empezado el experimento.....	57
Tabla 40A. Costo del tratamiento 1: torta proteica a base de harina de soja.....	57
Tabla 41A. Costo de mantenimiento de 1 kg de colmena del T ₁	57
Tabla 42A. Costo del tratamiento 2: torta proteica a base de harina de quínoa	58
Tabla 43A. Costo de mantenimiento de 1 kg de colmena del T ₂	58
Tabla 44A. Costo del tratamiento 3: torta proteica a base de harina de maíz.....	58
Tabla 45A. Costo de mantenimiento de 1 kg de colmena del T ₃	59
Tabla 46A. Costo del tratamiento 4: torta proteica a base de harina de plátano.....	59
Tabla 47A. Costo de mantenimiento de 1 kg de colmena del T ₄	59
Tabla 48A. Costo del tratamiento 5 (grupo testigo)	59

INTRODUCCIÓN

La apicultura es una ciencia que se dedica al estudio, crianza y al desarrollo de nuevas técnicas para poder manejar las abejas, con el fin de obtener productos finales como lo son: la miel, el polen, propóleo y cera. En la apicultura también se busca utilizar estos productos para la industria ya sea en la producción de láminas de cera, o en la producción de medicinas. Esta actividad es de vital importancia para las personas que le dedican su vida a las abejas y para el desarrollo de muchos países desarrollados y sub desarrollados, así como también es de gran importancia para la agricultura ya que las abejas son los insectos que mayor polinización realizan, por ende son consideradas como el insecto más importante en el mundo (Cobo, 2010).

Manejar bien las colmenas implica concientizar a los apicultores que la mayor floración se da por épocas en el año, obteniendo así en estas épocas la mayor producción de los productos finales de las abejas como lo son la miel y el polen principalmente. De tal manera que en época de escases de floración las colmenas tienen por obligación fabricar sus propias fuentes de reservas, con la finalidad de sobrevivir y mantenerse en armonía durante las épocas de escases de flores (Vazques *et al.*, 2012).

Los apicultores de la zona tienen problemas en mantener los niveles poblacionales de las colmenas debido a que la mayoría de las floraciones de especies vegetales dependen de las estaciones climáticas, que conlleva a que las fuentes de néctar y polen sean escasas. Esto ocasiona muchos problemas en el ámbito reproductivo y productivo de las abejas en las colmenas debido a la falta de alimento, lo que ocasiona la poca puesta de larvas y un pobre desarrollo de las crías.

En ocasiones los apicultores cometen el error de extraer la poca miel que se encuentra en las colmenas durante las épocas de sequía, lo que provoca que las abejas emigren de las colmenas. Los colmenares que logran sobrevivir sin ningún tipo de alimentación van a estar débiles a la llegada del tiempo de floración que conlleva no tener el mismo potencial productivo con respecto al que tuvo la época

anterior. Es por esta razón que necesitaran mucho más tiempo para recuperarse, y como resultado de esa espera se obtendrá menor producción de miel (Cordova, 2017).

Con la alimentación artificial se busca ayudar a las abejas de las colmenas en la parte energética y proteica para que se puedan mantener en la época de escases de flores y así prepararlas para la llegada del tiempo de floración y que el rendimiento productivo de miel sean mayores (Montero *et al.*, 2011).

En la provincia de Santa Elena existen pequeños productores que se dedican a la venta de miel de abeja, pero en épocas de escasa floración disminuyen sus ingresos, lo que restringe una mayor comercialización. Ante este antecedente se constituye la asociación AGROMIESPERAN que tiene como finalidad reunir a la mayoría de los apicultores de la provincia para así lograr comercializar la producción de los pequeños productores, uno de los objetivos de la asociación es buscar alternativas para que los productores no disminuyan los rendimientos de miel en épocas donde la floración es escasa, como la de alimentar artificialmente a las colmenas para que se mantengan en estas terribles épocas (Macias *et al.*, 2020).

Problema Científico:

Elaborar suplementos alimenticios para lograr que la producción se mantenga constante y evitar que las abejas abandonen sus colmenas o tengan una baja población por muerte, será una alternativa rentable para los productores.

Objetivo General:

Evaluar la respuesta de las abejas (*Apis mellifera*) a la alimentación artificial en épocas de escasas floral.

Objetivos Específicos:

- Establecer el tratamiento con mejor desempeño en el aumento del número de larvas de las colmenas en época de escasas floral.
- Calcular la ganancia de peso de colmenas sometidas a diferentes tratamientos de alimentación.
- Determinar el consumo de alimento de mantenimiento de una colmena en la época de escasas floral.
- Estimar los costos de mantenimiento de un kilogramo de colmena en época de escasas floral.

Hipótesis:

Las dietas elaboradas no satisfacen la demanda de alimento de las abejas para mantener la población.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. La apicultura

La palabra apicultura proviene del latín *Apis* (abeja) y cultura (cultivo), ciencia que tiene como finalidad estudiar a las abejas y como objetivo principal obtener sus beneficios económicos a través de la utilización de nuevas tecnologías (Borbor, 2015).

Según Vasconez (2017), en Ecuador desde el inicio de la década de los setenta se utiliza la abeja africanizada, sus características genéticas se adaptan mejor al clima tropicalizado, a las condiciones climáticas y geográficas del Ecuador y también se las utilizo debido a que se lograron adaptar y llevarse bien con las abejas nativas, fue entonces donde se inició la apicultura actual.

1.1.1. Taxonomía de las abejas

Tabla 1. Taxonomía de las abejas

Reino	<i>Animalia</i>
Clase	<i>Insecta</i>
Orden	<i>Himenóptera</i>
Suborden	<i>Apócrifa</i>
Super familia	<i>Apoidea</i>
Familia	<i>Apidae</i>
Sub familia	<i>Apinae</i>
Tribu	<i>Apini</i>
Genero	<i>Apis</i>
Especie	<i>Apis mellifera</i>

Fuente: Jimenez (2013)

1.2. Estructura organizacional de las abejas

De acuerdo a Guaya (2016), dentro de una colonia de abejas existen 3 castas y estas castas tienen que regirse al matriarcado que es acatar las órdenes de hembra

predominante de la colonia siendo en este caso la abeja reina, las tres castas están divididas en: Reina, zánganos y obreras.

1.2.1. Reina

Es la de mayor importancia en la colmena, su función principal es el mantenimiento de la colmena ya que por más grande que sea la población de las abejas resulta inútil si no tienen una reina fértil.

Es importante en una colmena también porque es la única hembra que se puede fecundar por ende esta reina se convierte en el pilar de la familia, ellas contienen feromonas que son especiales, estas se producen en sus glándulas mandibulares y otras glándulas, que son la goma social de la colonia porque consolidan la unión y cohesión de su familia y que controlan ciertos aspectos de la fisiología y comportamiento de las obreras. Otra función que cumple la reina es poner los huevecillos que serán las nuevas abejas de la colonia, asegurando así la supervivencia de la misma.

La abeja reina ovoposita aproximadamente de 2000 a 3000 huevecillos por días y viven de 3 a 4 años, también contiene un aguijón que solo lo utiliza para defenderse de otros depredadores o cuando hay más zánganos en la colonia de lo normal (Lopez *et al.*, 2015).

1.2.2. Zánganos

Agila (2015) plantea que estos son los machos de las colonias de abejas, son los que fecundan a las reinas, estos nacen de huevos que no son fecundados y en celdas más grandes que el de las obreras normalmente. Existen de 300 a 500 zánganos en las colmenas aproximadamente, en épocas de escases de alimento estos son expulsados de la colmena ya que la única función que cumplen es fecundar a la reina y sin alimento la reina no produce huevos ya que lo poco que producen las obreras es para la alimentación de la madre.

1.2.3. Obreras

Tienen la denominación de las más trabajadoras de la colmena, debido a que tienen que volar hasta 3 km en busca de alimento, aunque normalmente no vuelan más de 1 km en busca de alimento, si es que en la distancia antes mencionada encuentran una buena fuente de néctar y polen. El ciclo de vida de una abeja obrera varía dependiendo de la época del año en que se encuentre, ya que época de invierno viven más, esto efecto de que el número de huevos o crías es reducido debido a que la reina no pone huevos por la escases de alimento en esta época (Macias *et al.*, 2020).

Las abejas obreras durante su ciclo de vida cumplen diversas funciones y se clasifican de la siguiente manera:

- **Limpiadoras**

Según Piedra (2017), estas abejas son las encargadas de sacar todo lo que este contaminado dentro de la colmena, estas además limpian cada una de las celdas donde la abeja reina pondrá los nuevos huevos. Esta actividad la realizan a partir de los 3 días de nacidas.

- **Nodrizas**

Las encargadas de realizar esta actividad son las abejas más jóvenes de la colmena, ya que a esta edad son las únicas de la colonia que poseen las glándulas hipo faríngeas que son las glándulas productoras de jalea real con la que tendrán que alimentar a las demás crías. Esta actividad la realizan hasta los primeros 15 días de vida ya que son los días que funcionan estas glándulas (Piedra, 2017).

- **Cereras**

Chorlango (2015) manifiesta que a los 18 días después de nacidas estas son las encargadas de construir las celdas de la colmena, esto lo realizan gracias a que a esta edad poseen unas glándulas cereras que se encuentra ubicadas en la parte inferior de su abdomen, con el segundo par de patas estas vacían la cera que a su vez la amasan y la vuelven más flexible con las mandíbulas.

- **Guardianas**

Son las abejas encargadas de proteger a la colmena de posibles amenazas de depredadores como hormigas, avispas e incluso de expulsar a los zánganos (Chorlango, 2015).

- **Ventiladoras**

De acuerdo a la teoría de Chorlango (2015), estas proporcionan un ambiente fresco a la colmena, esto por la acción de sus alas que, además que esta acción hace que se evapore el agua en exceso que se encuentra en el interior de la colmena y elimina el dióxido de carbono de la misma.

- **Percoladoras**

Su función principal es la de ir de flor en flor a recolectar el néctar, polen y propóleos que son los productos finales más importantes para la comercialización (Reyes, 2012).

1.3. Ciclo Biológico de las abejas

La tabla que se muestra a continuación describe los días de todo el ciclo biológico de las abejas según sus castas.

Tabla 2. Ciclo biológico según las castas de las abejas

Ciclo Biológico	Castas		
	Días del ciclo de vida de acuerdo a las castas		
	Reina	Obrera	Zángano
Huevo	3	3	3
Larva	6	7	7
Pupa	1	1	1
Pre pupa	7	10	14
Adulto	16	20	24

Fuente: Vazquez *et al.* (2012)

1.4. Alimentación de las abejas

- **Natural:** las abejas naturalmente se alimentan del néctar que recolectan, para hacer esta actividad también se alimentan de miel y de polen (Agrocalidad, 2015)
- **Artificial:** la alimentación artificial es un tipo de mecanismo donde los carbohidratos, proteínas y grasas cumplen la función de convertirse en materiales formadores de energía y mantenimiento de la población. El apicultor en época de escasas floral se ha visto obligado de complementar la alimentación natural de las abejas, debido que en esta época hay escasas de alimento, con esto se logra mantener la rentabilidad y seguridad de la colmena (Briceño *et al.* 2015).

- **Alimentación artificial de preparación para la llegada de la época floral**

Cobo (2010) indica que este tipo de alimentación logra que las colmenas estén fuertes y con mucha población para la llegada de la floración, permitiendo así la producción de miel antes ya que la recolección de néctar a partir de que llega la época de floración se destinara para la producción de miel y no para el desarrollo del enjambre.

- **Alimentación artificial a base de torta proteica**

La Tabla 3 muestra el contenido nutricional de cada una de las fuentes proteicas que se utilizaron en el lapso de tiempo que duró el estudio

Tabla 3. Nutrientes que contienen las diferentes fuentes proteicas

Principio nutritivo	Valores nutricionales			
	Harina de soja	Harina de quínoa	Harina de maíz	Harina de plátano
Energía	126 Kcal	374 Kcal	343 Kcal	360 Kcal
Carbohidratos	13 g	50 g	88,9 g	73 g
Proteínas	37,3 g	19 g	8,3 g	12 g
Lípidos	20,6 g	2,7 g	2,82 g	1 g
Fibra	17,3 g	5 g	1,6 g	17 g
Fuentes	Gottau (2013)	Segovia (2015)	Gottau (2013)	Aguilera (2009)

1.5. Elaboración de la miel en la abeja

Es un proceso fisicoquímico que es capaces de realizar las abejas con unas sustancias especiales que se encuentran en su saliva para hacer este proceso. Este proceso consiste en bajar la concentración de agua que se encuentra en el néctar de un 95% al 17% aproximadamente. En este proceso se reduce la sacarosa convirtiéndose en glucosa y fructosa, esto gracias a la encima invertasa que se encuentra en la saliva de

las abejas. El proceso empieza desde que las percoreadoras recolectan el néctar de las flores, estas depositan el néctar en su buche mezclándola así con la encima antes mencionada, regresan al panal donde le entregan este néctar recolectado a las abejas que están en la piquera de la colmena, y en este intercambio de obrera a obrera del néctar se incrementa hasta 20 veces más la encima invertasa.

En el interior de la colmena se realiza de forma natural la deshidratación del néctar recolectado, esto como consecuencia de la temperatura elevada en la colonia. El proceso de la elaboración de miel en la abeja termina cuando la abeja deposita el néctar deshidratado en la celdilla a un tercio de la capacidad de la celda, en esta celda siguen los procesos enzimáticos hasta que esta sustancia madura y cuando esto sucede la abeja procede a colocar el segundo tercio y así sucesivamente hasta la capacidad de la celda. Cuando finalmente toda la sustancia ocupa el total de la celdilla y está madura la abeja procede a opercular la celda, indicador de que la miel está lista (Chorlango, 2015).

1.6. Factores a considerar en un apiario

1.6.1. Ubicación del apiario

Suasnàvar *et al.*(2011) mencionan que el apiario debe ser ubicado en un lugar que tengas las mejores condiciones posibles debido a que pueden debilitarse por no vivir en el ambiente adecuado, ya que esto tiene como objetivo a una mejor producción de huevos y de miel. Por eso es muy importante recalcar que las colmenas más débiles son las que están expuestas a enfermedades por ende la producción va a disminuir. Para la ubicación de un apiario de debe realizar las consideraciones mostradas a continuación:

- Las colmenas deben colocarse a 15 cm del suelo para evitar que la humedad excesiva provoque problemas y también se deben colocar inclinadas hacia la piquera para favorecer la ventilación de la misma.

- Deben colocarse las colmenas en un lugar libre de malezas.
- Deben ser ubicadas lejos de lugares que puedan ser contaminantes como botaderos, fábricas, etc.
- Las colmenas deben estar ubicadas al menos a un kilómetro de una fuente de agua, ya que el agua es importante para la producción de larvas.
- Colmenas deben ser protegidas de vientos excesivos.
- La ubicación entre aviarios como norma general se recomienda que se ubiquen como mínimo a 3 km de distancia.

1.6.2. Componentes de una colmena

Según Romero (2017), se denomina colmena a al lugar donde viven las abejas, por ende estas deben estar de la mejor manera elaboradas ya que si no es así las abejas tienden a abandonarlas por las malas condiciones. Los componentes de la colmena deben estar colocados para permitir moverlos de un lugar a otro de manera independiente, y los mismos deben permitir el tránsito de las abejas en el interior.

1.6.2.1. Partes de la colmena

- **Piso y piquera:** cumple la función de sostén a la colmena ya que es el que aguanta todo el peso de la misma, por esta razón debe ser construido con un buen material. Y la piquera es por donde entran y salen las abejas, en pocas palabras es la puerta de la colmena (Macias *et al.*, 2020).
- **Alzas:** tienen como finalidad incrementar el tamaño de la colmena, ya que son espacios con lo que los apicultores realizan esta actividad. El objetivo que tiene este implemento es incrementar el tamaño de la población del colmenar. Muy necesario para la época de la floración ya que se logra almacenar mucha más miel de lo normal (Romero, 2017).

- **Marco:** sirve como soporte a la lámina de cera, está construido de al menos 4 hilos de alambre, para dar firmeza a la lámina (Suarez y Gamboa 2018).
- **Entre tapa:** es un tablero de madera que tiene como finalidad evadir los cambios bruscos de temperatura en la colmena (Suarez y Gamboa, 2018).
- **Tapa:** es el techo de la colmena, que tiene la función de protegerla del agua y de los fuertes vientos (Macias *et al.*, 2020).
- **Alimentador artificial:** es donde se ubican las dietas de forma líquida o hecho masa y cumplen la función de facilitar a las abejas el acceso para alimentarse. Existen alimentadores de diferente tipo ya sea un alimentador líquido de forma externa o bolsas plásticas que se colocan en el interior de la colmena con el contenido de la torta proteica (Hernández, 2008).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización y descripción del área de estudio

El estudio se realizó en la Parroquia Colonche-Comuna Manantial de Colonche-Recinto Las Lomas, con proyección UTM 17S 5375799781284 y una altitud de 4 msnm, que tuvo una duración de 60 días.



Figura 1. Localización del lugar donde se realizó el estudio

2.1.1. Caracterización de las especies arbóreas en el lugar de estudio

En el área de estudio se realizó un muestreo de las especies arbóreas que podían ser fuente de alimento para las abejas, esto con el fin de saber si existía néctar y polen al realizar el experimento.

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Material Biológico

La especie que se utilizó para el estudio fue la abeja productora de miel, *Apis mellifera*, que es considerada un insecto social perteneciente a la familia *Apidae*. Es la única especie capaz de formar colonias y capaces de resistir a épocas en la que existe escasas floral, al contrario de las otras especies de abejas y avispa, esta especie es buena recolectando polen, néctares, agua, resina, etc.; y de mantener su propia asepsia (Vazquez *et al.*, 2016).

2.2.2. Material de campo

- Colmenas
- Overol
- Velo
- Guantes
- Botas
- Ahumador
- Espátula
- Material combustible (lámina de cartón, hojarasca)
- Alimentadores
- Fósforos
- Agua
- Dietas para la alimentación

2.2.3. Equipos

- Cinta métrica de costura
- Cuaderno de apunte
- Cámara fotográfica
- Pluma

- Pesa
- Tortas proteicas y jarabe proteico

2.3. Diseño experimental y tratamientos en estudio

Se desarrolló el experimento con un diseño completamente al azar (DCA), con 5 tratamientos y 3 repeticiones; los tratamientos eran 4 suplementos proteicos de 25% de proteína bruta en forma de tortas y 1 tratamiento en base a la alimentación natural de las abejas, distribuidos de la siguiente manera: T₁: Torta proteica a base de harina de soya; T₂: Torta proteica a base de harina de quínoa; T₃: Torta proteica a base de harina de maíz; T₄: Torta proteica a base de harina de plátano; T₅: Grupo testigo alimentado con lo recolectado por las abejas en condiciones naturales. Las fuentes de variación se pueden observar en la Tabla 4.

Tabla 4. Distribución de los grados de libertad

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos (t-1)	4
Error (T-t)	10
Total (r.t-1)	14

2.4. Delineamiento experimental

Con la utilización del diseño experimental completamente al azar, se estableció delineamiento experimental (Tabla 5):

Tabla 5. Delineamiento del experimento

Diseño experimental	Diseño completamente al azar
Tratamientos	5
Total de unidades experimentales	15
Distancia entre colmenas	2 m
Área de la colmena	42 cm ²
Área útil de los marcos	800 cm ²
Número de marcos por colmena	8
Número de marcos del apiario	96
Área total del apiario	35 m ²

4.1. Croquis de campo de estudio

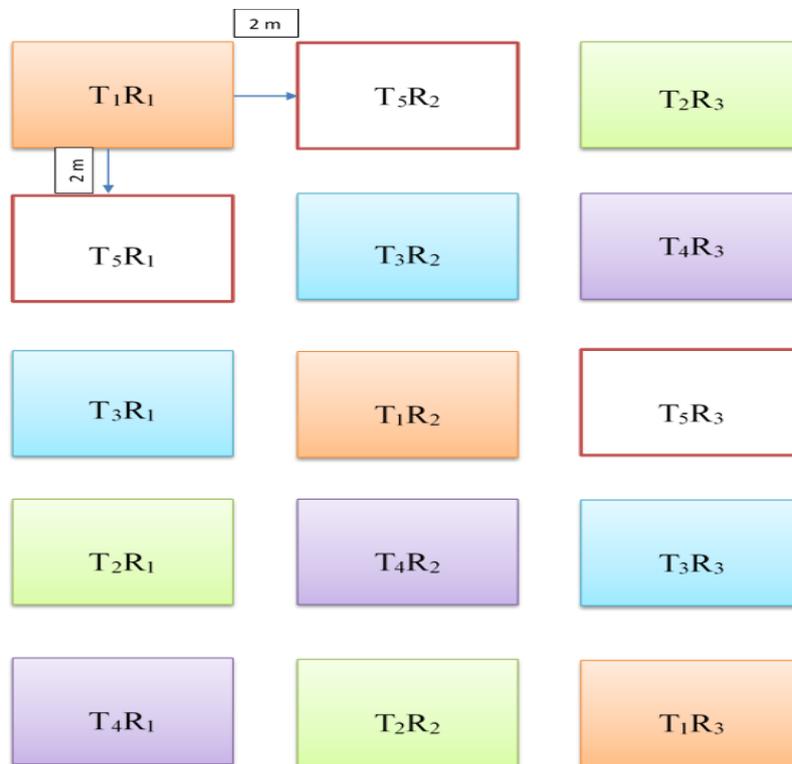


Figura 2. Delineamiento experimental de la investigación

2.5. Manejo del experimento

2.5.1. Terreno

El terreno que se escogió para ubicar las colmenas fue uno de topografía plana, rodeado de árboles que cumplen la función de regular la ventilación y el exceso de humedad.

2.5.2. Preparación de tortas proteicas y jarabe azucarado.

- **Torta proteica a base de harina de soja**
 - Se coloca en un recipiente 27 g de harina de soja, 60 g de levadura de cerveza, 13 g de polen y se mezcla hasta homogenizar.
 - A la mezcla antes mencionada se le añade 50 g de miel y se mezcla hasta que esta tome una apariencia de maza, hay que verificar que no quede ni muy dura ni tan aguada.

- **Torta proteica a base de harina de quínoa**
 - Se coloca en un recipiente 80 g de harina de quínoa, 36 g de levadura de cerveza, 25 g de polen y se mezcla hasta homogenizar.
 - A la mezcla antes mencionada se le añade 9 g de miel y se mezcla hasta que esta tome una apariencia de maza, hay que verificar que no quede ni muy dura ni tan aguada.

- **Torta proteica a base de harina de maíz**
 - Se coloca en un recipiente 27 g de harina de maíz, 51 g de levadura de cerveza, 53 g de polen y se mezcla hasta homogenizar.

➤ A la mezcla antes mencionada se le añade 19 g de miel y se mezcla hasta que esta tome una apariencia de maza, hay que verificar que no quede ni muy dura ni tan aguada.

- **Torta proteica a base de harina de plátano**

➤ Se coloca en un recipiente 27 g de harina de plátano, 51 g de levadura de cerveza, 45 g de polen y se mezcla hasta homogenizar.

➤ A la mezcla antes mencionada se le añade 27 g de miel y se mezcla hasta que esta tome una apariencia de maza, hay que verificar que no quede ni muy dura ni tan aguada.

Al realizar los cálculos de las dietas se determinó que las tortas no cumplían con el requerimiento nutricional de los carbohidratos, por lo tanto se tomó la decisión de elaborar un jarabe azucarado ya que este es muy rico en carbohidratos y su preparación fue la siguiente.

- **Jarabe azucarado**

➤ En un recipiente se coloca 1000 ml de agua y se coloca a temperatura hasta que caliente un poco.

➤ Al agua tibia se le coloca 2000 g de azúcar y se disuelve hasta homogenizar.

2.5.3. Proceso de alimentación de las colmenas

De manera manual se alimentó a las abejas dentro de las colmenas cada 15 días, donde los alimentadores que se utilizaron fueron bolsas de plástico que contenían 150 g de la torta proteica y alimentadores para líquido que contenían 300 ml de agua con azúcar en proporción 2:1.

2.5.4. Evaluación del consumo de alimento

Cada 15 días se revisó si el alimento estaba siendo apetecible por las abejas y si estaban creciendo poblacionalmente.

2.5.5. Cuidado sanitario de las colmenas

Se colocaron las tortas proteicas y el jarabe de la manera más cuidadosa posible, esto con el fin de evitar que las hormigas ingresen a las colmenas y que se coman, contaminen el alimento o que maten a las abejas.

Se revisó el alimento proteico para verificar que no tenga hongo, ya que la levadura de cerveza en un exceso de humedad se daña.

2.6. Variables de estudio

2.6.1. Postura de reina

- **Área de cría operculada:**

Para medir el área de cría, se tomó dos marcos, uno donde había abundantes crías y otro con pocas crías y se considera como área de conteo, toda celdilla sellada. Se tomó una lámina de cera vacía con el fin de saber cuántas celdas existían en 1 cm², con base de este número de celdas se sacó el porcentaje de cría que tenía cada marco. Se midió el área de cría operculada cada 15 días aproximadamente. El promedio obtenido de los dos marcos se multiplicó por el número de marcos que contenían crías.

2.6.2. Determinación de las poblaciones semanales, kg

- **Peso de colmena:**

El peso de cada una de las colmenas se obtuvo en 4 oportunidades, contando para esto con una balanza. Los pesajes se tomaron a las 6:30 pm para asegurarnos de que toda la colonia se encuentre dentro de la colmena.

- **Peso inicial:**

Se pesó la colmena con todos sus implementos y adicionalmente con las abejas en ella, este peso fue con el que la colmena inició el experimento.

- **Pesos semanales:**

Este índice se obtuvo por diferencia de pesos entre las colmenas.

2.6.3. Consumo de alimento, g

Cada vez que se administró una nueva porción de tratamiento, a cada colmena, se la retiró y pesó. El sobrante se pesó en una balanza digital, calculando así la cantidad de alimento consumido en cada semana. Con esto se esperaba medir indirectamente la palatabilidad de los respectivos suplementos.

2.6.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron transformados mediante el artificio matemático raíz cuadrada, que permitiera realizar un análisis más eficiente.

Los resultados fueron sometidos al análisis de la varianza y las medias comparadas según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, para ello se utilizó el software Infostat versión (2014) estudiantil obtenido de: <http://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=37>.

2.6.5. Análisis económico

Se realizó un análisis económico para calcular el mantenimiento de un kilogramo de colmena para los 4 tratamientos.

CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Caracterización del estado de desarrollo de las colmenas

Las variables tomadas fueron el aumento del número de larvas, ganancia de peso de las colmenas, consumo de alimento a los 15, 30, 45, 60 días después de iniciado el experimento.

3.1.1. Aumento del número de larvas (%) a los 15 días

La comparación de las medias muestra que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, no obstante, numéricamente se observa que el menor incremento de número de larvas fue para el T₅ con un 2.36 %, que consistió la alimentación natural (Tabla 6).

Tabla 6. Aumento del número de larvas a los 15 días

T	Medias	n	E.E.
T ₄	5,04	3	0,93 a
T ₁	4,93	3	0,93 a
T ₂	4,51	3	0,93 a
T ₃	4,39	3	0,93 a
T ₅	2,36	3	0,93 a

3.1.2. Aumento del número de larvas (%) a los 30 días

En la Tabla 7 se observa las comparaciones de medias por prueba de Tukey, que demuestra que no existieron diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, numéricamente se logra evidenciar que el T₂ es quien reportó el mayor incremento con un 4.41 %.

Tabla 7. Aumento del número de larvas a los 30 días

T	Medias	n	E.E.
T ₂	4,41	3	0,76 a
T ₁	3,72	3	0,76 a
T ₃	3,42	3	0,76 a
T ₄	2,97	3	0,76 a
T ₅	2,46	3	0,76 a

3.1.3. Aumento del número de larvas (%) a los 45 días

Se puede evidenciar que no existieron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las fuentes de variación analizadas. A pesar de esto, se muestra numéricamente el menor incremento en el T₅ con un 2.03 % (Tabla 8).

Tabla 8. Aumento del número de larvas a los 45 días

T	Medias	n	E.E.
T ₂	3,80	3	0,52 a
T ₁	3,58	3	0,52 a
T ₃	3,01	3	0,52 a
T ₄	2,78	3	0,52 a
T ₅	2,03	3	0,52 a

3.1.4. Aumento del número de larvas (%) a los 60 días

En la Tabla 9 evidenciamos las comparaciones de las medias mostrando que no existieron diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey con un 5% de error, no obstante, numéricamente el menor aumento del número de larvas se registró en el T₅ con un 1.67 %.

Tabla 9. Aumento del número de larvas a los 60 días

T	Medias	n	E.E.
T ₂	3,58	3	0,59 a
T ₄	3,47	3	0,59 a
T ₁	3,20	3	0,59 a
T ₃	3,02	3	0,59 a
T ₅	1,67	3	0,59 a

Piedra (2017) menciona que por lo general la postura de la reina va a depender de varios factores como condiciones climáticas, edad de la reina, factores genéticos, características intrínsecas de las colmenas, etc.

En la investigación que realizó Villa (2019) no obtuvo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, pero si numéricamente, debido a que las pastas proteicas si ayudan a la estimulación de la postura de las reinas, además Buñay (2017) indica que la alimentación con pastas proteicas y jarabe de azúcar en las colmenas son de gran ayuda ya que esto corrige la postura de la reina en épocas en que generalmente se escasea la floración. Esto se lo realiza sabiendo que las reinas requieren productos que tengan un gran contenido de proteína, carbohidratos y vitaminas, como lo es la harina de quínoa y el azúcar esto concuerda con los datos obtenidos en esta investigación donde se muestra que a partir de los 30 días después de haber iniciado el experimento hasta los 60 días de finalizado el mismo se obtuvo que el tratamiento 2 que era a base de harina de quínoa es el que tuvo mayor aumento de número de larvas.

3.1.5. Ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 15 días

En la Tabla 10 se evidencia las comparaciones de medias por prueba de Tukey con un 5% de error, entre las medias no existieron diferencias estadísticamente significativas, no obstante, numéricamente se muestra que el T₁ es el que tuvo mayor ganancia de peso con 0,80 kg.

Tabla 10. Ganancia de peso de las colmenas a los 15 días

T	Medias	n	E.E.
T ₁	0,80	3	0,10 a
T ₄	0,74	3	0,10 a
T ₂	0,59	3	0,10 a
T ₅	0,57	3	0,10 a
T ₃	0,53	3	0,10 a

3.1.6. Ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 30 días

Evidenciamos que no existieron diferencias estadísticamente significativas, situación que demuestra la prueba de Tukey con un 5 % de error. Sin embargo numéricamente la Tabla 11 muestra que los tratamientos que mayor ganancia de peso tuvieron fueron T₄ y T₃ con 0,69 y 0,68 kg respectivamente.

Tabla 11. Ganancia de peso de las colmenas a los 30 días

T	Medias	n	E.E.
T ₄	0,69	3	0,07 a
T ₃	0,68	3	0,07 a
T ₂	0,63	3	0,07 a
T ₅	0,60	3	0,07 a
T ₁	0,57	3	0,07 a

3.1.7. Ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 45 días

En la Tabla 12 muestra la comparación de las medias donde se evidencia que no existen diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo numéricamente el tratamiento 5 es el que menor ganancia de peso presentó con 0.65 kg.

Tabla 12. Ganancia de peso de las colmenas a los 45 días

T	Medias	n	E.E.
T ₄	0,65	3	0,08 a
T ₂	0,65	3	0,08 a
T ₁	0,63	3	0,08 a
T ₃	0,62	3	0,08 a
T ₅	0,49	3	0,08 a

3.1.8. Ganancia de peso de las colmenas (Kg) a los 60 días

Podemos observar en la Tabla 13 las comparaciones de las medias de los tratamientos y que las mismas no muestran diferencias estadísticamente significativas, situación que demuestra la prueba de Tukey con un 5 % de error. Sin embargo si se encuentran diferencias numéricamente entre los tratamientos,

resultando así, que el T₁ es el que mayor ganancia de peso tiene con 0,83 kg a los 60 días de evaluación.

Tabla 13. Ganancia de peso de las colmenas, 60 días

T	Medias	n	E.E.
T ₁	0,83	3	0,10 a
T ₂	0,76	3	0,10 a
T ₄	0,75	3	0,10 a
T ₅	0,68	3	0,10 a
T ₃	0,63	3	0,10 a

Al evaluar la ganancia de peso de las colmenas se pudo determinar que a los 60 días culminado el experimento el T₁ que es una pasta proteica a base de harina de soja fue el que numéricamente tuvo mayor valor, con una ganancia de peso de 0.83 kg.

Los resultados de ganancia de peso son superiores a los encontrados por Núñez *et al.* (2017) al reportar 0,41 kg de ganancia de peso a los 60 días de evaluación, además mencionan que la longevidad de las abejas se ve relacionada con la intensidad con la que trabajan, por lo tanto, al no existir reservas de polen y néctar en las colmenas las abejas acortan su vida, ocasionando así la disminución de la población de la colmena. Esto explicaría la diferencia existente en la ganancia de peso en el tratamiento 5 entre los 30 y 45 días; probablemente a los 45 días hubo disminución de abejas las que habrían muerto por cumplir su ciclo de vida lo que se recuperó a los 60 días porque hubo el nacimiento de nuevas abejas

3.1.9. Alimento consumido por las colmenas (g) a los 15 días

Se evidencia que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos que incluían alimentación proteica, situación que demuestra la prueba de Tukey con un 5 % de error. Probablemente se debió a que todas las colmenas aceptaron el alimento, que tendría una buena palatabilidad, pero influiría el poco alimento ya que había escasas de néctar y polen (Tabla 14).

Tabla 14. Alimento consumido por las colmenas a los 15 días

T	Medias	n	E.E.
T ₄	20,23	3	0,95 a
T ₂	20,02	3	0,95 a
T ₃	19,24	3	0,95 a
T ₁	18,49	3	0,95 a
*T ₅	-	-	-

* Tratamiento no incluido en el análisis, dado que las abejas consumían su alimentación de forma natural en el campo.

3.1.10. Alimento consumido por las colmenas (g) a los 30 días

En la Tabla 15 se evidencian las comparaciones de las medias por prueba de Tukey con un 5 % de error y donde se deduce que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. No obstante se observa que los T₃ y T₄ tienen mayor valor numérico con respecto al consumo del alimento con 20,93 y 20,56 g respectivamente.

Tabla 15. Alimento consumido por las colmenas a los 30 días

T	Medias	n	E.E.
T ₃	20,93	3	0,53 a
T ₄	20,56	3	0,53 a
T ₁	19,17	3	0,53 a
T ₂	18,93	3	0,53 a
*T ₅	-	-	-

* Tratamiento no incluido en el análisis, dado que las abejas consumían su alimentación de forma natural en el campo.

3.1.11. Alimento consumido por las colmenas (g) a los 45 días

No se evidencian diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Sin embargo, se observa en la (Tabla 16) que numéricamente los tratamientos tienen la misma efectividad, concluyendo así que las dietas suministradas fueron de agrado de las colmenas.

Tabla 16. Alimento consumido por las colmenas a los 45 días

T	Medias	n	E.E.
T ₁	20,41	3	0,48 a
T ₂	20,40	3	0,48 a
T ₄	20,40	3	0,48 a
T ₃	20,34	3	0,48 a
*T ₅	-	-	-

*Tratamiento no incluido en el análisis, dado que las abejas consumían su alimentación de forma natural en el campo.

3.1.12. Alimento consumido por las colmenas (g) a los 60 días

En la Tabla 17 se observa que los tratamientos no tienen diferencias estadísticamente significativas, situación que demuestra la prueba de Tukey con 5 % de error.

Tabla 17. Alimento consumido por las colmenas a los 60 días

T	Medias	n	E.E.
T ₄	20,85	3	0,16 a
T ₁	20,78	3	0,16 a
T ₃	20,70	3	0,16 a
T ₂	20,58	3	0,16 a
*T ₅	-	-	-

* Tratamiento no incluido en el análisis, dado que las abejas consumían su alimentación de forma natural en el campo.

Al ser evaluada esta variable en cuanto al nivel de consumo de alimento se determinó que las dietas suministradas fueron adecuadamente aceptadas por las abejas esto coincide con el estudio realizado por Avilez *et al.* (2007), donde señalan un alto consumo de las pastas proteicas, fundamentalmente por su alta digestibilidad y palatabilidad. Además mencionan que estos alimentos son aceptados por las abejas ya que tienen una baja granulometría lo que tiene como finalidad facilitar la manipulación del alimentos por la boca de las abejas. También indican que un

alimento con un contenido del 10 y 30 % de proteína es bien aceptado por las colmenas.

Por otra parte Cordova (2017) menciona que que las pastas proteicas sustitutas de polen son eficaces en dar estimulo para el crecimiento de las colmenas de abejas, pero estas deben ser de alto valor nutritivo y agradables para las abejas; con lo que concuerdo con este autor ya que se ve reflejado en el presente estudio donde las dietas suministradas fueron debidamente aceptadas.

3.2. Análisis Económico

El gasto que se efectuó para la realización del experimento proyectado para el mantenimiento de las colmenas en épocas de escasas floral utilizando la técnica de alimentación artificial, este se vio fijada por la variación del costo de cada uno de los tratamientos: Torta proteica a base de harina de soja (Tabla 40 A), torta proteica a base de harina de quínoa (Tabla 42 A), torta proteica a base de harina de maíz (Tabla 44 A), torta proteica a base de harina de plátano (Tabla 46 A) y Tratamiento testigo (Tabla 48A).

Los costos de las dietas a los 60 días del experimento de los respectivos tratamientos fueron los siguientes: Torta proteica a base de harina de soja= \$37.22, torta proteica a base de harina de quínoa= \$23.03, torta proteica a base de harina de maíz= \$33.76, torta proteica a base de harina de plátano= \$33.95 y grupo testigo= \$0.00.

El costo para el mantenimiento de 1 Kg de colmena a los 60 días de duración del estudio de cada tratamiento fue el siguiente: Torta proteica a base de harina de soja= \$4.65, torta proteica a base de harina de quínoa= \$2.90, torta proteica a base de harina de maíz= \$4.46, torta proteica a base de harina de plátano= \$3.16 y tratamiento testigo= \$0.00. El costo general de los tratamientos fluctúa en \$330 en los 60 días en que se realizó el experimento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En base al análisis realizado a los resultados nos permiten concluir que:

- El mayor aumento de número de larvas fue para el tratamiento 2 con una media de 3,58 % que incluyó en la alimentación torta proteica a base de harina de quínoa por lo tanto se rechaza la hipótesis planteada.
- A los 60 días de evaluación mayor ganancia de peso fueron para los tratamientos 1 y 2 con 0,83 y 0,76 kg respectivamente.
- En el análisis de la variable de consumo de alimento se pudo determinar que todas las dietas suministradas fueron adecuadamente aceptadas por las abejas por la buena digestibilidad y palatabilidad.
- El análisis económico mediante el costo de producción del tratamiento, mostró al tratamiento 2 como el de menor inversión con \$23.03 y con respecto a la variable del costo de mantenimiento de 1 kg de colmena a los 60 días del experimento el mejor tratamiento fue T₂, que fue la dieta a base de harina de quínoa con un costo de \$2.90.

Recomendaciones

- Realizar ensayos con otras fuentes de proteína buscando suplir materias primas que tienden a escasearse o que pueden resultar muy costosas.
- Aplicar la técnica de alimentación artificial en las colmenas tomando en cuenta las particularidades climáticas en diferentes meses del año de la provincia de Santa Elena.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agila, R., 2015. *Diagnòstico de la producciòn apicola y meliponicola en los cantones Macara, Patas y Gonzamanà en la provincia de Loja*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja.
- Agrocalidad, 2015. *Guia de buenas pràcticas apicolas*. Primera ed. Pichincha: s.n.
- Aguilera , Y., 2009. *Harinas de leguminosas deshidratadas: Caracterizaciòn nutricional y valorizaciòn de sus propiedades Tecno-funcionales*. Tesis de grado. Universidad Autònoma de Madrid.
- Alvarenga , D., Ramìrez, L. y Santamarìa, J., 2010. *Proyecto de desarrollo productivo del sector apicola en los departamentos de Cabañas y Cuscatlan*. Tesis de grado. Universidad del Salvador.
- Avilez y Araneda, 2007. Estimulaciòn de la puesta en abejas (*Apis mellifera*). *Redalyc*, 56(216), p. 4.
- Borbor, J., 2015. "*Respuestas de las abejas (apis mellífera) a diferentes alternativas de alimentaciòn en la comuna de Olòn, Provincia de Santa Elena*". Tesis de grado. Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena.
- Briceño, E. y Estrella, C., 2015. *Aporte proteico y energètico en Apis mellifera sobre la cria y fortaleza de la colema.*. Tesis de grado. Instituto Tecnològico de la Zona Maya.
- Buñay Pinguil , M., 2017. *Efecto de la alimentaciòn artificial en abejas Apis mellifera mediante la utilizaciòn de leche en polvo desnatada y jarabe de azùcar*. Tesis de grado. Escuela Superior Politecnica De Chimborazo.
- Cervantes, E., 2010. *Incidencia de la alimentaciòn suplementaria en la producciòn y productividad de la apicultura (Apis mellifera)*. Tesis de grado. Universidad Tecnica del Norte.
- Chorlango, S., 2015. *Evaluaciòn de tres metodos de reproducciòn de abejas reinas de la especie (Apis mellifera), en el cantòn Pedro Moncayo*. Tesis de grado. Universidad Salesiana de Quito.
- Cobo, A., 2010. *Alimentaciòn de las abejas*. Primera ed. Madrid: Neografis.
- Cordova Muciela, V. E., 2017. *Evaluaciòn de fuentes proteicas en la alimentaciòn de las abejas (Apis mellifera)*. Tesis de grado. Universidad Tècnica de Ambato.

- Cordova , V., 2017. “*Evaluación de fuentes proteicas en la alimentación de las abejas (Apis mellifera)*”. Tesis de grado. Universidad Tecnica de Ambato.
- Gottau, G., 2013. *Vitònica*. [En línea] Available at: <https://www.vitonica.com/alimentos/analisis-nutricional-de-diferentes-tipos-de-harina> [Último acceso: 08 Octubre 2019].
- Guaya, 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*”. Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja.
- Hernandez, M., 2008. *Evaluaciòn de la respuesta a la alimentaciòn artificial en las abejas (Apis mellifera), en la regiòn de la costa del estado de Oaxaca*. Tesis de grado. Univesidad del Mar.
- Jimènez, J., 2013. *Deriva de abejas Apis mellifera en colmenas colocadas en linea*. Tesis de grado. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.
- Lopez, A. y otros, 2015. Alimentaciòn energètica con azucar y melaza en la producciòn de abejas reinas (Apis mellifera), por el metodo Doolittle. *Que hacer cientifico*, 1(10), pp. 23-24.
- Macias Socorràs , I., Arteaga Figueroa, G. y Drouet Candell, A., 2020. *Producciòn apicola en la provincia de Santa Elena*. Febrero 2020 ed. Santa Elena(Santa Elena): Binario.
- Montero, A., Martos, A. & Chura, J., 2011. Dietas artificiales en la crianza de la abeja melífera, Apis mellifera L. *Canales Cientificos*, 17 08.Volumen 1.
- Nasimba, G., 2011. *Estudio de factibilidad para la creaciòn de una empresa dedicada a la produccion, industrializacion y comercializacion de miel de abeja en el canton Rumiñahui*. Tesis de grado. Universidad Saleciana de Quito.
- Nuñez, O., Almeida, R., Rosero, M. y Lozada, E., 2017. Fortalecimiento del rendimiento de abejas (Apis mellifera) alimentadas con fuentes proteicas. *Scielo*, 4(2).
- Piedra Flores , M. R., 2017. *Evaluación de la suplementación de una fórmula nutricional a base de vitaminas, minerales y aminoácidos a abejas melíferas (Apis mellifera), medida a través del peso de la colmena, porcentaje de postura de la reina (cria operculada) y cantidad de proteína*. Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador.

- Piedra, M., 2017. *Evaluaciòn de la suplementaciòn de una formula nutricional a base de vitaminas, minerales y aminoacidos a abejas melliferas (Apis mellifera), medida a traves del peso de la colmena, pocentaje de la postura de la reina y cantidad de proteina de las abejas*. Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador.
- Pierre, J., 2007. *Apicultura*. Cuarta ed. Madrid: Mundi-Prensa.
- Reyes, F., 2012. *Evaluaciòn de crias de abejas reinas (Apis mellifera criolla), fecundadas mediante alimentacion artificial*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja.
- Romero, J., 2017. *Diseño de colmena*. Tesis de grado. Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Segovia, J., 2015. *Biosalud*. [En línea] Available at: <http://bio-salud.com.ar/index.php/harina-de-quinoa-x-250-gs-sturla-p> [Último acceso: 16 Octubre 2019].
- Suarez, K. & Gamboa, I., 2018. *Implementaciòn de colmenas semiautomaticas, como medio para la producciòn y cosecha de miel*. Tesis de grado. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- Suasnàvar, M., De Leòn, G. y Guzman , M., 2011. *Manual de apicultura*. Primera ed. s.l.:s.n.
- Vasconez, J., 2017. *Análisis de los Costos de Producciòn de la Miel de Abeja en Ecuador*. Tesis de grado. (Universidad Central del Ecuador).
- Vazquez, O., Meztanza, B. & Alarcòn, R., 2016. Características morfo métricas, comportamiento higiénico y agresividad de abejas criollas *Apis mellifera* sp.. *UCV-HACER*, 5(1), p. 17.
- Vazquez, R., Ortega , N., Martinez, R. & Maldonado, W., 2012. *Manual tecnico de apicultura*. Primera ed. s.l.:Produmedios.
- Villa Naranjo, E., 2019. *Evaluaciòn de diferentes niveles de amino-vit en la alimentaciòn artificial de abeja europea (Apis mellifera), y su efecto en la cosecha de polen*. Tesis de grado. Escuela Superior Politecnica De Chimborazo.

ANEXOS



Figura 1A. Preparación de las tortas proteicas



Figura 2A. Torta proteica de 150 g



Figura 3A. Conteo del número de larvas



Figura 4A. Pesaje semanal de las colmenas



Figura 5A. Pesaje del alimento que no consumieron las abejas



Figura 6A. Colocación de rejillas para posterior ubicación de alzas.



Figura 7A. Marco con abundante número de larvas que indica la eficiencia del alimento.

Tabla 1A. Pesos de las colmenas (Kg) al inicio y final del estudio

Tratamientos	Peso de las colmenas al inicio del experimento	Peso de las colmenas al inicio del experimento
T ₁	5.83	8.00
T ₂	5.65	7.43
T ₃	6.00	7.57
T ₄	8.90	11.00
T ₅	7.64	9.07

Tabla 2A. Datos reales del número de larvas al inicio del experimento

Número de larvas al inicio del experimento				
	R ₁	R ₂	R ₃	X
T ₁	15462	1435	14530	10475.67
T ₂	705	15430	1716	5950.17
T ₃	20345	1539	16543	12808.95
T ₄	15462	1840	17350	11550.62
T ₅	10030	17024	16789	14614.33

Tabla 3A. Datos reales del aumento del número de larvas a los 15 días

Número de larvas a los 15 días después de empezado el experimento				
	R ₁	R ₂	R ₃	X
T ₁	20450	2460	16435	13115.00
T ₂	3256	16432	4163	7950.33
T ₃	24309	3403	17563	15091.67
T ₄	18345	4325	22123	14931.00
T ₅	10600	18500	17450	15516.67

Tabla 4A. Datos transformados del aumento del número de larvas a los 15 días

Aumento del número de larvas (%) a los 15 días después de empezado el experimento			
T	R	N Larvas	RAIZ_N Larvas
T ₁	R ₁	24.39	4,94
T ₁	R ₂	41.67	6,46
T ₁	R ₃	11.59	3,40
T ₂	R ₁	21.65	4,65
T ₂	R ₂	6.10	2,47
T ₂	R ₃	41.21	6,42
T ₃	R ₁	16.31	4,04
T ₃	R ₂	45.22	6,72
T ₃	R ₃	5.81	2,41
T ₄	R ₁	15.72	3,96
T ₄	R ₂	42.54	6,52
T ₄	R ₃	21.57	4,64
T ₅	R ₁	5.38	2,32
T ₅	R ₂	7.98	2,82
T ₅	R ₃	3.79	1,95

Tabla 5A. Análisis de la varianza del aumento del número de larvas (%) a los 15 días

Análisis de la varianza					
Variable	N	R²	R² Aj	CV	
N Larvas	15	0,35	0,10	37,87	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,22	4	3,55	1,37	0,3106
T	14,22	4	3,55	1,37	0,3106
Error	25,88	10	2,59		
Total	40,10	14			

Tabla 6A. Datos reales del aumento del número de larvas a los 30 días

Número de larvas a los 30 días después de empezado el experimento				
	R1	R2	R3	X
T1	22566	3510	17654	14576.67
T2	4325	17423	6345	9364.33
T3	25545	4500	19463	16502.67
T4	19435	5227	23456	16039.33
T5	11450	19564	18453	16489.00

Tabla 7A. Datos transformados del aumento del número de larvas a los 30 días

Aumento del número de larvas (%) a los 30 días después de empezado el experimento			
T	R	N Larvas	RAIZ_N Larvas
T ₁	R ₁	9.38	3,06
T ₁	R ₂	29.91	5,47
T ₁	R ₃	6.90	2,63
T ₂	R ₁	24.72	4,97
T ₂	R ₂	5.69	2,39
T ₂	R ₃	34.39	5,86
T ₃	R ₁	4.84	2,20
T ₃	R ₂	24.38	4,94
T ₃	R ₃	9.76	3,12
T ₄	R ₁	5.61	2,37
T ₄	R ₂	17.26	4,15
T ₄	R ₃	5.68	2,38
T ₅	R ₁	7.42	2,72
T ₅	R ₂	5.44	2,33
T ₅	R ₃	5.44	2,33

Tabla 8A. Análisis de la varianza del aumento del número de larvas (%) a los 30 días después de empezado el experimento

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
N Larvas	15	0,28	0,00	38,72	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,56	4	1,64	0,95	0,4750
T	6,56	4	1,64	0,95	0,4750
Error	17,27	10	1,73		
Total	23,84	14			

Tabla 9A. Datos reales del aumento del número de larvas a los 45 días

Numero de larvas a los 45 días después de empezado el experimento				
	R ₁	R ₂	R ₃	X
T ₁	25234	4345	19564	16381.00
T ₂	5643	18645	7554	10614.00
T ₃	27345	5436	20546	17775.67
T ₄	20345	6219	24679	17081.00
T ₅	11954	20110	19564	17209.33

Tabla 10A. Datos transformados del aumento del número de larvas a los 45 días

Aumento del número de larvas (%) a los 45 días después de empezado el experimento			
T	R	N Larvas	RAIZ_N Larvas
T ₁	R ₁	10.57	3,25
T ₁	R ₂	19.22	4,38
T ₁	R ₃	9.76	3,12
T ₂	R ₁	23.36	4,83
T ₂	R ₂	6.55	2,56
T ₂	R ₃	16.00	4,00
T ₃	R ₁	6.58	2,57
T ₃	R ₂	17.22	4,15
T ₃	R ₃	5.27	2,30
T ₄	R ₁	4.47	2,11
T ₄	R ₂	15.95	3,99
T ₄	R ₃	4.96	2,23
T ₅	R ₁	4.22	2,05
T ₅	R ₂	2.72	1,65
T ₅	R ₃	5.68	2,38

Tabla 11A. Análisis de la varianza del aumento del número de larvas (%) a los 45 días después de empezado el experimento

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
N Larvas	15	0,42	0,19	29,59	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,90	4	1,47	1,82	0,2008
T	5,90	4	1,47	1,82	0,2008
Error	8,08	10	0,81		
Total	13,97	14			

Tabla 12A. Datos reales del aumento del número de larvas a los 60 días

Número de larvas a los 60 días después de empezado el experimento				
	R1	R2	R3	X
T1	27534	5643	20301	17826.00
T2	6789	20564	8674	12009.00
T3	28675	6785	21867	19109.00
T4	22435	7856	26754	19015.00
T5	12500	20320	20300	17706.67

Tabla 13A. Datos transformados del aumento del número de larvas a los 60 días

Aumento del número de larvas (%) a los 60 días después de empezado el experimento				
T	R	N Larvas	RAIZ_N Larvas	
T ₁	R ₁	8.35	2,89	
T ₁	R ₂	23.00	4,80	
T ₁	R ₃	3.63	1,91	
T ₂	R ₁	16.88	4,11	
T ₂	R ₂	9.33	3,05	
T ₂	R ₃	12.91	3,59	
T ₃	R ₁	4.64	2,15	
T ₃	R ₂	19.88	4,46	
T ₃	R ₃	6.04	2,46	
T ₄	R ₁	9.32	3,05	
T ₄	R ₂	20.84	4,57	
T ₄	R ₃	7.76	2,79	
T ₅	R ₁	4.37	2,09	
T ₅	R ₂	1.03	1,01	
T ₅	R ₃	3.63	1,91	

Tabla 14A. Análisis de la varianza del aumento del número de larvas (%) a los 60. días después de empezado el experimento

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
N Larvas	15	0,40	0,16	34,35	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,11	4	1,78	1,69	0,2291
T	7,11	4	1,78	1,69	0,2291
Error	10,54	10	1,05		
Total	17,65	14			

Tabla 15A. Datos reales del peso de las colmenas al inicio del experimento

Peso de las colmenas al inicio del experimento				
	R1	R2	R3	X
T1	5.50	4.00	8.00	5.83
T2	3.74	6.50	6.70	5.65
T3	6.50	5.00	6.50	6.00
T4	6.00	5.50	15.20	8.90
T5	5.62	6.6	10.7	7.64

Tabla 16A. Datos reales de la ganancia de peso de las colmenas a los 15 días

Ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 15 días después de empezado el experimento				
	R ₁	R ₂	R ₃	X
T ₁	0.50	0.40	1.10	0.67
T ₂	0.46	0.40	0.20	0.35
T ₃	0.35	0.20	0.30	0.28
T ₄	0.80	0.20	0.80	0.60
T ₅	0.38	0.20	0.40	0.33

Tabla 17A. Datos transformados de la ganancia de peso de las colmenas a los 15 días

Ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 15 días después de empezado el experimento			
T	R	P colmena	RAIZ_P colmena
T ₁	R ₁	0.50	0,71
T ₁	R ₂	0.40	0,63
T ₁	R ₃	1.10	1,05
T ₂	R ₁	0.46	0,68
T ₂	R ₂	0.40	0,63
T ₂	R ₃	0.20	0,45
T ₃	R ₁	0.35	0,59
T ₃	R ₂	0.20	0,45
T ₃	R ₃	0.30	0,55
T ₄	R ₁	0.80	0,89
T ₄	R ₂	0.20	0,45
T ₄	R ₃	0.80	0,89
T ₅	R ₁	0.38	0,62
T ₅	R ₂	0.20	0,45
T ₅	R ₃	0.40	0,63

Tabla 18A. Análisis de la varianza de la ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 15 días después de empezado el experimento

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
P colmena	15	0,37	0,11	26,36	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,17	4	0,04	1,44	0,2907
T	0,17	4	0,04	1,44	0,2907
Error	0,29	10	0,03		
Total	0,45	14			

Tabla 19A. Datos reales de la ganancia de peso de las colmenas a los 30 días

Ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 30 días después de empezado el experimento				
	R ₁	R ₂	R ₃	X
T ₁	0.40	0.20	0.40	0.33
T ₂	0.40	0.40	0.40	0.40
T ₃	0.35	0.30	0.80	0.48
T ₄	0.40	0.30	0.80	0.50
T ₅	0.40	0.30	0.40	0.37

Tabla 20A. Datos transformados de la ganancia de peso de las colmenas a los 30 días

Ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 30 días después de empezado el experimento				
T	R	P colmena	RAIZ	P colmena
T ₁	R ₁	0.4		0,63
T ₁	R ₂	0.2		0,45
T ₁	R ₃	0.4		0,63
T ₂	R ₁	0.4		0,63
T ₂	R ₂	0.4		0,63
T ₂	R ₃	0.4		0,63
T ₃	R ₁	0.35		0,59
T ₃	R ₂	0.3		0,55
T ₃	R ₃	0.8		0,89
T ₄	R ₁	0.4		0,63
T ₄	R ₂	0.3		0,55
T ₄	R ₃	0.8		0,89
T ₅	R ₁	0.4		0,63
T ₅	R ₂	0.3		0,55
T ₅	R ₃	0.4		0,63

Tabla 21A. Análisis de la varianza de la ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 30 días después de empezado el experimento

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
P colmena	15	0,16	0,00	19,83	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	4	0,01	0,47	0,7538
T	0,03	4	0,01	0,47	0,7538
Error	0,16	10	0,02		
Total	0,19	14			

Tabla 22A. Datos reales de la ganancia de peso de las colmenas a los 45 días

Ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 45 días después de empezado el experimento				
	R1	R2	R3	X
T1	0.30	0.40	0.50	0.40
T2	0.60	0.40	0.30	0.43
T3	0.40	0.20	0.60	0.40
T4	0.30	0.60	0.40	0.43
T5	0.20	0.10	0.50	0.27

Tabla 23A. Datos transformados de la ganancia de peso de las colmenas a los 45 días

Ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 45 días después de empezado el experimento			
T	R	P colmena	RAIZ_P colmena
T ₁	R ₁	0.3	0,55
T ₁	R ₂	0.4	0,63
T ₁	R ₃	0.5	0,71
T ₂	R ₁	0.6	0,77
T ₂	R ₂	0.4	0,63
T ₂	R ₃	0.3	0,55
T ₃	R ₁	0.4	0,63
T ₃	R ₂	0.2	0,45
T ₃	R ₃	0.6	0,77
T ₄	R ₁	0.3	0,55
T ₄	R ₂	0.6	0,77
T ₄	R ₃	0.4	0,63
T ₅	R ₁	0.2	0,45
T ₅	R ₂	0.1	0,32
T ₅	R ₃	0.5	0,71

Tabla 24A. Análisis de la varianza de la ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 45 días después de empezado el experimento

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
P colmena	15	0,21	0,00	22,83	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,05	4	0,01	0,67	0,6270
T	0,05	4	0,01	0,67	0,6270
Error	0,19	10	0,02		
Total	0,24	14			

Tabla 25A. Datos reales de la ganancia de peso de las colmenas a los 60 días

Ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 60 días después de empezado el experimento				
	R1	R2	R3	X
T1	0.40	1.50	0.40	0.77
T2	0.60	0.80	0.40	0.60
T3	0.40	0.30	0.50	0.40
T4	0.70	0.50	0.50	0.57
T5	0.40	0.50	0.50	0.47

Tabla 26A. Datos transformados de la ganancia de peso de las colmenas a los 60 días

Ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 60 días después de empezado el experimento			
T	R	P colmena	RAIZ_P colmena
T ₁	R ₁	0.4	0,63
T ₁	R ₂	1.5	1,22
T ₁	R ₃	0.4	0,63
T ₂	R ₁	0.6	0,77
T ₂	R ₂	0.8	0,89
T ₂	R ₃	0.4	0,63
T ₃	R ₁	0.4	0,63
T ₃	R ₂	0.3	0,55
T ₃	R ₃	0.5	0,71
T ₄	R ₁	0.7	0,84
T ₄	R ₂	0.5	0,71
T ₄	R ₃	0.5	0,71
T ₅	R ₁	0.4	0,63
T ₅	R ₂	0.5	0,71
T ₅	R ₃	0.5	0,71

Tabla 27A. Análisis de la varianza de la ganancia de peso de las colmenas (kg) a los 60 días después de empezado el experimento

Análisis de la varianza				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P colmena	15	0,19	0,00	23,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,07	4	0,02	0,59	0,6773
T	0,07	4	0,02	0,59	0,6773
Error	0,29	10	0,03		
Total	0,36	14			

Tabla 28A. Datos reales del consumo de alimento por las colmenas a los 15 días

Alimento consumido (g) a los 15 días después de empezado el experimento				
	R1	R2	R3	X
T1	380	230	433	348
T2	435	415	355	402
T3	320	350	446	372
T4	433	366	430	410
T5	0	0	0	0

Tabla 29A. Datos transformados del consumo de alimento por las colmenas a los 15 días

Alimento consumido (g) a los 15 días después de empezado el experimento			
T	R	Consumo de alimento	RAIZ_Consumo de alimento
T ₁	R ₁	380	19,49
T ₁	R ₂	230	15,17
T ₁	R ₃	433	20,81
T ₂	R ₁	435	20,86
T ₂	R ₂	415	20,37
T ₂	R ₃	355	18,84
T ₃	R ₁	320	17,89
T ₃	R ₂	350	18,71
T ₃	R ₃	446	21,12
T ₄	R ₁	433	20,81
T ₄	R ₂	366	19,13
T ₄	R ₃	430	20,74
T ₅	R ₁	0	0,00
T ₅	R ₂	0	0,00
T ₅	R ₃	0	0,00

Tabla 30A. Análisis de la varianza del alimento consumido por las colmenas (g) a los 15 días después de empezado el experimento

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Consumo de alimento	15	0,97	0,96	10,55	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	917,80	4	229,45	84,76	<0,0001
T	917,80	4	229,45	84,76	<0,0001
Error	27,07	10	2,71		
Total	944,87	14			

Tabla 31A. Datos reales del consumo de alimento por las colmenas a los 30 días

Alimento consumido (g) a los 30 días después de empezado el experimento

	R ₁	R ₂	R ₃	X
T ₁	380	320	405	368
T ₂	330	430	320	360
T ₃	420	445	450	438
T ₄	440	398	430	423
T ₅	0	0	0	0

Tabla 32A. Datos transformados del consumo de alimento por las colmenas a los 30 días

Alimento consumido (g) a los 30 días después de empezado el experimento

T	R	Consumo de alimento	RAIZ_Consumo de alimento
T ₁	R ₁	380	19,49
T ₁	R ₂	320	17,89
T ₁	R ₃	405	20,12
T ₂	R ₁	330	18,17
T ₂	R ₂	430	20,74
T ₂	R ₃	320	17,89
T ₃	R ₁	420	20,49
T ₃	R ₂	445	21,10
T ₃	R ₃	450	21,21
T ₄	R ₁	440	20,98
T ₄	R ₂	398	19,95
T ₄	R ₃	430	20,74
T ₅	R ₁	0	0,00
T ₅	R ₂	0	0,00
T ₅	R ₃	0	0,00

Tabla 33A. Análisis de la varianza del alimento consumido por las colmenas (g) a los 30 días después de empezado el experimento

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Consumo de alimento	15	1,00	1,00	1,64	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1031,15	4	257,79	3505,42	<0,0001
T	1031,15	4	257,79	3505,42	<0,0001
Error	0,74	10	0,07		
Total	1031,89	14			

Tabla 34A. Datos reales del consumo de alimento por las colmenas a los 45 días

Alimento consumido (g) a los 45 días después de empezado el experimento				
	R1	R2	R3	X
T1	390	415	445	417
T2	385	445	420	417
T3	440	450	355	415
T4	420	450	380	417
T5	0	0	0	0

Tabla 35A. Datos transformados del consumo de alimento por las colmenas a los 45 días

Alimento consumido (g) a los 45 días después de empezado el experimento			
T	R	Consumo de alimento	RAIZ_Consumo de alimento
T ₁	R ₁	390	19,75
T ₁	R ₂	415	20,37
T ₁	R ₃	445	21,10
T ₂	R ₁	385	19,62
T ₂	R ₂	445	21,10
T ₂	R ₃	420	20,49
T ₃	R ₁	440	20,98
T ₃	R ₂	450	21,21
T ₃	R ₃	355	18,84
T ₄	R ₁	420	20,49
T ₄	R ₂	450	21,21
T ₄	R ₃	380	19,49
T ₅	R ₁	0	0,00
T ₅	R ₂	0	0,00
T ₅	R ₃	0	0,00

Tabla 36A. Análisis de la varianza del alimento consumido por las colmenas (g) a los 45 días después de empezado el experimento

Análisis de la varianza					
Variable	N	R²	R² Aj	CV	
Consumo de alimento	15	0,99	0,99	5,10	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	997,57	4	249,39	359,95	<0,0001
T	997,57	4	249,39	359,95	<0,0001
Error	6,93	10	0,69		
Total	1004,50	14			

Tabla 37A. Datos reales del consumo de alimento por las colmenas a los 60 días

Alimento consumido (g) a los 60 días después de empezado el experimento

	R ₁	R ₂	R ₃	X
T ₁	430	430	435	432
T ₂	410	430	430	423
T ₃	415	430	440	428
T ₄	450	415	440	435
T ₅	0	0	0	0

Tabla 38A. Datos transformados del consumo de alimento por las colmenas a los 60 días

Alimento consumido (g) a los 60 días después de empezado el experimento

T	R	Consumo de alimento	RAIZ_Consumo de alimento
T ₁	R ₁	430	20,74
T ₁	R ₂	430	20,74
T ₁	R ₃	435	20,86
T ₂	R ₁	410	20,25
T ₂	R ₂	430	20,74
T ₂	R ₃	430	20,74
T ₃	R ₁	415	20,37
T ₃	R ₂	430	20,74
T ₃	R ₃	440	20,98
T ₄	R ₁	450	21,21
T ₄	R ₂	415	20,37
T ₄	R ₃	440	20,98
T ₅	R ₁	0	0,00
T ₅	R ₂	0	0,00
T ₅	R ₃	0	0,00

Tabla 39A. Análisis de la varianza del alimento consumido por las colmenas (g) a los 60 días después de empezado el experimento

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Consumo de alimento	15	0,99	0,99	5,78	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	959,10	4	239,77	283,41	<0,0001
T	959,10	4	239,77	283,41	<0,0001
Error	8,46	10	0,85		
Total	967,56	14			

Tabla 40A. Costo del tratamiento 1: torta proteica a base de harina de soja

T₁				
Material	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Total
Colmena (Piso, alza, marcos, tapa y entre tapa)	U	90	3	270
Mano de obra	U	25	2	50
Cañas	U	2.5	2	5
Fundas plásticas	U	0.08	12	0.96
Frascos plásticos	U	0.15	3	0.45
Harina de Soja	g	0.005	87	0.44
Levadura de cerveza	g	0.03	180	5.40
Polen	g	0.015	39	0.59
Miel	g	0.017	150	2.55
Azúcar	g	0.002	167	0.33
Total costo del tratamiento				\$ 335.71

Tabla 41A. Costo de mantenimiento de 1 kg de colmena del T₁

Costo de la dieta	\$ 9.30
Total de mantenimiento de 8 kg de colmena	\$ 37.22
Total de mantenimiento de 1 kg de colmena	\$ 4.65

Tabla 42A. Costo del tratamiento 2: torta proteica a base de harina de quínoa

T₂				
Material	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Total
Colmena (Piso, alza, marcos, tapa y entre tapa)	U	90	3	270
Mano de obra	U	25	2	50
Cañas	U	2.5	2	5
Fundas plásticas	U	0.08	12	0.96
Frascos plásticos	U	0.15	3	0.45
Harina de quínoa	g	0.0025	240	0.60
Levadura de cerveza	g	0.03	108	3.24
Polen	g	0.015	75	1.13
Miel	g	0.017	27	0.46
Azúcar	g	0.002	167	0.33
Total costo del tratamiento				\$ 332.17

Tabla 43A. Costo de mantenimiento de 1 kg de colmena del T₂

Costo de la dieta	\$ 5.76
Total de mantenimiento de 7.43 kg de colmena	\$ 23.03
Total de mantenimiento de 1 kg de colmena	\$ 3.04

Tabla 44A. Costo del tratamiento 3: torta proteica a base de harina de maíz

T₃				
Material	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Total
Colmena (Piso, alza, marcos, tapa y entre tapa)	U	90	3	270
Mano de obra	U	25	2	50
Cañas	U	2.5	2	5
Fundas plásticas	U	0.08	12	0.96
Frascos plásticos	U	0.15	3	0.45
Harina de maíz	g	0.002	81	0.16
Levadura de cerveza	g	0.03	153	4.59
Polen	g	0.015	159	2.39
Miel	g	0.017	57	0.97
Azúcar	g	0.002	167	0.33
Total costo del tratamiento				\$ 334.85

Tabla 45A. Costo de mantenimiento de 1 kg de colmena del T₃

Costo de la dieta	\$ 8.44
Total de mantenimiento de 7.57 kg de colmena	\$ 33.76
Total de mantenimiento de 1 kg de colmena	\$ 4.46

Tabla 46A. Costo del tratamiento 4: torta proteica a base de harina de plátano

T ₄				
Material	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Total
Colmena (Piso, alza, marcos, tapa y entre tapa)	U	90	3	270
Mano de obra	U	25	2	50
Cañas	U	2.5	2	5
Fundas plásticas	U	0.08	12	0.96
Frascos plásticos	U	0.15	3	0.45
Harina de plátano	g	0.002	81	0.16
Levadura de cerveza	g	0.03	153	4.59
Polen	g	0.015	135	2.03
Miel	g	0.017	81	1.38
Azúcar	g	0.002	167	0.33
Total costo del tratamiento				\$ 334.90

Tabla 47A. Costo de mantenimiento de 1 kg de colmena del T₄

Costo de la dieta	\$ 8.49
Total de mantenimiento de 11 kg de colmena	\$ 33.95
Total de mantenimiento de 1 kg de colmena	\$ 3.09

Tabla 48A. Costo del tratamiento 5 (grupo testigo)

T ₅				
Material	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Total
Colmena (Piso, alza, marcos, tapa y entre tapa)	U	90	3	270
Mano de obra	U	25	2	50
Cañas	U	2.5	2	5
Total costo del tratamiento				\$ 325.00