

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**La chancaca de *Agave americana* en la alimentación
complementaria de colonias de *Apis mellifera*.**

Wayllapampa, Ayacucho.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
Nihyguel Vila Condori**

Ayacucho - Perú

2017

DEDICATORIA

A la Santísima Virgen de Asunción.

A mis hermanos Sabino Vila Condori, José
Luís Vila Condori, Florabel Janampa A. y a
la pequeña Vania Belén Vila J.

A mis padres; José Vila Martínez y Sonia
Condori Janampa.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ciencias Agrarias por albergarme en sus aulas durante mi permanencia.

A la Escuela Profesional de Agronomía y a sus docentes por su contribución en mi formación profesional.

Al Dr. Antonio Jerí Chávez, mi asesor quien me guió con esmero y constancia en la ejecución y elaboración del presente trabajo de investigación.

Al Centro Experimental Wayllapampa, lugar donde se ejecutó el presente trabajo de investigación

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Índice general.....	iii
Resumen.....	9
Introducción.....	11

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. La Cabuya (<i>Agave americana</i> L.).....	13
1.1.1. Taxonomía.....	13
1.1.2. Descripción Botánica.....	14
1.1.3. Usos populares de la Cabuya.....	15
1.2. Elaboración de chancaca de cabuya.....	17
1.2.1. Composición fisicoquímica de la chancaca de cabuya.....	17
1.2.2. Azúcar comercial y composición química.....	18
1.3. La abeja (<i>Apis mellifera</i>).....	19
1.3.1. Castas de abeja.....	20
1.3.2. Desarrollo postembrionario de la abeja.....	22
1.3.3. Enjambrazón.....	24
1.3.4. Enjambrazón artificial de la colmena.....	24
1.4. Alimentación.....	26
1.4.1. Alimentación artificial.....	26
1.4.2. Sustituto de la miel.....	27
1.5. Actividad de la colmena.....	28
1.6. Mortalidad.....	28
1.7. Sanidad.....	28
1.7.1. Disentería o diarrea.....	29
1.7.2. Hormigas.....	30

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.	Ubicación.....	31
2.2.	Duración del experimento.....	32
2.3.	Instalación.....	32
2.4.	Diseño experimental.....	33
2.5.	Procedimiento.....	33
2.5.1.	Determinación del contenido de azúcar de los jarabes.....	33
2.5.2.	Estudio de la influencia de jarabe de chancaca de cabuya en el desarrollo de la colonia de abejas.....	33
2.6.	Evaluación.....	34
2.6.1.	Consumo de alimentos.....	35
2.6.2.	Incremento de Peso de las Colmenas.....	35
2.6.3.	Mortalidad y Actividad de las Abejas.....	35

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.	Determinación de la concentración de azúcar en los jarabes de chancaca de cabuya y de azúcar comercial.....	37
3.2.	Peso semanal de las colmenas, alimentadas con jarabe de azúcar comercial o de chancaca de cabuya.....	38
3.3.	Mortalidad de abejas, alimentadas con jarabe de azúcar o chancaca.....	41
3.4.	Actividad de ingreso y salida de abejas obreras, alimentadas con jarabe de azúcar o chancaca.....	44
3.5.	Ocurrencia de disentería o diarrea.....	48
3.6.	Costo de Alimentación.....	49
Conclusiones.....		51
Recomendaciones.....		52
Referencia Bibliográfica.....		53
Anexos.....		55

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.1	Composición química de la Chancaca.....	17
Tabla 1.2	Composición química del azúcar.....	18
Tabla 1.3	Taxonomía de la abeja.....	19
Tabla 1.4	Tiempo de desarrollo de <i>Apis mellifera</i> según las castas.....	24
Tabla 2.1	Registro de datos meteorológicos de Wayllapampa – Pacaycasa..	31
Tabla 3.1	Concentración de azúcar (grados Brix) en jarabes de chancaca y de azúcar comercial.....	37
Tabla 3.2	Promedio de peso de colmenas por semana.....	39
Tabla 3.3	prueba de Tukey para el peso final promedio de las colmenas según tratamiento a las 16 semanas de instaladas.....	41
Tabla 3.4	Promedio de la mortalidad de abejas por semana.....	42
Tabla 3.5	Prueba de Tukey para la mortalidad de abejas según tratamiento..	43
Tabla 3.6	Promedio de ingreso de abejas obreras por semana.....	45
Tabla 3.7	Prueba de Tukey para la actividad de ingreso de abejas.....	46
Tabla 3.8	Promedio de salida de abejas pecoreadoras por semana.....	47
Tabla 3.9	Prueba de Tukey para la actividad de salida de abejas.....	48
Tabla 3.10	Costo de alimentación con jarabe de azúcar.....	50
Tabla 3.11	Costo de alimentación con jarabe de chancaca.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1 Curva de regresión del peso de las colmenas por semana.....	40
Figura 3.2 Curva de regresión de la mortalidad de abejas por semana.....	44
Figura 3.3 Curva de regresión de ingreso de abejas obreras por semana....	46
Figura 3.4 Curva de regresión de salida de abejas pecoreadoras por seman	48

ÍNDICE DE ANEXOS

		Pág.
Anexo 1	Datos climatológicos según SENAMHI.....	56
Anexo 2	Registro semanal de peso de colmena.....	57
Anexo 3	Peso final a las 16 semanas de iniciado el tratamiento.....	58
Anexo 4	Análisis de variancia de jarabes azucarados en el peso de la colmena y figura con promedios de la prueba de Tukey.....	59
Anexo 5	Registro semanal de mortalidad de colmena.....	60
Anexo 6	Promedio de mortalidad de abejas por tratamiento en 16 sem....	61
Anexo 7	Análisis de variancia de tratamientos en la mortalidad de abejas y figura con promedios de la prueba de Tukey.....	62
Anexo 8	Registro semanal del Ingreso de abejas obrera.....	63
Anexo 9	Promedio de ingreso de abejas obrera por tratamiento en 16 semanas.....	64
Anexo 10	Análisis de variancia de jarabes azucarados en el Ingreso de abejas obreras y figura con promedios de la prueba de Tukey....	65
Anexo 11	Registro semanal de salida de abejas obrera.....	66
Anexo 12	Promedio de salida de abejas obrera por tratamiento en 16 sem...	67
Anexo 13	Análisis de variancia de jarabes azucarados en la salida de abejas obrera y figura con promedios de la prueba de Tukey.....	68
Anexo 14	Ocurrencia de disentería en abejas.....	69
Anexo 15	Álbum fotográfico del trabajo de investigación.....	70

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivos conocer la concentración de azúcar en dos jarabes preparados: con chancaca de cabuya (*Agave americana*) y azúcar comercial (sacarosa, rubia) diluidos en agua a la proporción 1:1; conocer los efectos de los jarabes administrados a las colonias de *Apis mellifera* en el desarrollo de la colonia; los efectos de los jarabes en la actividad de la abeja adulta y ocurrencia de diarrea. El estudio se realizó en la localidad de Huayllapampa, distrito de Pacaicasa, departamento de Ayacucho. Se instalaron 12 núcleos de abejas de similar peso (7 kg), obtenidos mediante enjambrazón artificial e injerto de celdas reales. Los portanúcleos estuvieron constituidos por tres bastidores, excepto en el testigo constituido por cuatro bastidores. Los dos tratamientos fueron: T₁, colmena alimentada semanalmente con 500 ml de jarabe azucarado; T₂, colmena alimentada con 500 ml de jarabe de chancaca de cabuya y T₀, testigo; en cada tratamiento se instaló un alimentador Doolittle. El diseño estadístico fue el Completamente Randomizado (DCR), con cuatro repeticiones, cada núcleo de abejas representó una unidad experimental. Preparado los jarabes se procedió a medir los grados Brix con un espectrofotómetro, repitiendo todo el proceso en tres oportunidades. Semanalmente fueron evaluadas las colonias: peso de colmena, actividad de ingreso y salida de abejas en la piquera, contaje de abejas muertas en la bandeja ubicada delante de la piquera y presencia de diarrea. Se ha determinado que el jarabe preparado con chancaca de cabuya tiene 48.2 grados Brix, el de azúcar comercial 44.8 grados Brix; el jarabe de chancaca de cabuya estimula mejor el desarrollo de las colonias expresado en mayor peso de la colmena, incrementa la actividad de las abejas adultas y produce menor mortalidad en comparación a las colonias alimentadas con azúcar comercial; los jarabes no producen diarrea a las abejas.

INTRODUCCIÓN

La apicultura es una actividad agropecuaria orientada a la crianza de abejas (*Apis mellifera*) con la finalidad de obtener múltiples beneficios a través de su explotación artesanal o industrial. Además de obtener la miel como producto principal, se produce polen, cera, jalea real, propóleo, veneno de abejas, núcleos, colmenas, reinas para su venta, y alquiler de colmenas para polinización (Salas, 2000).

Salas (2000) menciona que las abejas viven en grandes sociedades llamadas colonias perfectamente organizadas, donde cada individuo realiza una función determinada de acuerdo a su edad y desarrollo físico.

En la apicultura moderna la colonia es introducida en una caja construida por el hombre llamado colmena, ello permite criar a las abejas de manera racional para beneficio económico del hombre (SAGARPA, 2003).

Las abejas son seres vivos que requieren proteínas, carbohidratos, minerales, grasas, vitaminas y agua, para una normal actividad de su organismo, que obtienen de la recolección de néctar, polen y agua. Dependiendo de las variaciones climáticas y época del año se debe suministrar a las colonias una alimentación de sostenimiento durante la escasez de néctar, con la finalidad de evitar un desequilibrio entre la cantidad de población y sus necesidades nutricionales.

El *Agave americana* L. conocida en el Perú como Cabuya, Maguey, Chuchau, Paqpa, etc. crece de forma silvestre desde el nivel del mar hasta los 3500 msnm. El clima ideal para el desarrollo de esta planta es el templado (18 - 25°C), debido a los diferentes

microclimas del país existen grandes extensiones de terrenos con cabuya en forma silvestre, principalmente en los departamentos de Cajamarca, Huánuco, Huancavelica y Ayacucho (Cervantes y Cuya, 2015). A la cabuya no se le da la debida importancia, y tampoco se incentiva el aprovechamiento racional de la planta (Morales, 2001).

En la actualidad esta materia prima natural se desperdicia por la falta de una tecnología apropiada para su transformación industrial en diversos productos. En los departamentos de Huancavelica y Ayacucho los pobladores elaboran en forma artesanal un producto denominado chancaca; el cual se comercializan a pequeña escala y también en forme de trueque (Morales, 2001).

Esta investigación se realizó con la finalidad de aprovechar la chancaca de cabuya existente en nuestra región y observar la influencia que esta tendría al usarse como complemento de la miel durante cuatro meses en el desarrollo de las colonias de abejas, en época donde el néctar de las flores es escaso y las colonias de abejas disminuyen su población considerablemente (Morales, 2001).

Por las consideraciones expuestas el trabajo de investigación tiene los siguientes objetivos:

1. Conocer la concentración de azúcar en dos jarabes preparados: Chancaca de cabuya (*Agave americana*) y azúcar rubia con agua, en la proporción 1:1.
2. Determinar los efectos del jarabe de chancaca de cabuya en el desarrollo de la colonia de abejas en comparación al jarabe azucarado.
3. Determinar los efectos del jarabe de chancaca de cabuya en la actividad de la abeja adulta en la piquera, en su mortalidad y ocurrencia de disentería, en comparación al jarabe de azúcar.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. LA CABUYA (*Agave americana* L.)

El género *Agave* (del griego "agavous" noble, ilustre, hermoso) fue descrito por Linneo, en el siglo XVIII (1753) y en nuestro país es comúnmente encontrado en forma silvestre en los valles interandinos y cultivado con motivo ornamental en los jardines costeros. Se le adjudicaron diversos nombres, según las zonas en que crecieron. Los nombres más populares son: Agave, Maguey, Cabuya, Chuchau, Pacpa, Penca, Penca azul, Pinca, Cabuya americana, Century plant, Aloe americano, Ancashchampatra, Pita, Cocuisa, Cocui, Cabuyero, Kellupancarita (Collazos, citado por Cervantes y Cuya, 2015).

1.1.1. Taxonomía

La delimitación genérica de la familia Agavaceae y su reconocimiento han variado a través del tiempo. En la actualidad la circunscripción familiar más aceptada es la propuesta por Dahlgren et al. (1985) quienes delimitan la familia con 8 géneros. Actualmente se considera un noveno género (*Hesperoyucca*), segregado de *Yucca*. La familia Agavaceae es endémica de América. Se encuentra en un amplio rango de hábitats y se distribuye desde el sur de Canadá hasta Bolivia, incluyendo las islas del Caribe, desde las Bahamas hasta Aruba y Trinidad y Tobago (García y Mendoza, 2004).

El mismo autor clasifica a la cabuya de la siguiente manera:

División : Angiospermae
Clase : Monocotyledonae

Orden : Asparagales
Familia : Agavaceae
Subfamilia : Agavoideae
Género : *Agave*
Especie : *Agave americana* L.
Variedad : Azul

1.1.2. Descripción Botánica

Bautista (2006) describe a la cabuya del siguiente modo:

Es una planta herbácea con un periodo de crecimiento y maduración de 10 a 18 años después de los cuales florece. El tiempo de maduración depende de las condiciones climáticas y de suelos.

La raíz es amplia y robusta; el tallo es único, no ramificado, generalmente oculto por las hojas en su etapa inmadura. Se le descubre cuando las hojas son cortadas, las hojas están dispuestas en forma de roseta alrededor del tallo, son de color verde grisáceo muchas veces azulado, miden 1.20 a 2.00 m, son gruesas, carnosas, lanceoladas y sin pecíolo con un ancho de 30 cm, son ligeramente cóncavas hacia arriba y adentro, de bordes firmes con una hilera de espinas terminando el vértice con una espina de 3 cm de largo. La superficie está cubierta de una membrana resistente y blanquecina. En el espesor de las hojas se encuentra fibras longitudinales muy resistentes y maleables. Del vértice del tallo, en el centro de gigantesca roseta, surge verticalmente hacia arriba el tallo floral que llega a medir de 6 a 8 m de altura. Se ramifica en candelabro y da origen a panículos de varios centenares de flores. Las flores son mixtas tubulares de 5 cm de largo de color amarillo verdoso, formada por 6 pétalos, 6 estambres largos y un ovario tripartido.

El fruto es una cápsula triangular, prismática oblonga, de 4 cm de largo y lleno de semillas. Las semillas son planas de color negro, miden aproximadamente de 6 a 8 mm, germina en los pedúnculos florales y los frutos rápidamente son reemplazados por los hijuelos, llamados bulbillos, que son gérmenes vegetativos o plantas en miniatura con unas cuantas hojas, tallo corto y raicillas que caen al suelo y comienza la vida de una planta. Una vez producida los frutos la planta muere.

1.1.3. Usos populares de la Cabuya

El maguey es una planta que tiene diversas aplicaciones, que es aprovechada generalmente por la población que conoce sus diversos usos (Bautista, 2006) entre ellos tenemos:

a) Medicinal

Juscafresa (1975) indica que la cabuya (*Agave americana* L.) posee propiedades astringentes y calmantes. La raíz seca en decocción durante 10 minutos a dosis de 20 gramos por litro de agua, purifica la sangre. El zumo obtenido de las hojas mezclado con aceite de oliva y aplicado en fricciones, alivia el dolor y reuma. También se usa la infusión de las hojas combinado con miel para el lavado de los ojos irritados. Las hojas cocidas se usan como lociones para las enfermedades de los ojos.

En México se utiliza contra el cáncer, las hojas por vía oral en forma de extracto para el espasmo estomacal. En forma de polvo de las hojas se usa para combatir la ictericia y los males del hígado (Juscafresa, 1975).

b) Alimentación del ganado

Se usa como planta de forraje en su etapa inmadura, principalmente en las épocas de sequía. Constituye una alternativa para la alimentación del ganado vacuno y caprino. El aguamiel, de los primeros brotes de los tres días se usa para alimentación del ganado porcino (Cervantes y Cuya, 2015).

c) Bebidas

La bebida que más destaca en nuestro medio, es conocida como la “chicha de maguey”, que es la bebida fermentada de aguamiel, bajo esta forma es consumida por la mayoría de la población que conoce el aguamiel. Es así en la provincia de Vilcashuamán, es consumido en las épocas secas bajo la forma fermentada, es común de que los pobladores conviden la chicha de maguey a todos los visitantes como una de sus bebidas típicas. Ahora no sólo se está convirtiendo como la bebida típica de estas zonas, si no también ya se ha constituido como uno de los sustituyentes de la chicha de jora, ya que haciendo una comparación de las características organolépticas entre

las dos bebidas y haciendo las consultas de las preferencias de los consumidores, la chicha de maguey supera considerablemente a la chicha de jora (Bautista, 2006).

En México, Guatemala y Colombia; el aguamiel constituye materia prima para la producción de bebida fermentada y destilada como tequila y mezcal. La industria de tequila constituye una de las importantes agroindustrias mexicana (Bautista, 2006).

d) Material de construcción

Las hojas del maguey constituyen una fuente importante para la obtención de fibras naturales muy resistentes, maleables y muy apreciadas. A partir de las hojas se extraen fibras ya sea en la forma fresca o fibras secas. Estas fibras se usan para la construcción de sogas, hondas de los pastores, para la elaboración de mallas de pesca, mallas de embalaje, mallas de carga, objetos ornamentales y puentes colgantes. El tallo floral maduro y seco se usa para la construcción de viviendas, puertas, ventanas y los corrales de los animales, así mismo para elaborar los “banquitos” para asiento de maguey (Bautista, 2006).

e) Combustible

Cuando la planta cumple su ciclo vital, las hojas se secan, estas hojas son usadas como combustible para uso doméstico y principalmente para calentar hornos artesanales por que generan gran cantidad de calor (Bautista, 2006).

f) Alimentación del hombre

En la población peruana según los estudios realizados del conocimiento de la planta y sus derivados, su popularidad es todavía baja. En la actualidad se sabe que la explotación del aguamiel de agave es en forma artesanal en su mayor parte, todavía no existen formas estandarizadas para su aprovechamiento. Las formas como lo consumen la población que conoce el potencial alimenticio del “aguamiel” de agave pueden ser bajo la forma natural, con las cuales se preparan comidas dulces usándose como edulcorante para la preparación de desayunos, mazamoras, postres y refrescos. Ahora también ya se obtienen derivados como: chancacas y miel; bajo éstas formas se pueden comercializar, ya que bajo la forma natural no se puede comercializar porque es muy inestable, se fermenta rápidamente, pero la comercialización bajo éstas formas

de chancaca y miel aún no se ha optimizado porque generalmente se distribuyen en forma de trueques. Si bien es una alternativa para atenuar los problemas económicos de las comunidades más deprimidas, pero aún no se da la debida importancia y tampoco se incentiva su explotación racional de la planta, ya que su explotación en muchos casos implica la destrucción de la planta si no se explota adecuadamente y es necesario la reforestación continua. En algunos lugares de nuestro país como en Ayacucho se usa las flores tiernas para la preparación de comidas (Bautista, 2006).

1.2. ELABORACIÓN DE CHANCACA DE CABUYA

Una vez recolectada el jugo de la cabuya (paqpa upi), se pone a hervir en una olla de barro, en el transcurso de cocción se va removiendo constantemente con una cuchara de madera, para evitar asentamiento del producto en la base de la olla y evitar que se queme. Llegando a un estado que se llama “dar punto” el cual se comprueba mojándose las manos y se toma un poco de espuma, cuando esta se enfría y se quiebra ha llegado al punto de chancaca, se saca y se vierte en moldes para dejarlo secar; al final se obtendrá 1kg de chancaca (cuatro moldes) de 4 galones de jugo de cabuya (Pacotaype, S/F).

1.2.1. Composición fisicoquímica de la chancaca de cabuya

Tabla 1.1 Composición química de la chancaca.

Valor nutricional (%)	
Humedad	11.83
Grasa	0.04
Carbohidratos	85.4
Proteínas	0.92
Cenizas	1.64
Fibra	0.17
Solidos solubles (°Brix)	85
Acidez total	0.108
Humedad	11.82

Fuente: Gutiérrez y Huaccaycachacc (2006).

Collazos (2003) Mencionan que diferentes factores como la humedad relativa de la materia prima, el tipo de azúcar, permite que la muestra presente una mayor concentración de azúcares y una mejor textura.

Gutiérrez y Huaccaycachacc (2006) La chancaca presenta un mayor valor nutricional a comparación a otros productos azucarados similares.

1.2.2. Azúcar comercial y composición química

Se denomina azúcar, en el uso más extendido de la palabra, a la sacarosa, cuya fórmula química es $C_{12}H_{22}O_{11}$, también llamada “azúcar común” o “azúcar de mesa”. La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha. El 27% de la producción total mundial se realiza a partir de la remolacha y el 73% a partir de la caña de azúcar. La sacarosa se encuentra en todas las plantas, y en cantidades apreciables en otras plantas distintas de la caña de azúcar o la remolacha, como el sorgo y el arce azucarero. En ámbitos industriales se usa la palabra azúcar o azúcares para designar los diferentes monosacáridos y disacáridos, que generalmente tienen sabor dulce, aunque por extensión se refiere a todos los hidratos de carbono. El azúcar es una importante fuente de calorías en la dieta alimenticia moderna, pero es frecuentemente asociada a calorías vacías, debido a la completa ausencia de vitaminas y minerales (Gutiérrez y Huaccaycachacc, 2006).

Tabla 1.2 Composición química del azúcar.

Valor nutricional (%)	
Carbohidratos	99.5 g
Fibra alimentaria	5
Grasas	0 g
Proteínas	0 g
Agua	0.5 g
Calcio	2 mg (0%)
Fosforo	0.3 mg (0%)
Potasio	2 mg (0%)

Fuente: Azúcar Pomalca – Perú

1.3. LA ABEJA (*Apis mellifera*)

La abeja melífera pertenece a la Clase Insecta, orden Himenóptera que incluye miles de especies de abejas, avispas, hormigas y otras especies semejantes. Su característica principal es que posee un par de alas membranosas, siendo el par delantero mucho mayor que el posterior (Mace, 1991).

Como muchos miembros de su clase, mantienen sus crías en celdas estrechas, poseen un aguijón abdominal con el cual muchas especies pueden inyectar un veneno poderoso en el cuerpo de sus enemigos o víctimas, esta arma es más frecuente en abejas y avispas (Mace, 1991).

La abeja conforma una organización social equilibrada, durante los últimos setenta millones de años ha ido evolucionando hasta convertirse en un insecto altamente especializado en la recolección de néctar, polen y propóleos, así como también en lo concerniente al desarrollo de la colonia, su ciclo biológico y a la facultad de multiplicarse.

La colonia se compone de una reina que es la encargada de postura de huevos y de dar cohesión a la familia; la obrera (alrededor de 60,000) son las responsables de todas las tareas a realizarse en el exterior e interior de la colmena: nodrizas, sanitarias, cereras, guardianas y pecoreadoras. Finalmente están los zánganos, cuya función principal es la de fecundar a la reina, en plena temporada estos últimos suman unos 1,500 individuos (Zambrano, 2016).

Tabla 1.3 Taxonomía de la abeja.

Reino	Animalia
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hymenoptero
Familia	Apidae
Género	<i>Apis</i>
Especie	<i>A. mellifera</i> L.

Fuente: Jeri, 2014.

1.3.1. Castas de abeja

a) Obrera

Las abejas obreras son las más numerosas y las más conocidas. Se les ve ocupadas durante el verano todos los días soleados recogiendo néctar y polen almacenándolo en celdas que ellas mismas construyen segregando cera por unas glándulas que se encuentran debajo de su cuerpo, y que no recogen de las flores como solía creerse. Crían a los jóvenes en celdas, alimentándolas esmeradamente, al principio con una secreción glandular lechosa, y más tarde, con una mezcla de miel y polen. También recogen agua de lugares húmedos y raspan propóleos de las yemas de los árboles, para usarlo en reforzar el panal y taponar las grietas de las paredes de la colmena. Las obreras son rápidas y directas en su vuelo y pueden acarrear cargas sorprendentemente pesadas (Mace, 1991).

Para realizar estas y otras labores, disponen de una magnífica colección de instrumentos naturales. Su cabeza esta provista de fuertes mandíbulas, un par de ojos grandes compuestos, que les proporciona un amplio campo de visibilidad, antenas sensitivas que son los órganos del tacto, y probablemente, otros sentidos que no comprendemos por completo, y sobre todo una lengua de las más asombrosas que se encuentran en la naturaleza, la cual las capacita para recoger líquidos de densidad variada. La lengua puede actuar como una cuchara para chupar gotas pequeñas, o bien, como una bomba para extraer grandes cantidades de agua. Esta lengua es la puerta de entrada al canal de alimentación o tubo digestivo, que conduce a una bola dilatada, correspondiente al estómago de los animales rumiantes: la miel almacenada en él pueden regurgitarla y depositarlas en las celdas de panal, o bien, pasarla al verdadero estómago (Mace, 1991).

El tórax, o pecho, tiene dos pares de alas membranosas, que pueden conectarse en el vuelo, o desconectarse para plegarse sobre el cuerpo cuando el insecto entra en las celdas. Poseen tres pares de patas, provistas de ganchos o uñas, por medio de los cuales se unen unas a otras o se cuelgan de casi cualquier superficie. Las patas disponen de peines y cepillo para quitar de los pelos del cuerpo el polen recogido. Lo más sorprendente de todo son los “corbiculos” o depósitos para el polen, situados en las

patas posteriores, en los cuales las abejas cargan el polen y lo llevan a la colmena (Mace, 1991).

En la parte inferior del abdomen, se hallan las bolsas para la cera, de las cuales es segregada la cera en pequeñas escamas, que quitan con las patas y emplean en la construcción del panal. En la extremidad del abdomen se encuentra el aguijón, un instrumento extremadamente fino, duro y penetrante, accionado por un juego de músculos poderosos y conectados con una bolsa que contiene veneno, el cual produce un dolor fuerte en cualquier ser vivo. No son menos notables las numerosas glándulas que tienen en diferentes partes del cuerpo, cada una de las cuales produce su propia secreción especial: desde la cera para la construcción del panal hasta la “jalea real”, empleada para alimentar a las abejas reinas (Mace, 1991).

La duración máxima de vida de una abeja obrera depende de la estación del año. Las que fueron incubadas en la primavera o verano se agotan rápidamente, debido a su incesante actividad y en promedio, no viven más de seis semanas, mientras que las obreras, criadas en otoño, viven durante todo el invierno en un estado de semiletargo y comienzan a efectuar el trabajo de la colmena en los primeros días de la primavera (Mace, 1991).

b) Zángano

Los zánganos o abejas machos se distinguen fácilmente por su mayor tamaño, por sus cuerpos fuertes y velludos y por la magnitud de sus ojos. Por lo general son solo unos centenares. No tienen ninguno de los complejos órganos de las obreras, ni tampoco recogen néctar y polen, sino que viven del alimento almacenado por las obreras y permanecen en la colmena, excepto durante la mayoría de los días soleados. Luego emprenden cortos vuelos de orientación, volando de una parte a otra y produciendo un fuerte zumbido bastante diferente de las activas obreras. Su misión principal es la de fecundar a las reinas. Cuando una reina joven deja su colmena en su “vuelo nupcial”, es perseguida por los zánganos de su vecindad. Los zánganos son capaces de volar largas distancias y se cree que en ocasiones se alejan de la colmena hasta varios kilómetros, ya que las reinas se aparean a menudo en lugares donde parece no haber zánganos. Una vez apareados, el zángano muere, rompiéndose sus órganos genitales y

retirándolos la reina. Los zánganos no tienen aguijón y, por lo tanto, no pueden defenderse contra las obreras, que los expulsan incesantemente de la colmena cuando escasea el alimento almacenado. Solo bajo condiciones anormales, tales como la ausencia de una reina, se les permite vivir durante el invierno (Mace, 1991).

c) Reina

Por muy grande que sea el enjambre, resulta por completo inútil a menos que tenga una reina fértil. En la antigüedad antes que se conociera la verdadera naturaleza de este insecto sorprendente, se llamaba “abeja rey”, y se le suponía el gobernante de la colmena. Lo dicho resulta indirectamente cierto, puesto que ninguna colonia de abejas puede prosperar a menos que la reina cumpla su función de poner huevos, pero ahora se sabe con certeza que esta no es su única función, ya que la “política”, si así podemos llamarla, de la colmena está dirigida por lo que mejor podría denominarse un “espíritu comunitario” alentado por las condiciones ambientales (Mace, 1991).

Si bien una abeja reina es la mayor ocupante de la colmena, su tamaño voluminoso consiste solamente en el abdomen notablemente agrandado, el cual contiene un par de ovarios que tienen miles de huevecillos en diversas etapas de desarrollo. Carece de todos los instrumentos idóneos para construir panales, o para recoger néctar o polen. Se ha comprobado que los apareamientos múltiples son normales y que pueden aparearse hasta con nueve zánganos, bien sea en su primer vuelo de apareamiento o en sucesivos. El esperma que recibe en un solo apareamiento rara vez es suficiente para llenar su espermateca. El esperma se conserva vivo en la espermateca y fecunda los huevecillos a medida que estos maduran. En condiciones normales, una reina puede vivir cinco o más años, pero después de la segunda o tercera temporada, su postura de huevecillos disminuye rápidamente; en ocasiones las obreras la destituyen y colocan otra nueva reina en su lugar, antes que llegue esta etapa (Mace, 1991).

1.3.2. Desarrollo postembrionario de la abeja

García (2004) afirma lo siguiente: La abeja melífera, como cualquier otro animal complejo, comienza su vida como una sola célula, el huevo, luego pasa por una fase de larva y antes de convertirse en adulto se encontrará como un estado intermedio llamado pupa; descritas a continuación:

- **Huevo:** son alargados (15 mm de longitud), redondeados en sus puntas y levemente convexos. El huevo se deposita en posición vertical en el fondo de la celdilla, quedando pegado por una secreción mucilaginosa. El segundo día se inclina, y el tercero está totalmente tumbado en la base de la celdilla. Es en este día cuando nace la pequeña larva.
- **Larva:** la larva de *Apis mellifera* es acéfala, ápoda y de color blanco nacarado. Su principal función es comer, de hecho, tiene un estómago enorme, casi tan largo como el cuerpo. En este estado irá creciendo poco a poco y sufrirá varias mudas larvarias hasta llegar a llenar por completo la celda.
- **Pupa:** Una vez operculada la celdilla empieza el hilado del capullo por medio de la secreción de las glándulas salivales. Al cabo de dos días el capullo está completamente formado y en ese momento descansará y se producirá la última muda de su vida juvenil. Esta etapa dura alrededor de 12 días, durante los cuales sufre la metamorfosis, con destrucción de las estructuras larvarias y formación de los órganos nuevos del insecto adulto.
- **Adulto:** Después de completar su desarrollo la abeja rasga el opérculo y sale de la celdilla totalmente formada. Según su sexo y casta se dedicará a partir de ese momento a unas funciones u a otras.

García (2004) menciona también que la abeja pasa por tres fases en su vida juvenil (huevo, larva y pupa) y una compleja reestructuración de su cuerpo antes de convertirse en adulto. Mientras era una larva carecía de alas, su aspecto era completamente diferente al adulto y sólo se dedicaba a comer.

Este tipo de larva es característico de los insectos sociales que no tienen que ejercer una búsqueda activa del alimento en esta fase de su vida, Luego pasa por una etapa quiescente en la que deja de comer y sufre profundas transformaciones de su cuerpo. Finalmente emerge de la celdilla un individuo adulto y alado. Habiendo pasado por todas estas etapas, la abeja melífera se incluye por tanto dentro del grupo de insectos con desarrollo postembionario metábolo de tipo holometábolo.

Tabla 1.4 Tiempo de desarrollo de *Apis mellifera* según las castas.

Estados Castas	Huevo	Larva	Pupa	Total	Adulto
Obrera	3 días	6 días	12 días	21 días	Semanas
Reina	3 días	5 ½ días	7 ½ días	16 días	Años
Zángano	3 días	6 ½ días	14 ½ días	24 días	Meses

Fuente: Jerí, 2014.

1.3.3. Enjambrazón

Llamamos enjambrazón a la manera natural de multiplicarse de una colonia de abejas y este hecho constituye uno de los mayores obstáculos en la producción apícola. La enjambrazón se produce principalmente en el periodo de más abundancia de flores y polen, cuando el desarrollo de la colonia está en su más alto nivel. Si el espacio dentro de la colmena no es suficiente para albergar el creciente número de abejas, una parte de ellas con la reina abandonan la colmena, quedando debilitada, con la mitad de abejas (SAGARPA, 2003).

El mismo autor menciona que los principales signos de enjambrazón son:

- Construcción de celdas reales
- Apelotonamiento de abejas fuera de la colmena.

También indica las siguientes medidas para evitar la enjambrazón:

- Dar el suficiente espacio a la colmena en las épocas de floración, de manera que la reina tenga suficiente lugar donde hacer su postura, añadiendo alzas para que las abejas tengan bastantes panales donde almacenar su miel y polen.
- Mantener reinas jóvenes que no tengan tendencia enjambradora.
- En la época de calor mantener la piquera completamente abierta.
- Durante la revisión de la colmena, destruir las celdillas reales en caso de que se encuentren.

1.3.4. Enjambrazón artificial de la colmena

SAGARPA (2003) menciona que la naturaleza ha creado un instinto natural de reproducción en todas las especies, garantizando así su propia existencia. En el mundo

de las abejas, este instinto natural de reproducción de la especie lo conocemos con el nombre de enjambrazón. En la apicultura tecnificada el hombre aprovecha este instinto para ampliar su apiario. Conocido como enjambrazón artificial o división artificial de una colmena y se trata de obtener colonias nuevas a partir de una colonia madre. Para un buen desarrollo de la nueva colonia, la división debe realizarse en épocas favorables, eligiendo las colmenas que tengan las siguientes características:

- Buena reina.
- Población abundante.
- Existencia de provisiones abundantes de miel y polen.
- Conocer la época apropiada para dividir ya que ésta varía de una región a otra.

Por eso debemos:

- Hacer la división al final de las cosechas.
- Preparar material y equipo que se requiera.

En todos los casos es indispensable suministrar alimentación artificial a la división para estimular el desarrollo de la nueva colmena y en lo posible introducir una reina joven y de origen conocido (SAGARPA, 2003).

a) Pasos a seguir para dividir una colmena

Según SAGARPA (2003) los procedimientos para dividir una colmena son los siguientes:

1. Si se tiene una colmena fuerte, con abundante cría y provisiones de miel y polen, puede procederse a dividirla. A esta colmena llamaremos (A) y a la que vamos a obtener la llamaremos (B).
2. Cambiamos de lugar la colmena (A) dentro del mismo apiario a unos 3 metros del lugar original.
3. En el lugar donde se encontraba la colmena (A), se coloca la colmena (B) a la cual empezaran a llegar las abejas que andan en el campo pecoreando.
4. En la colmena (A) localizamos la reina y se captura para asegurarse que quedara en la colmena (A) logrado esto se procederá al reparto de material.
5. En la colmena (A) quedará la reina, todas las abejas jóvenes, los bastidores con cría operculada y la mitad de las provisiones de miel y polen. Completándose el espacio con bastidores de cera estampada.

6. En la colmena (B) quedarán las abejas pecoreadoras, todos los bastidores con huevos y larvas, un bastidor de cría operculada para asegurar nodrizas, la mitad de las provisiones de miel y polen e se introducirá una reina fecundada de origen conocido completando el espacio con marcos de cera estampada.
7. Es recomendable reducir la piquera de todas las divisiones para evitar el pillaje.

1.4. 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 (Vaquero y Vargas, 2010).

La nutrición en términos más comunes diremos que es la manera sistematizada de proporcionar alimentos que contengan los nutrientes necesarios para que un ser vivo (en este caso las abejas), realice de manera adecuada todas sus funciones biológicas (Vaquero y Vargas, 2010).

1.4.1. Alimentación artificial

Según SAGARPA (2003) en las épocas intermedias entre floración y floración, es necesario alimentar las colmenas que no tienen miel para evitar que mueran de hambre o enjambren en busca de zonas donde encuentren alimento. Así pues, la alimentación artificial se hace necesaria en temporadas prolongadas de lluvias o vientos, o cuando la floración es escasa, por sequías o heladas. Una revisión de la colmena puede confirmarnos la cantidad de reservas de miel y polen y, en consecuencia, la necesidad o no de dar alimentación artificial. El mismo autor menciona que existen dos tipos de alimentación artificial: una es de sostenimiento y la otra de estímulo.

La alimentación de sostenimiento es para mantener una población estable de abejas durante los periodos en que no hay floración y para esto se prepara un jarabe mezclando una parte de agua y una parte de azúcar. Esta alimentación de sostenimiento puede utilizarse cada una o dos semanas dependiendo de la población y la cantidad administrada.

La alimentación de estímulo, como su nombre lo dice, es para estimular a la colonia y que la reina mantenga un alto nivel de postura para que cuando llegue la floración la colmena tenga un gran número de abejas y así aprovechar al máximo el flujo de néctar y polen y obtener una gran producción. El jarabe para esta alimentación de estímulo se prepara con una parte de agua y una parte de azúcar.

El jarabe en cualquiera de los dos casos debe prepararse con agua hervida, en recipientes limpios y utilizarse el mismo día de su preparación para evitar que fermente (SAGARPA, 2003).

La alimentación de estímulo ha de iniciarse unos 60 días antes de la floración principal, se suministrará una o dos veces por semana hasta que las abejas no lo consuman más debido a que en el campo ya tienen flores que les proporcionan néctar y polen (SAGARPA, 2003).

La mejor manera de alimentar es por medio de alimentadores con capacidad de hasta un litro de jarabe y que se ubiquen en la parte interna de la colmena, lo que evitara que se fermente y a la vez esté a disposición directa de las abejas como con los alimentadores tipo Doolittle que se coloca en la parte interna y en la orilla de la colmena (SAGARPA, 2003).

1.4.2. Sustituto de la miel

La alimentación azucarada puede hacerse con miel, sacarosa (azúcar de caña), glucosa, jarabes de maíz, etc. La miel es el producto más simple que puede utilizarse para alimentar a las abejas cuando tienen pocas reservas. Algunos apicultores guardan panales de miel para colocarlos en las colmenas cuando las abejas los necesitan. Es la forma más cómoda y natural de alimentar las colmenas ya que sólo hay que colocar los panales cerca del nido de cría. Los panales que se guardan para la alimentación no deben ser muy gruesos para facilitar su introducción en el nido de cría y, por supuesto, no deben provenir de colonias que hayan padecido algún tipo de Loque o Micosis. También puede utilizarse la miel extraída de los panales para la elaboración de jarabes, bien sola o mezclada con otros azúcares o suplementos proteicos (Corona apicultores, 2012).

La sacarosa refinada o azúcar de mesa es muy común como suplemento azucarado de uso apícola. Puede administrarse directamente en su forma sólida, en candi o para la preparación de jarabes. La forma en que suministra depende de la época del año y de la condición de la colonia. El azúcar en seco es fácil de usar y elimina los problemas de pillaje, pero su asimilación no está asegurada si las abejas no pueden pecorear para recoger el agua necesaria para diluirlo. Algunas abejas tratan el azúcar sólido como si fueran residuos y lo extraen de la colmena (Corona apicultores, 2012).

Los jarabes isomerizados de maíz o jarabes con alto contenido en fructosa (HFCS) comenzaron a producirse a primeros de los años setenta. Se obtienen mediante la hidrólisis enzimática del almidón para producir glucosa y la conversión parcial de esta en fructosa. Aunque su composición puede ser muy similar a la de la miel, no supera a la sacarosa en el orden de preferencia de las abejas. Hay varios "HFCS" disponibles y se diferencian en su contenido de fructosa. Son bien asimilados por las abejas y quizás el más recomendable sea el que contiene un 55% de fructosa (Corona Apicultores, 2012).

1.5. ACTIVIDAD DE LA COLMENA

En la inspección externa de la colmena se observa la actividad de las abejas en la piquera. Esta actividad se registra por un tiempo aproximado de un minuto, tiempo en el cual se observa la cantidad de abejas que entran. Luego por un minuto la cantidad de abejas que salen (Jerí, 2014).

1.6. MORTALIDAD

La mortalidad en las abejas está relacionada con el ciclo de vida, la nutrición y sanidad. 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 para evitar muerte por intoxicaciones (Vaquero y Vargas, 2010).

1.7. SANIDAD

Las abejas son atacadas por diferentes tipos de patógenos en todos sus estados de vida. Generalmente las enfermedades atacan en temporadas de escasez de alimentos o

cuando las colmenas están muy débiles, también se pueden enfermar por consumir alimentos o agua contaminada (Miguel, 2005).

Las enfermedades de las abejas atacan los diferentes sistemas anatómicos y fisiológicos y por eso encontramos abejas con problemas respiratorios, digestivos, locomotores, circulatorios, etc. Todos los problemas patógenos son difíciles de identificar con certeza debido a que se necesita ayuda de laboratorio, pero un apicultor experimentado puede ejercer un control atacando las enfermedades por su sintomatología (Miguel, 2005).

1.7.1. Disentería o diarrea

Corona Apicultores (2012) menciona que cuando en patología apícola hablamos de disentería nos referimos, a semejanza de lo que ocurre en humanos, de un proceso intestinal que sufren las abejas y que produce una defecación abundante en el interior o en las inmediaciones de la piquera. Aparece en los albores de la primavera y produce mortalidad de abejas y debilitamiento de la colonia. El autor menciona que entre los alimentos que pueden causar disentería están:

- Jarabes de azúcares muy diluidos.
- Sacarosa y almidón hidrolizados por ácidos: Es uno de los procesos industriales para la obtención de derivados azucarados de productos vegetales. Aunque estos son aptos para el consumo humano, no lo son para las abejas y causan disentería y disminuyen la vida de las abejas.
- Miel sobrecalentada: Se producen sustancias tóxicas para las abejas durante el calentamiento excesivo de la miel.
- Miel granulada: Humedad variable en la miel.
- Azúcares semirrefinados: Son productos azucarados que contienen restos de almidón, oligosacáridos y otros azúcares que no son digeridos por las abejas e incluso presentan cierta toxicidad para las mismas.

El autor también menciona que hay algunos azúcares que por sí solos pueden ser tóxicos, como la lactosa o azúcar de la leche, la rafinosa que es un azúcar importante en el néctar del girasol y en el azúcar que se extrae de la remolacha, entre cuyos efectos

está la disminución de la vida de las abejas. Otro azúcar, la manosa, puede llegar a matar a las abejas inmediatamente.

De todos los azúcares, la sacarosa refinada (azúcar de caña) es el más valorado por las abejas en las pruebas de preferencia realizadas; en segundo lugar, está la glucosa y los jarabes de glucosa y fructosa; le sigue en el orden de preferencias la maltosa y por último la fructosa. Entre los azúcares presentes en el néctar que las abejas liban de las plantas, la sacarosa es dominante, siendo el más abundante en los nectarios de muchas flores. Por ello, y porque el sistema digestivo de las abejas probablemente está mejor preparado para digerir la sacarosa, es por lo que las abejas prefieren consumir este azúcar. En resumen, el mejor azúcar que podemos dar a las abejas en forma de alimentación artificial es la sacarosa refinada (Corona Apicultores, 2012).

1.7.2. Hormigas

Jerí (2014) menciona que las hormigas atacan a las colmenas por dos motivos; Por la miel y por las crías, pueden ser carnívoras cuando atacan crías, y fitófagas cuando buscan miel y polen. *Acromirmex* sp es un problema en Ayacucho, la prevención consiste en usar caballetes para las colmenas cuyas patas estén introducidas en latas con aceite quemado. Otra forma es embadurnar las patas de los caballetes en aceite quemado. El aceite impide que el olor de la hormiga (feromona) que marca en el camino no sea percibido por el resto de hormigas, la confusión produce una desorganización de las hormigas para acceder a la colmena. La otra alternativa es buscar el nido de las hormigas y destruirlo escarbando y quemándolo.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se instaló y condujo en el apiario del C.E. Wayllapampa de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNSCH, situado en:

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Pacaycasa

Localidad : Huayllapampa

Asentada a una altitud de 2469 m.s.n.m. cuyas coordenadas son 13° 4' latitud sur, 74° 12' longitud oeste. Según Cornejo (1983), esta zona de vida está calificada como estepa espinoso - montano bajo sub tropical, el lugar se caracteriza por presentar variaciones relativamente bruscas de temperatura entre el día y la noche.

Tabla 2.1 Registro de datos meteorológicos de Wayllapampa – Pacaycasa.

Año 2014	Temperatura Max (°C)	Temperatura Min (°C)	Precipitación (mm)
Marzo	24.6	10.4	2.5
Abril	25.6	7.6	0.8
Mayo	26.4	6.0	0.6
Junio	26.6	2.7	0.4
Julio	25.2	4.6	0.5
Agosto	25.7	4.0	0.5
Septiembre	25.9	8.1	1.1
Octubre	26.5	8.1	1.3
Noviembre	28.5	8.3	1.0
Diciembre	26.6	10.8	2.1

Fuente: SENAMHI (2017).

El periodo de mayor calor corresponde a los meses comprendidos entre octubre y marzo, en los cuales la temperatura diurna puede alcanzar hasta 27° C. sin embargo, entre mayo y agosto las temperaturas descienden hasta 13°C. Más aun en las noches. La humedad relativa fluctúa entre 50-60%.

2.2. DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento tuvo una duración de 16 semanas (04 meses), iniciándose el 21 de mayo del 2016 y finalizando el 01 de octubre del 2016.

2.3. INSTALACIÓN

- a) **Núcleos:** se reprodujeron 12 núcleos a partir de colmenas madres existentes en el apiario conocido como enjambrazón artificial donde se obtuvieron núcleos con un peso promedio de 7 kg, posteriormente se identificaron y colocaron sobre bancas de 0.6 x 3.0 x 0.5 m. instaladas con anticipación.
- b) **Alimentadores:** entre los alimentadores internos encontramos al tipo Doolittle. Consiste en una caja de madera con forma y medidas iguales al de un bastidor, pero en lugar de panal tienen dos paredes que forman un hueco al centro donde se colocaran los alimentos líquidos, principalmente jarabes en el interior de la colmena. Su capacidad es de 1.5 litros aproximadamente (Ayala, et al., 2013).
- c) **Colector de abejas muertas:** Se colocaron frente a la piquera, recipientes de plástico tipo tina de 30 cm de largo por 15 cm de ancho y 15 cm de profundidad, en cuya superficie se puso una malla para evitar que las abejas sanas no caigan y mueran al no poder salir. La finalidad fue atrapar y almacenar abejas muertas en las colmenas. Estas trampas se adaptaron a la parte externa de la piquera, de tal forma que no perjudicó las labores cotidianas de la colmena, cuidando de no generar mucha perturbación.
- d) **Probeta graduada:** se utilizó una probeta de 500 ml para medir el suministro semanal del alimento suplementario (jarabe de azúcar y de chancaca).
- e) **Balanza electrónica:** la evolución en aumento de peso por reproducción de abejas y acumulación de miel y otros componentes de la colmena fueron medidas por una balanza electrónica con capacidad de 30 kg aproximadamente.

- f) **Implementos apícolas:** se utilizaron los implementos de protección personal como guantes, careta y mandil o mameluco. También implementos de inspección que constan de una palanca universal, cepillo y ahumador.

2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el Completamente Randomizado (D.C.R.), con 2 tratamientos más un testigo y con 4 repeticiones. La unidad experimental fue la colonia de abejas o colmena (Tabla 2.1).

Los tratamientos fueron:

T₁: Jarabe de azúcar

T₂: Jarabe de chancaca de cabuya

T₀: Testigo

Tratamiento 1: colonia de abejas que recibieron 500 ml de jarabe de azúcar comercial en un alimentador tipo Doolittle.

Tratamiento 2: colonia de abejas que recibieron 500 ml de jarabe de chancaca de cabuya en un alimentador tipo Doolittle.

Testigo: Es la colonia de abejas a la cual no se suministró alimentación artificial.

2.5. PROCEDIMIENTO

2.5.1. Determinación del contenido de azúcar de los jarabes

Para la determinación del contenido de azúcar (°Brix) de los jarabes utilizados en la alimentación de colmenas, se prepararon muestras a una proporción de 1:1, esta medición se realizó haciendo uso de un espectrofotómetro digital marca ATAGO con capacidad para 92° Brix (Ver anexo fotográfico N° 14). Donde se determinó que el jarabe de chancaca contiene aproximadamente 48.2% de azúcar, mientras que el jarabe de azúcar comercial 44.8% (Ver Tabla 3.1).

2.5.2. Estudio de la influencia de jarabe de chancaca de cabuya en el desarrollo de la colonia de abejas

Para realizar el presente estudio se emplearon 12 colonias de abejas con un peso aproximado de 7 kg. Para reducir el error experimental, se produjeron nuevas colonias y con reinas nuevas. Una vez creado los núcleos fueron pesados y distribuidos al azar

en grupos de 3 núcleos por banca, cada núcleo distanciados a 3 metros uno del otro, con la finalidad de evitar problemas de pillaje y deriva.

Los tratamientos, inicialmente estuvo conformado por núcleo de 3 bastidores más 1 alimentador Doolittle. Dos de los bastidores contenían crías en diferentes estados de desarrollo (una con obreras adultas por nacer, otra con larvas y huevos), el tercero con reserva de polen y poca miel. El núcleo estuvo poblado por abejas de diferentes edades haciendo un peso aproximado de 7kg. Luego de 4 días se introdujo una celda real de aproximadamente 12 días de iniciada su formación.

El testigo, inicialmente estuvo conformado por 4 bastidores con las siguientes características: 2 bastidores con reserva de miel y polen y 2 bastidores con crías en diferentes estados de desarrollo. Fue poblado el núcleo obteniendo un peso similar al de los tratamientos y del mismo modo se procedió con la introducción de la celda real. Las colonias que iban progresando en su desarrollo se les fueron incrementando bastidores hasta hacer el trasbase a una colmena estándar que tiene una capacidad de 10 bastidores.

En las 16 semanas que duró el experimento, en los tratamientos, las colonias de abejas fueron alimentadas con 500 ml. de jarabe de azúcar comercial a una proporción de 1:1 (agua hervida y azúcar comercial) y 500 ml. de jarabe de chancaca elaborada a una proporción de 1:1 (agua hervida y chancaca de cabuya) como complemento de la miel o néctar que ellas mismas acarreaban. El jarabe fue proporcionado una vez por semana a cada colonia de los tratamientos.

Durante la duración del experimento se observó la presencia de *Acromyrmex sp* (hormiga cortadora), por lo cual se hizo un control mecánico del nido y embadurnado de las banquetas con aceite quemado.

2.6. EVALUACIÓN

El control de peso de cada colonia, el conteo de la actividad en la piquera y el conteo de mortalidad en las bandejas colocadas en la piquera de cada colmena se realizó cada 7 días, tiempo suficiente para que las abejas consuman el jarabe dejado en el

alimentador. Estos registros han servido para determinar el desarrollo de la colmena que se reflejan en el incremento de peso, crecimiento poblacional y mayor actividad entre otros aspectos.

2.6.1. Consumo de Alimentos

A partir del primer día de instalado el experimento, las colmenas con tratamiento T₁ y T₂ recibieron semanalmente 500 ml. de alimento en forma de jarabe. Los jarabes eran distribuidos en alimentadores del tipo Doolittle de madera. Para evitar problemas de intoxicación en las abejas estos jarabes se elaboraban con 12 horas de anticipación pasando por un proceso simple de pasteurización para evitar presencia de microorganismos que pudieran causar trastornos gastrointestinales y prolongar su utilidad evitando que se fermente antes de que las abejas pudieran terminar de consumirlas.

2.6.2. Incremento de Peso de las Colmenas

Las colmenas fueron pesadas cada 7 días donde se determinó el incremento de peso de las colmenas, este control se realizó en horas de la mañana a partir de las 9:30 a.m. Para tal efecto se utilizó una balanza electrónica.

2.6.3. Mortalidad y Actividad de las Abejas

Para determinar la mortalidad se realizó el conteo de abejas muertas encontradas dentro de las bandejas ubicadas en la piquera de cada colmena. Mientras que para la evaluación de la actividad de las abejas se hizo el conteo de abejas que ingresaban y salían durante un tiempo de 2 minutos.

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Determinación de la concentración de azúcar en los jarabes de chancaca de cabuya y de azúcar comercial.

La tabla 3.1 se muestra los resultados de las mediciones efectuadas a los jarabes preparados con chancaca de cabuya o azúcar comercial en la proporción 1:1 con agua. Cervantes y Cuya (2015) mencionan que un grado Brix es la densidad que tiene a 20° C una solución de sacarosa al 1 %; se dice que un jugo tiene una concentración de sólidos solubles disueltos de un grado Brix, cuando su índice de refracción es igual al de una solución de sacarosa al 1 %). En general durante el estudio se ha proporcionado a las colmenas más azúcar con el jarabe de chancaca de cabuya que con el jarabe de azúcar comercial, por lo cual podría haber influenciado en el desarrollo de las colonias de abeja al ser alimentadas semanalmente durante 16 semanas.

Tabla 3.1 Concentración de azúcar (grados Brix) en jarabes de chancaca y de azúcar comercial.

Repetición	Proporción de chancaca o azúcar en agua	Grados Brix	
		Jarabe de Chancaca	Jarabe de Azúcar
1	1:1	48.2	45.0
2	1:1	48.0	44.4
3	1:1	48.5	45.0
Promedio		48.2	44.8

3.2. Peso semanal de las colmenas, alimentadas con jarabe de azúcar comercial o de chancaca de cabuya

En la tabla 3.2 se aprecia el peso promedio de las colmenas según los tratamientos y el testigo registrados durante 16 semanas. Con estos datos se calcularon ecuaciones de regresión (Figura 3.1), observando que el peso de la colmena alimentada con el jarabe de chancaca se incrementa más que cuando se alimenta con jarabe de azúcar, este incremento se debe a las propiedades nutricionales de la chancaca de cabuya y el incentivo que este alimento promueve en la población de una colonia de abejas incrementando así el número poblacional y el pecoreo de néctar presente en el campo. En segundo lugar, se ubica con mayor peso la colmena alimentada con jarabe de azúcar comercial y finalmente el testigo. La FAO/OMS (2005) recomienda alimentar las colonias para superar deficiencias temporales de alimento debido a condiciones climáticas u otras circunstancias excepcionales. En tales casos, de estar disponibles, se deberá utilizar miel o azúcares producidas orgánicamente. La alimentación deberá realizarse solamente entre la última cosecha de miel y el comienzo del siguiente período de flujo de néctar o ambrosía. En el presente estudio se alimentaron los núcleos de abejas para incrementar la población en condiciones de escasas de néctar en el campo (21 de mayo – 1 de octubre), resultando el jarabe de chancaca como más beneficioso para las colonias de abejas. Las mayores floraciones en nuestra región son estacionales de (Setiembre – Abril) esto se ve interrumpida por periodos de escasa floración que van de (mayo – agosto) donde el clima es frío y seco, que debilitan las colmenas y reducen su potencial productivo y reproductivo. Para resolver el problema de la falta de alimentos en este periodo fue necesario alimentar a las colmenas testigo con la finalidad de que sobrevivan al escasear flores en el campo (las colmenas testigo soportaron entre 8 y 11 semanas sin recibir ningún tipo de alimentación, luego de este tiempo se les auxilió con 500 ml de jarabe de chancaca por colmena).

Durante el desarrollo de las colonias de abeja se pudo apreciar que las alimentadas con chancaca, en comparación a las alimentadas con jarabe de azúcar, en menor tiempo poblaron el portanúcleo y en consecuencia también en menor tiempo se tuvieron que ser trasvasadas a colmenas estándar. Esto ocurrió debido a que el jarabe de chancaca de cabuya estimula mejor la postura de la reina (incremento poblacional) al simular un flujo de néctar. La reina y las obreras al percibir abundancia de néctar se estimulan en

realizar sus labores en consecuencia se incrementa la población (SAGARPA, 2003). Este estímulo tiene que ser con la finalidad de que la colmena no decaiga y que el aumento de la cantidad de abejas sea mínimo o lo suficiente para ser considerada fuerte (Vaquero y Vargas, 2010).

Tabla 3.2 Promedio de peso de colmenas por semana.

Semana	T ₀ Testigo	T ₁ Azúcar	T ₂ Chancaca
01	7.44	7.13	7.22
02	7.10	7.55	7.58
03	7.35	8.44	8.53
04	8.15	9.04	10.05
05	8.62	9.50	12.16
06	9.28	13.29	14.39
07	10.24	14.22	16.07
08	12.96	14.80	17.02
09	12.96	15.16	18.09
10	12.89	15.78	18.99
11	13.68	15.89	19.44
12	14.13	16.62	21.23
13	14.19	17.18	21.23
14	14.60	17.49	21.84
15	15.26	17.74	22.58
16	15.09	17.99	22.96

La figura 3.1 nos muestra la regresión de ganancia de peso en el tiempo que duró el estudio con los dos tratamientos, donde las colmenas alimentadas con jarabe de chancaca de cabuya (T₂) tienen una mejor respuesta al estímulo alimenticio ganando peso por acumulación de miel producto del almacenamiento del jarabe proporcionado y por el incremento de la población de obreras que a su vez acarrearón el poco néctar presente en el campo. También el mayor incremento de peso se debió a que el jarabe de chancaca de cabuya indujo a la fabricación de nuevos panales para atender a la

creciente población, La elaboración de cera y estiramiento de las celdas y panales se les atribuyen a las abejas obreras de 12 a 18 días de edad aproximadamente, por lo cual estas colmenas se poblaron de crías jóvenes que realizaron estos trabajos.

El jarabe de azúcar comercial estimuló la postura de la reina, en consecuencia, el incremento de mayor peso de la colmena, pero no en la magnitud que con el jarabe de chancaca de cabuya. El trabajo de las obreras también fue estimulado ya que tuvieron una mejor nutrición. (Delzenne, 1999; Roberfroid, 2001 citados por Rendón, 2009) mencionan que la chancaca de cabuya presenta fructanos que atraviesan el tracto gastrointestinal de los mamíferos, son fermentados por la microflora intestinal y producto de la fermentación se originan ácidos grasos de cadena corta (AGCC) como los propionato, acetato, butirato, además aumenta la absorción de minerales como el calcio mejora el sistema inmunológico, reduce el riesgo de aterosclerosis, al mismo tiempo, regula el metabolismo de lípidos y carbohidratos, por lo cual se podría decir que ocurre un proceso similar en el tracto intestinal de las abejas que consumen jarabe de chancaca de cabuya el cual es benéfico en diversas formas.

La chancaca de cabuya a diferencia del azúcar comercial contiene aminoácidos (proteína) y vitaminas del complejo B, los cuales podrían explicar la mayor postura de la reina y mayor actividad de las obreras, todo traducido en un mayor peso de la colmena.

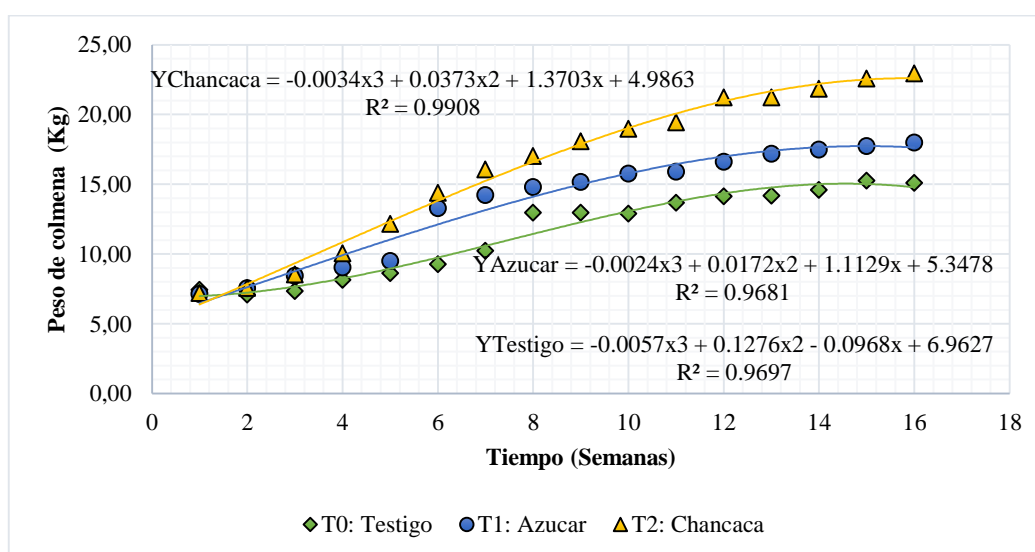


Figura 3.1 Curvas de regresión del peso de las colmenas por semana.

Al analizar estadísticamente a la décima sexta semana de instaladas las colmenas (Tabla 3.3), según la prueba de Tukey el jarabe de chancaca produce un mayor peso de la colmena (22.96 Kg.) que con el jarabe de azúcar (17.99 Kg). El peso obtenido con el jarabe de azúcar comercial es estadísticamente igual al obtenido con el testigo (15.45 Kg).

Tabla 3.3 Prueba de Tukey para el peso final promedio de las colmenas según tratamiento a 16 semanas de instaladas.

Tratamiento	Jarabe	Promedio (Kg)	ALS (T) (0.05)
T ₂	Chancaca	22.96	a
T ₁	Azúcar	17.99	b
T ₀	Testigo	15.45	b

3.3. Mortalidad de abejas, alimentadas con jarabe de azúcar o chancaca

La mortalidad en las abejas está relacionada con el ciclo de vida, la nutrición y sanidad. Las recomendaciones mencionadas por Vaquero y Vargas (2010) para evitar la muerte de abejas por intoxicación fueron implementadas referidos a: alimentos inocuos, tanto para las abejas como para las personas, asimismo, el agua que se emplee debe ser hervida.

En la tabla 3.4 se muestran los promedios de mortalidad de abejas por tratamiento, obtenidos durante las 16 semanas de estudio; con estos datos se ha determinado que las abejas de las colmenas alimentadas con jarabe de azúcar (T₁) presentaron la más alta mortalidad con respecto al tratamiento testigo y al tratamiento con jarabe de chancaca de cabuya. La mortalidad de las colmenas testigo (T₀) fue comparativamente de nivel intermedio (825.17 abejas muertas). La menor mortalidad se produjo con el jarabe de chancaca (494.25 abejas muertas). La mayor mortalidad observada en el testigo y con el jarabe de azúcar se debió probablemente a que la población cada vez más estuvo integrada por abejas obreras de avanzada edad, en consecuencia, una población vieja siempre tiene mayor mortalidad que a su vez repercute en una menor población y en una menor actividad de pecoreo.

Tabla 3.4 Promedio de la mortalidad de abejas por semana.

Semana	T ₀ Testigo	T ₁ Azúcar	T ₂ Chancaca
01	34.50	37.50	25.25
02	37.00	35.50	30.75
03	38.50	26.75	7.50
04	33.50	19.75	22.25
05	28.75	18.25	12.25
06	53.50	30.50	20.50
07	27.50	67.25	14.75
08	85.75	70.00	21.25
09	125.50	35.75	17.75
10	29.33	48.75	17.75
11	71.67	103.50	47.25
12	43.00	95.50	65.25
13	66.33	56.00	65.25
14	51.00	48.75	43.75
15	55.00	83.00	56.75
16	44.33	68.00	26.00
Total	825.17	844.75	494.25

En la figura 3.2 se aprecia la regresión de mortalidad en cada uno de los tratamientos y del testigo. Las abejas alimentadas con jarabe de azúcar al inicio sufren una ligera disminución de la mortalidad para luego incrementarse progresivamente, superando en mortalidad al testigo a las once semanas de instaladas las colmenas. Lo más evidente es que se produjo una menor mortalidad de abejas con el jarabe de chancaca de cabuya, con una tendencia de la curva de regresión similar al producido con el jarabe de azúcar.

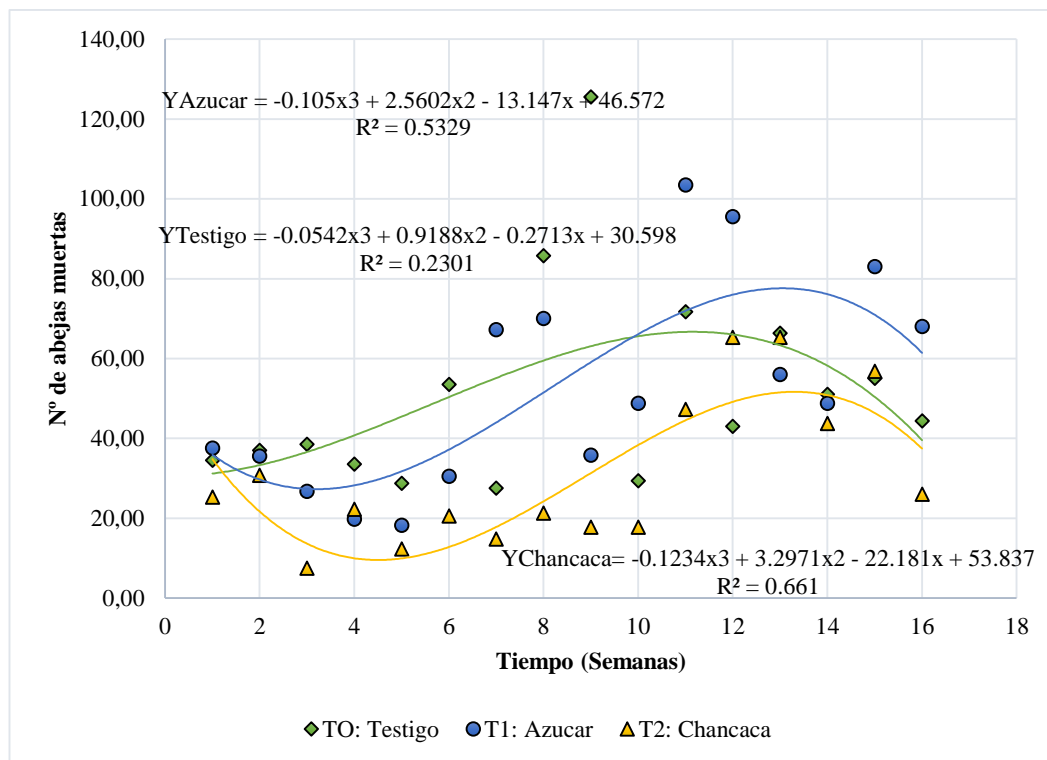


Figura 3.2 Curvas de regresión de la mortalidad de abejas por semana.

En la tabla 3.5 la Prueba de Tukey demuestra que estadísticamente existe diferencia entre los tratamientos. Determinándose que el tratamiento con jarabe de azúcar comercial (T_1) y Testigo (T_0) causaron mayor mortalidad (52.80 y 51.57 abejas, respectivamente) en comparación al jarabe de chancaca de cabuya (T_2), que registró una mortalidad baja (30.89 abejas/semana) el cual es un indicador de ser un alimento menos nocivo para las abejas a comparación del jarabe de azúcar comercial.

En la revista de Corona Apicultores (2012) indican que, aunque la sacarosa y almidón hidrolizados por ácidos en procesos industriales para la obtención de derivados azucarados de productos vegetales son aptos para el consumo humano, no lo son para las abejas y causan disentería y disminuyen la vida de las abejas ya que contienen restos de almidón, oligosacáridos y otros azúcares que no son digeridos por las abejas e incluso presentan cierta toxicidad para las mismas.

Tabla 3.5 Prueba de Tukey para la mortalidad de abejas según tratamiento.

Tratamiento	Jarabe	Promedio (Abejas/Semana)	ALS (T) (0.05)
T ₁	Azúcar	52.80	a
T ₀	Testigo	51.57	a
T ₂	Chancaca	30.89	b

3.4. Actividad de ingreso y salida de abejas obreras, alimentadas con jarabe de azúcar o chancaca

Se ha implementado las recomendaciones de Vaquero y Vargas (2010) que señalan de no producirse un buen nacimiento de abejas en otoño, sea cual sea las condiciones del invierno o se interrumpe la postura en forma violenta, la colmena no llegará a la próxima primavera. Por eso, es importante preocuparse en esos momentos de la postura de la reina. La fuerte disminución de población detectada, al inicio de la temporada de otoño, es una respuesta a un desequilibrio ocurrido de la relación nutrición-espacio-población, lo que disminuyó y en algunas familias interrumpió la postura de la reina (bloqueo). Debido a esta situación, se recomendó: otorgar un marco estirado y vacío para la postura de la reina; alimentar con una fuente de jarabe azucarado para estimular dicha postura de manera de prolongarla; comprimir a las colonias disminuyendo los espacios interiores; reducir la piquera, vigilar las reservas de nutrientes.

La actividad de las abejas de ingreso y salida de la colmena registrados por un tiempo de dos minutos están influenciados por diversas causas como son la falta de reservas dentro de la colmena, poca postura de la reina y mayor mortalidad que fueron sumándose para debilitar a las colmenas testigo. Los resultados se observan en la tabla 3.6 (ingreso) y 3.8 (salida); donde se muestran los promedios de ingreso y salida de abejas pecoreadoras por tratamiento obtenidos durante las 16 semanas de estudio, con los cuales se realizaron regresiones (Figura 3.3 y 3.4) determinando que el jarabe de chancaca de cabuya incentiva mayor actividad de ingreso y salida de abejas a comparación del jarabe de azúcar y el testigo.

Tabla 3.6 Promedio de ingreso de abejas obreras por semana.

Semana	T ₀ Testigo	T ₁ Azúcar	T ₂ Chancaca
01	15.00	54.00	59.50
02	12.25	54.25	66.50
03	15.50	50.00	45.00
04	11.00	39.25	92.00
05	27.00	41.75	56.25
06	24.25	45.50	31.25
07	14.25	22.75	33.75
08	32.00	45.50	80.00
09	40.25	72.50	78.00
10	70.67	73.25	85.75
11	81.00	94.00	132.25
12	52.33	67.75	183.25
13	96.00	125.50	183.25
14	64.67	117.00	222.50
15	59.33	136.00	212.25
16	61.00	117.75	231.50
Total	676.50	1156.75	1793.00

La siguiente figura nos presenta el incremento progresivo ascendente en la actividad de ingreso de las abejas a las colmenas con los dos tratamientos. Las colmenas con el tratamiento (T₂) jarabe de chancaca de cabuya tuvieron mejor respuesta al estímulo alimenticio brindado; mientras que las abejas de las colmenas tratadas con jarabe de azúcar comercial (T₁) presentaron una menor respuesta ubicándose entre el jarabe de chancaca de cabuya (T₂) y el testigo (T₀).

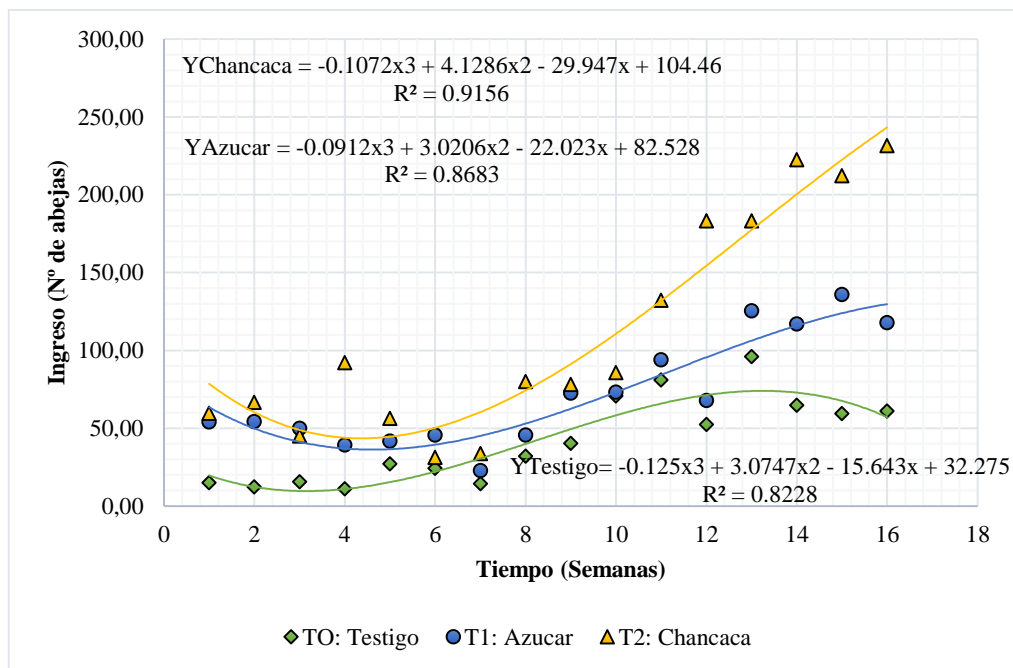


Figura 3.3 Curvas de regresión de ingreso de abejas obreras por semana.

Según la prueba de contraste de Tukey (Tabla 3.7) los dos tratamientos produjeron diferente cantidad de abejas que ingresan a la colmena, notándose que el tratamiento con jarabe de chancaca de cabuya estimula la mayor actividad de ingreso de abejas en las colmenas (112.06 abejas) en segundo lugar se ubica el jarabe de azúcar con (72.30 abejas). La menor actividad fue registrada en el testigo (42.28 abejas).

Tabla 3.7 Prueba de Tukey para la actividad de ingreso de abejas.

Tratamiento	Jarabe	Promedio (abejas/2min)	ALS (T) (0.05)
T ₂	Chancaca	112.06	a
T ₁	Azúcar	72.30	b
T ₀	Testigo	42.28	c

En la Tabla 3.8 se muestra la cantidad de abejas que salieron; al comparar con la tabla 3.6 se aprecia que más abejas ingresaron a la colmena que las que salieron. La explicación es el momento del día en que se efectuaron las evaluaciones estas fueron siempre a las 10 de la mañana, momento en el cual las obreras pecoreadoras están de retorno a su colmena.

Tabla 3.8 Promedio de salida de abejas pecoreadoras por semana.

Semana	T ₀ Testigo	T ₁ Azúcar	T ₂ Chancaca
01	7.00	38.50	51.50
02	17.00	39.75	64.75
03	11.50	69.50	59.50
04	16.25	36.50	93.25
05	23.00	46.50	79.50
06	21.50	26.25	31.25
07	17.50	26.50	40.50
08	25.50	48.50	72.25
09	28.50	61.50	75.00
10	42.00	55.00	78.00
11	61.33	91.25	110.00
12	59.00	61.50	124.75
13	77.00	65.25	124.75
14	66.67	98.50	208.75
15	58.67	78.50	190.00
16	56.33	73.25	208.50
Total	588.75	916.75	1612.25

Las curvas de regresión de salida de abejas de la colmena (figura 3.4) tienen similar tendencia a las de ingreso (ver figura 3.3) donde se aprecia el incremento ascendente de esta actividad en colmenas alimentadas con jarabe de chancaca de cabuya mientras que las abejas de la colmena tratada con jarabe de azúcar comercial quedan en segundo lugar con aumento lento en la salida y por ultimo tenemos a las colmenas testigo que presentaron serias complicaciones en sus actividad por la poca cantidad de abejas obreras.

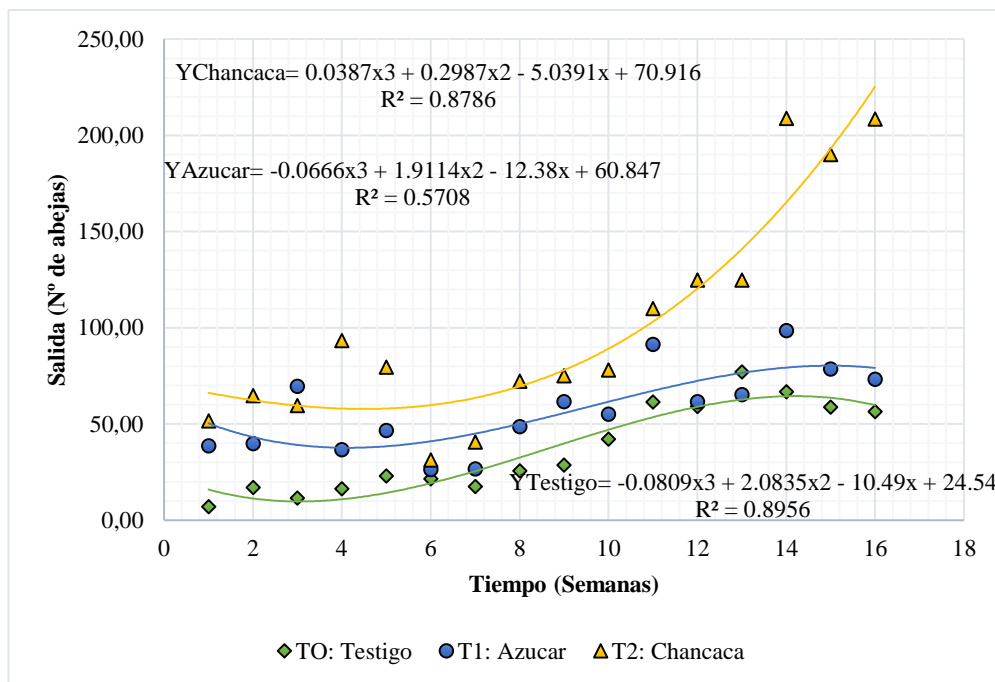


Figura 3.4 Curvas de regresión de salida de abejas pecoreadoras por semana.

De igual manera cuando se realiza la prueba de Tukey (Tabla 3.9) se observa que la mayor actividad de salida de abejas de la colmena se produjo cuando son alimentadas con jarabe de chancaca de cabuya (100.77), en segundo lugar, con jarabe de azúcar (57.30 abejas). Las razones por las que se producen estos resultados fueron mencionadas en el ítem anterior, como es la calidad nutricional de los jarabes, la cantidad de azúcar presente en los jarabes.

Tabla 3.9 Prueba de Tukey para la actividad de salida de abejas.

Tratamiento	Jarabe	Promedio (Abejas/2min)	ALS (T) (0.05)
T ₂	Chancaca	100.77	a
T ₁	Azúcar	57.30	b
T ₀	Testigo	36.80	c

3.5. Ocurrencia de disentería o diarrea

No se observaron casos de problemas de diarrea debido a la alimentación proporcionada (Anexo 14: Tabla 4.13); debido a que los jarabes fueron preparados con agua hervida y la dilución en agua recién hervida incluso posteriormente sometiendo

a calor para acelerar la dilución sin que llegue a hervir este proceso logra matar microorganismos que podrían causar la fermentación del jarabe en un corto periodo luego de ser suministrado.

Las causas de diarrea en abejas, expuestas en la revista de Corona Apicultores (2012) no han sido posible observarlas, ya que en ella se mencionan que la disentería o diarrea es un proceso intestinal que sufren las abejas y que produce una defecación abundante en el interior o en las inmediaciones de la piquera. El desencadenante más habitual es el elevado contenido en agua del alimento que toman las abejas. Aparece en los albores de la primavera y produce mortalidad de abejas y debilitamiento de la colonia. Aunque la sacarosa y almidón hidrolizados por ácidos en procesos industriales para la obtención de derivados azucarados de productos vegetales son aptos para el consumo humano, no lo son para las abejas y causan disentería y disminuyen la vida de las abejas ya que contienen restos de almidón, oligosacáridos y otros azúcares que no son digeridos por las abejas e incluso presentan cierta toxicidad para las mismas. De todos los azúcares, la sacarosa refinada (azúcar de caña) es el más valorado por las abejas en las pruebas de preferencia realizadas; en segundo lugar, está la glucosa y los jarabes de glucosa y fructosa.

3.6. Costo de Alimentación

Para estimar los costos de alimentación para las condiciones en que se llevó a cabo el estudio, se midieron los tiempos de preparación de los jarabes, cantidad de insumos utilizados y mano de obra durante las 16 semanas.

- La chancaca se distribuye en el mercado central a un costo de S/ 2.00 soles con un peso promedio de 250g. y se requirió 1.2kg por semana.
- el kilogramo de azúcar tuvo un costo de S/ 3.00. También se requirió 1.2kg por semana.
- Semanalmente se utilizó 2.4 L de agua para los tratamientos. Según EPSASA el agua potable para la zona residencial domestico tiene un costo de 0.590 soles/m³.
- La mano de obra se consideró jornales de S/ 25.00 soles durante las 16 semanas haciendo un costo final de S/ 400.00 soles en este rubro.

Tabla 3.10 Costo de alimentación con jarabe de azúcar.

Insumos	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Sub total (S/.)
Azúcar comercial	Kg.	3.00	19.2	57.00
Agua	Lt.	0.00059	19.2	0.011
Gas	Hora	1.6	16	25.60
Costo total de alimentación/16 semanas				82.611

Tabla 3.11 Costo de alimentación con jarabe de chancaca.

Insumos	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Sub total (S/.)
Chancaca de cabuya	Tapa	2.00	77	154.00
Agua	Lt.	0.00059	19.2	0.011
Gas	Hora	1.6	16	25.60
Costo total de alimentación/16 semanas				179.611

CONCLUSIONES

1. El jarabe de chancaca de cabuya preparado con agua a la proporción 1:1 tiene 48.2 grados Brix y el de azúcar comercial 44.8 grados Brix.
2. La alimentación artificial complementaria de colonias de abejas con jarabe de chancaca de cabuya estimula un mejor desarrollo de las colmenas expresado en el mayor peso de las colmenas en comparación a las alimentadas con jarabe de azúcar comercial.
3. Las colmenas alimentadas con jarabe de chancaca de cabuya incrementan la actividad de las abejas adultas y producen menor mortalidad a comparación de las colmenas alimentadas con jarabe de azúcar comercial.
4. El jarabe de chancaca de cabuya y de azúcar comercial no producen disentería o diarrea en las colonias de abejas.
5. Alimentar colonias de abejas con jarabe de chancaca de cabuya tiene un costo de S/179.611 soles y con jarabe de azúcar de S/ 82.611 soles, durante las 16 semanas.

RECOMENDACIONES

1. Repetir el ensayo igualando los grados Brix de los jarabes preparados para optimizar los costos de alimentación.
2. observar las variaciones de desarrollo de las colmenas a nivel de postura, realizar mediciones de huevos, pupa y adulto para observar cambio de tamaño de los mismos.
3. Estudiar el uso del aguamiel directamente obtenido de la planta de cabuya *Agave americana*.
4. Se sugiere buscar reducir los costos estudiando nuevos métodos de alimentación.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. AYALA, E., MENDOZA, F., OTERO, W., GRANERA, D., KRUMMENACHER, R. (2013). Compendio de fichas técnicas de implementos apícolas a base de madera.
2. BAUTISTA, N. (2006). Estudio químico - bromatológico y elaboración de néctar de *Agave americana* L. (Maguey) procedente de Ayacucho. Tesis para optar el título profesional de Químico farmacéutico.
3. CERVANTES, L. y CUYA, S. (2015). Elaboración de miel de la cabuya y estudio de prefactibilidad de una planta en el distrito de Huanca Huanca, Provincia de Angaraes, Departamento de Huancavelica. Lima, Perú.
4. GARCÍA, R. (2004). Las Abejas y La Apicultura. Desarrollo y reproducción de las abejas Asturias – España.
5. GUTIÉRREZ, D. y HUACCAYCACHACC. D. (2006). Estudio tecnológico a nivel planta piloto para la elaboración de jalea de chancaca a partir del zumo de Maguey (*Agave americana*). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial – Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
6. JERÍ, A. (2014). Apicultura Fundamentos y Práctica - Sanidad apícola.
7. MACE, H. (1991). Manual Completo De Apicultura. Primera edición. México, Edit. Continental.
8. MIGUEL, F. (2005). Manual de apicultura - Plagas y enfermedades de las abejas. Honduras.
9. RENDÓN, J. (2009). Fructanos de maguey: Efecto prebiótico y metabólico Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias Ambientales.
10. SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN - SAGARPA (2003). Programa Nacional para el control de la abeja africana. Manual básico de apicultura – México.
11. VAQUERO, J., y VARGAS, P. (2010). Guía técnica de nutrición apícola. Nicaragua.
12. ZAMBRANO, P. (S/F). Revista de Apicultura y Conservación de la Biodiversidad - Manejo De Colmenas.

Documentos electrónicos

13. CHANG J. (2007). Fichas Comerciales. Gerencia de Producción y Transformación Agraria. Recuperado en octubre 2016, de:
www.pronamachcs.gob.pe.
14. CORONA APICULTORES (2012). Alimentación Artificial De Las Abejas – recuperado en octubre 2016, de:
<http://coronaapicultores.blogspot.pe/2012/12/la-alimentacion-artificial-de-las-abejas.html>.
15. PACOTAYPE (S/F). Elaboración de chancaca. Recuperado en noviembre 2016, de <http://charitoperaza.blogspot.pe/2011/09/elaborar-chancaca.html#/?>.

Página web

<http://www.senamhi.gob.pe/?p=0110>. Julio 2017.

ANEXOS

Anexo 01.

Datos climatológicos según SENAMHI.

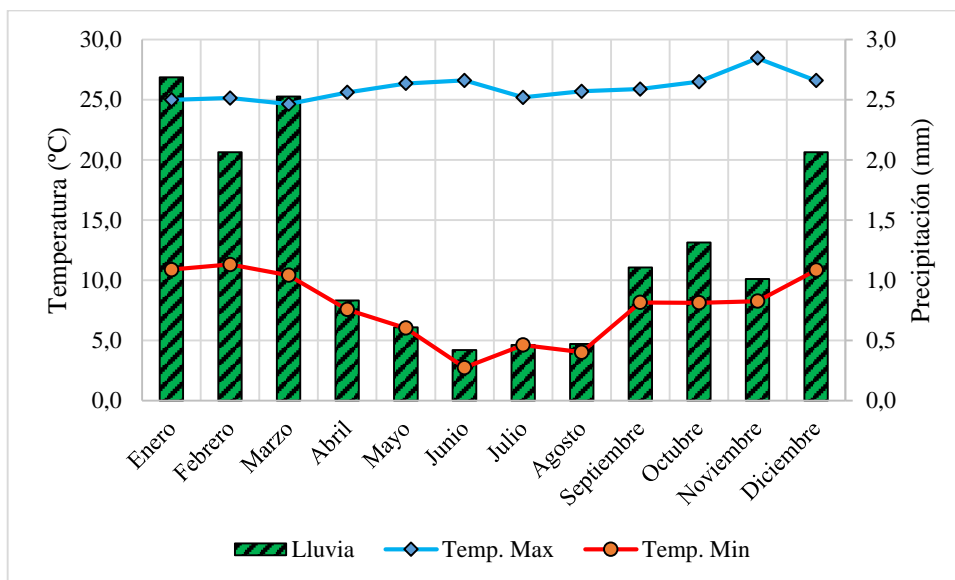


Figura 4.1 Datos climatológicos según SENAMHI.

Las temperaturas máximas se dan desde el mes de octubre hasta marzo del mismo modo las precipitaciones son más intensas durante esos meses del año, mientras que las temperaturas mínimas se registran de abril a septiembre.

Anexo 02.

Tabla 4.1 Registro semanal de peso de colmena.

Repetición	Tratamiento	Semana															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
R1	T0	7.84	7.12	7.37	8.12	8.62	9.15	10.53	14.07	14.10	14.26	15.56	15.98	16.50	16.82	17.32	17.30
	T1	7.39	7.79	8.29	8.69	9.40	12.81	13.97	14.38	14.60	15.54	15.63	16.78	17.55	17.86	18.39	18.35
	T2	7.19	8.07	8.95	11.36	12.29	15.16	17.68	19.08	19.74	19.99	20.51	21.33	21.86	22.49	23.31	23.98
R2	T0	7.65	7.31	7.10	7.71	8.10	8.94	9.67	12.38	11.32	10.76	11.05	11.42	11.20	11.23	11.56	11.39
	T1	7.21	7.82	8.46	9.54	9.85	14.56	15.76	16.32	16.49	16.89	16.40	16.93	17.28	17.55	17.79	17.51
	T2	6.98	7.70	8.74	9.91	13.69	14.11	14.85	15.39	17.14	19.66	19.31	20.70	21.73	22.41	23.57	24.35
R3	T0	7.50	6.74	7.27	8.32	8.91	9.47	9.88	13.10	13.56	14.34	15.40	15.94	16.34	16.61	17.10	16.53
	T1	7.15	7.34	8.83	9.04	9.59	13.24	13.32	14.13	14.95	15.43	15.69	16.68	17.26	17.54	17.47	18.33
	T2	6.94	7.59	8.78	10.08	12.83	15.01	16.34	16.92	17.04	17.54	18.73	19.87	20.76	21.46	21.51	22.17
R4	T0	6.75	7.21	7.65	8.43	8.85	9.57	10.90	12.28	12.84	13.64	14.43	14.98	14.88	15.74	16.90	16.59
	T1	6.78	7.27	8.19	8.91	9.17	12.57	13.84	14.37	14.61	15.24	15.85	16.10	16.63	17.01	17.30	17.78
	T2	7.75	6.98	7.65	8.85	9.82	13.27	15.40	16.70	18.42	18.77	19.19	19.95	20.58	21.00	21.91	21.33

Anexo 03.

Tabla 4.2 Peso final a las 16 semanas de iniciado el tratamiento.

Repetición	Tratamiento	Peso Final (Kg)
1	0	17.30
2	0	11.39
3	0	16.53
4	0	16.59
1	1	18.35
2	1	17.51
3	1	18.33
4	1	17.78
1	2	23.98
2	2	24.35
3	2	22.17
4	2	21.33
Promedio		18.80

Anexo 04.

Tabla 4.3 Análisis de variancia de jarabes azucarados en el peso de la colmena y figura con promedios de la prueba de Tukey.

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamiento	2	116.570	58.285	18.00	4.26	8.02
Error	9	29.145	3.238			
Total	11	145.716				

**

C.V =9.57%

En este trabajo se observa una alta significación en la ganancia de peso final de las colmenas alimentadas con los diferentes jarabes azucarados.

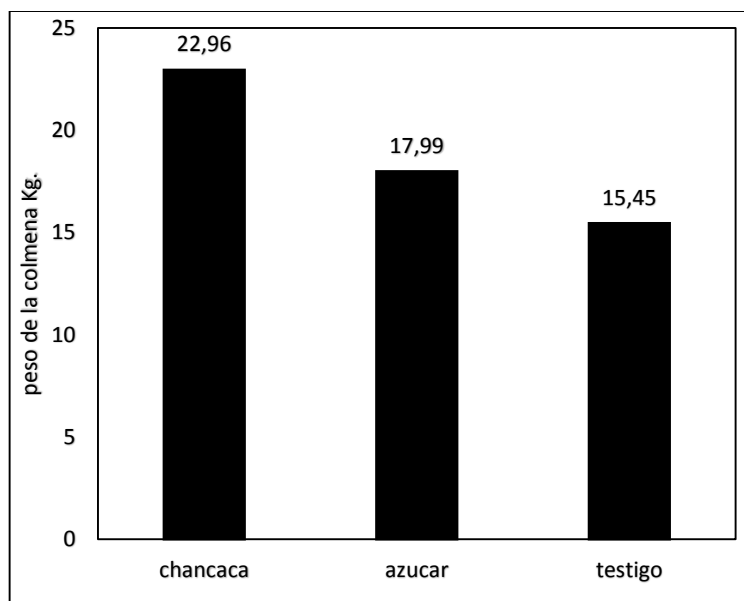


Figura 4.2 Promedio de incremento de peso con prueba de contraste de Tukey

Anexo 05.

Tabla 4.4 Registro semanal de mortalidad de colmena.

Repetición	Tratamiento	Semana															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
R1	T0	14	15	9	17	18	64	17	170	78	28	66	13	50	12	56	37
	T1	18	38	1	8	3	15	54	67	29	91	98	60	17	3	22	15
	T2	15	10	0	10	5	40	15	49	31	35	43	31	36	5	67	33
R2	T0	41	25	2	41	29	43	27	72	20	20	93	72	125	105	80	48
	T1	46	29	5	15	3	33	105	48	29	17	110	124	55	119	166	38
	T2	43	25	4	26	34	22	21	12	24	11	56	33	24	70	66	34
R3	T0	48	65	93	34	42	89	48	68	320	66	67	66	63	58	50	39
	T1	21	31	54	18	4	54	105	141	63	66	106	128	69	14	99	80
	T2	8	23	8	11	2	8	11	8	6	10	41	82	115	16	22	13
R4	T0	35	43	50	42	26	18	18	33	84	40	56	44	24	36	29	48
	T1	65	44	47	38	63	20	5	24	22	21	100	70	83	59	45	139
	T2	35	65	18	42	8	12	12	16	10	15	49	72	86	84	72	24

Anexo 06.

Tabla 4.5 Promedio de mortalidad de abejas por tratamiento en 16 semanas.

Semana	Tratamiento	Respuesta
1	0	34.50
1	1	37.50
1	2	25.25
2	0	37.00
2	1	35.50
2	2	30.75
3	0	38.50
3	1	26.75
3	2	7.50
4	0	33.50
4	1	19.75
4	2	22.25
5	0	28.75
5	1	18.25
5	2	12.25
6	0	53.50
6	1	30.50
6	2	20.50
7	0	27.50
7	1	67.25
7	2	14.75
8	0	85.75
8	1	70.00
8	2	21.25
9	0	125.50
9	1	35.75
9	2	17.75
10	0	29.33
10	1	48.75
10	2	17.75
11	0	71.67
11	1	103.50
11	2	47.25
12	0	43.00
12	1	95.50
12	2	65.25
13	0	66.33
13	1	56.00
13	2	65.25
14	0	51.00
14	1	48.75
14	2	43.75
15	0	55.00
15	1	83.00
15	2	56.75
16	0	44.33
16	1	68.00
16	2	26.00

Anexo 07.

Tabla 4.6 Análisis de variancia de tratamientos en la mortalidad de abejas y figura con promedios de la prueba de Tukey.

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft		
					0.05	0.01	
Bloque	15	76.403	5.094	2.88	2.01	2.70	**
Tratamiento	2	30.964	15.482	8.75	3.32	5.39	**
Error	30	53.075	1.769				
Total	47	160.442					

CV=20.6%

Existe alta diferencia estadística entre tratamientos y semanas por lo cual uno de los tratamientos es mejor que los otros y por lo menos una de las semanas presenta mayor mortalidad que las demás.

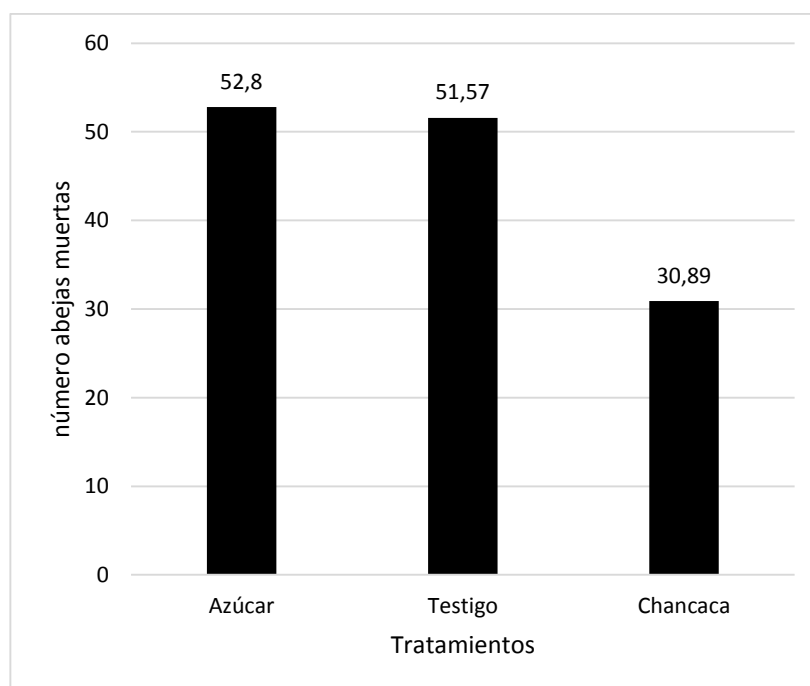


Figura 4.3. Promedio de mortalidad con prueba de contraste de Tukey

Anexo 08.

Tabla 4.7 Registro semanal del Ingreso de abejas obrera.

Repetición	Tratamiento	Semana															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
R1	T0	16	13	16	18	61	52	18	73	53	145	148	72	137	55	67	69
	T1	31	41	42	12	28	52	10	38	33	49	55	32	45	52	34	30
	T2	37	78	31	135	76	24	28	144	75	112	170	63	102	82	35	53
R2	T0	28	19	20	8	22	33	18	18	18	42	37	10	1	8	3	2
	T1	50	35	45	45	47	65	25	25	68	106	145	39	103	42	75	32
	T2	51	71	38	17	22	8	13	54	63	39	83	83	218	328	315	412
R3	T0	12	8	11	15	21	9	3	13	7	58	66	71	74	73	67	57
	T1	46	46	59	66	62	54	30	101	113	117	92	107	121	74	75	57
	T2	60	60	82	185	93	87	86	77	115	160	178	141	195	120	149	43
R4	T0	4	9	15	3	4	3	18	24	83	25	58	75	150	131	108	112
	T1	89	95	54	34	30	11	26	18	76	21	84	93	233	300	360	352
	T2	90	57	29	31	34	6	8	45	59	32	98	76	218	360	350	418

Anexo 09.

Tabla 4.8 Promedio de ingreso de abejas obrera por tratamiento en 16 semanas.

Semana	Tratamiento	Ingreso
1	0	15.00
1	1	54.00
1	2	59.50
2	0	12.25
2	1	54.25
2	2	66.50
3	0	15.50
3	1	50.00
3	2	45.00
4	0	11.00
4	1	39.25
4	2	92.00
5	0	27.00
5	1	41.75
5	2	56.25
6	0	24.25
6	1	45.50
6	2	31.25
7	0	14.25
7	1	22.75
7	2	33.75
8	0	32.00
8	1	45.50
8	2	80.00
9	0	40.25
9	1	72.50
9	2	78.00
10	0	70.67
10	1	73.25
10	2	85.75
11	0	81.00
11	1	94.00
11	2	132.25
12	0	52.33
12	1	67.75
12	2	183.25
13	0	96.00
13	1	125.50
13	2	183.25
14	0	64.67
14	1	117.00
14	2	222.50
15	0	59.33
15	1	136.00
15	2	212.25
16	0	61.00
16	1	117.75
16	2	231.50

Anexo 10.

Tabla 4.9 Análisis de variancia de jarabes azucarados en el Ingreso de abejas obreras y figura con promedios de la prueba de Tukey.

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft		
					0.05	0.01	
Bloque	15	249.751	16.650	10.36	2.01	2.70	**
Tratamiento	2	123.720	61.860	38.50	3.32	5.39	**
Error	30	48.197	1.607				
Total	47	421.669					

CV=15.54%

Estadísticamente existe alta diferencia significativa entre los tratamientos y semanas.

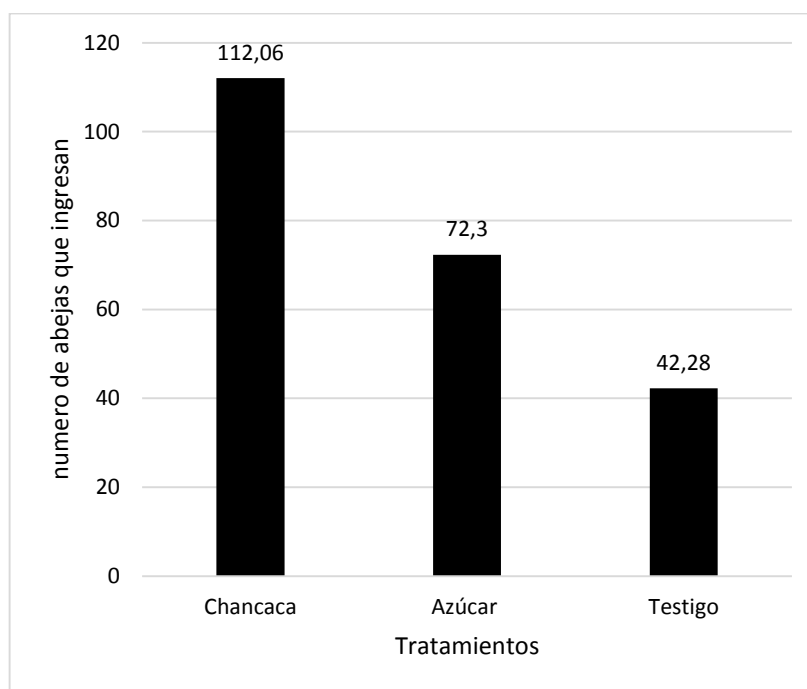


Figura 4.4 Promedio de incremento de peso con prueba de contraste de Tukey

Anexo 11.

Tabla 4.10 Registro semanal de salida de abejas obrera.

Repetición	Tratamiento	Semana															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
R1	T0	2	29	12	30	58	32	11	54	33	83	95	120	47	91	42	64
	T1	8	40	22	14	60	30	10	32	51	40	48	74	43	62	23	36
	T2	10	58	50	104	68	44	21	94	50	95	121	122	62	46	51	80
R2	T0	10	14	13	14	13	28	27	30	15	15	20	10	4	1	3	4
	T1	9	28	139	50	66	17	36	40	59	65	105	39	46	59	68	44
	T2	88	56	68	71	127	26	25	81	72	40	105	67	188	316	326	361
R3	T0	6	15	9	15	21	17	12	3	5	47	54	59	63	64	63	59
	T1	21	48	63	45	45	49	42	101	61	90	94	107	62	64	84	84
	T2	24	80	91	155	104	54	104	77	95	128	115	141	95	104	65	95
R4	T0	10	10	12	6	0	9	20	15	61	28	69	47	180	108	131	101
	T1	116	43	54	37	15	9	18	21	75	25	118	26	110	209	139	129
	T2	84	65	29	43	19	1	12	37	83	49	99	77	154	369	318	298

Anexo 12.

Tabla 4.11 Promedio de salida de abejas obrera por tratamiento en 16 semanas.

Semana	Tratamiento	Salida
1	0	7.00
1	1	38.50
1	2	51.50
2	0	17.00
2	1	39.75
2	2	64.75
3	0	11.50
3	1	69.50
3	2	59.50
4	0	16.25
4	1	36.50
4	2	93.25
5	0	23.00
5	1	46.50
5	2	79.50
6	0	21.50
6	1	26.25
6	2	31.25
7	0	17.50
7	1	26.50
7	2	40.50
8	0	25.50
8	1	48.50
8	2	72.25
9	0	28.50
9	1	61.50
9	2	75.00
10	0	42.00
10	1	55.00
10	2	78.00
11	0	61.33
11	1	91.25
11	2	110.00
12	0	59.00
12	1	61.50
12	2	124.75
13	0	77.00
13	1	65.25
13	2	124.75
14	0	66.67
14	1	98.50
14	2	208.75
15	0	58.67
15	1	78.50
15	2	190.00
16	0	56.33
16	1	73.25
16	2	208.50

Anexo 13.

Tabla 4.12 Análisis de variancia de jarabes azucarados en la salida de abejas obrera y figura con promedios de la prueba de Tukey.

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft		
					0.05	0.01	
Bloque	15	160.351	10.690	8.22	2.01	2.70	**
Tratamiento	2	123.581	61.791	47.49	3.32	5.39	**
Error	30	39.037	1.301				
Total	47	322.970					

CV=14.94%

Existe alta diferencia significativa entre los tratamientos y entre semanas por lo cual se analizaron cada uno de los tratamientos y semanas.

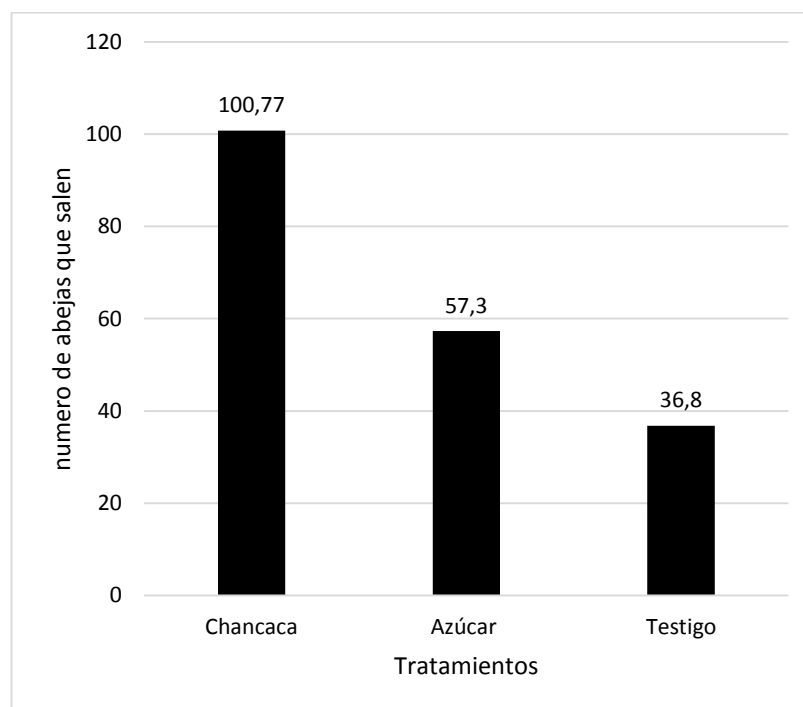


Figura 4.5 Promedio de incremento de peso con prueba de contraste de Tukey.

ANEXOS FOTOGRÁFICOS

Foto N° 01 Instalación de banquetas para la colocación de los portanúcleos.



Foto N° 02 Creación de núcleos por enjambrazón artificial.



Foto N° 03 Estandarización de núcleos por medio de pesaje.



Foto N° 04 Distribución aleatoria de portanúcleos en sitio definitivo.



Foto N° 05 Codificación y colocación de canastillas colectoras de abejas muertas.



Foto N° 06. Creación de reinas para los portanúcleos.



Foto N° 07 Uso de colmenas fuertes para la incubación de las nuevas reinas.



Foto N° 08 Corte de la cera del bastidor llena de huevos para crear reinas.



Foto N° 09 Obtención de capullos operculados con reinas por nacer e implantación de los mismos en los portanúcleos creados.



Foto N° 10 Primer día de alimentación con los respectivos tratamientos.



Foto N° 11 Pesado de los portanucleos.



Foto N° 12 Cambio a colmena estándar.



Foto N° 13 Jarabe utilizado en la alimentación de las colmenas.

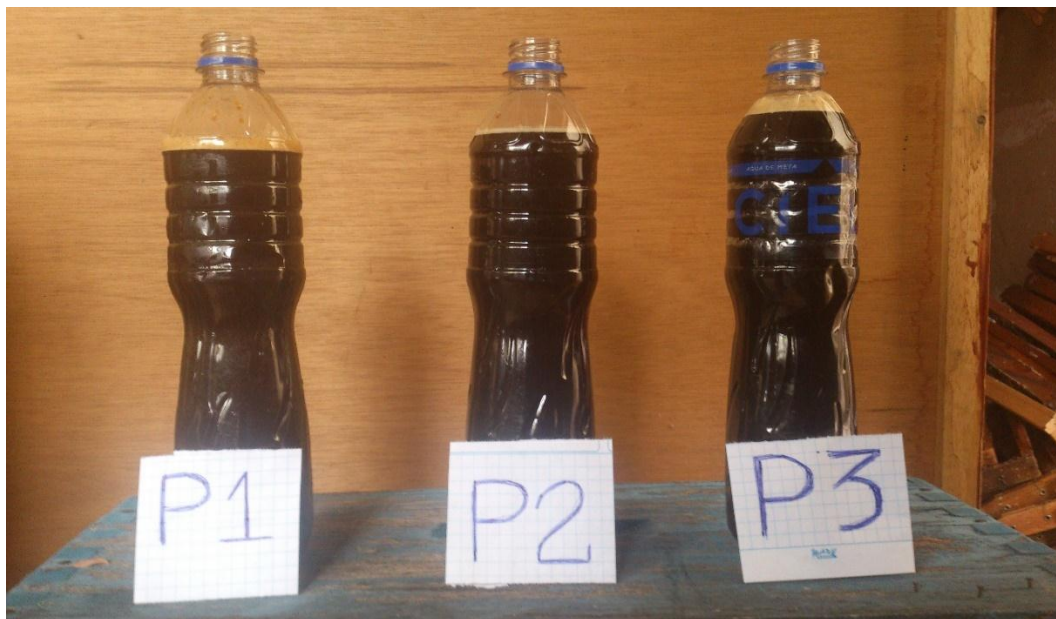


Foto N° 14 Determinación de °Brix de la miel con espectrofotómetro digital marca ATAGO.

