



**CRIA Occidente
Cadena de Miel**

**“EVALUACIÓN DE TRES DIETAS ALIMENTICIAS PARA ABEJAS (*Apis mellifera*)
EN ÉPOCA LLUVIOSA, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS”**

Por:

Inv. Principal Ing. Agr. Julio Roberto Contreras García

Inv. Asociado Ing. Agr. Carlos Antulio Barrios Morales

Inv. Auxiliar Wendy Ninnette Navarro Fuentes

San Marcos, junio de 2019

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta publicación es responsabilidad de sus autores y de las instituciones a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implican la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan.

SIGLAS Y ACRÓNIMOS.

ANDEVA	Análisis de Varianza
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CUSAM	Centro Universitario de San Marcos.
IICA-CRIA	Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
INE	Instituto Nacional de Estadística
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala.
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
msnm	Metros sobre el nivel del mar.
MANCUERNA	Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Rio Naranjo

INDICE	pág.
1 INTRODUCCIÓN	1
2 MARCO TEÓRICO.....	2
2.1 Importancia de las abejas	2
2.2 Alimentación natural de las abejas	2
2.2.1 Néctar	2
2.2.2 El polen	2
2.3 Aporte nutricional de algunos alimentos.	4
2.3.1 Huevo	4
2.3.2 Harina de frijol negro	4
2.3.3 Harina de haba.....	4
3 OBJETIVOS.....	6
3.1.1 General	6
3.1.2 Específicos	6
4 HIPÓTESIS	6
4.1 Hipótesis nula.....	6
4.2 Hipótesis alternativa.....	6
5 METODOLOGÍA	7
5.1 Descripción del sitio experimental.....	7
5.2 Temporalidad	7
5.3 Variables de la investigación	7
5.3.1 Aceptabilidad	7
5.3.2 Fortaleza y cantidad de cría.....	7
5.3.3 Construcción de panales.....	7
5.3.4 Costo de la dieta	7
5.3.5 Rendimiento	7
5.4 Diseño experimental	8
5.4.1 Bloques al azar	8
5.4.2 Modelo estadístico.....	8
5.5 Descripción de los tratamientos	8
5.6 Fuentes de información.....	9
5.7 Técnicas e instrumentos utilizados en la recopilación de datos.....	9

5.8	Manejo del ensayo	9
5.8.1	Procedimiento para la homogeneidad de las colmenas.....	9
5.8.2	Procesos para la preparación de dietas. 9	
5.9	Análisis de datos	10
6	RESULTADOS Y DISCUSION.....	11
6.1	Aceptabilidad	11
6.2	Fortaleza.....	12
6.3	Porcentaje de cría.....	13
6.4	Construcción de panales	14
6.5	Rendimiento de los tratamientos.....	15
6.6	Costo de la dieta.....	16
7	CONCLUSIONES	17
8	RECOMENDACIONES	18
9	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	18
10	ANEXOS.....	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Etapas de la abeja y necesidades nutricionales.....	3
Tabla 2	Contenido de nutrientes y aminoácidos del frijol (Phaseolus spp).	4
Tabla 3	Contenido de aminoácidos de haba (Vicia faba L.).....	5
Tabla 4	Distribución espacial de los tratamientos a evaluar.	8
Tabla 5	Datos del rendimiento de miel por cada dieta.	16
Tabla 6	Datos de los insumos y precios utilizados en la preparación de las dietas.	16

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Localización del área de investigación, San Andrés Chapil San Pedro Sac....	20
Anexo 2	Formato utilizado en la toma de datos durante la investigación.....	20
Anexo 3	análisis de varianza de los datos de aceptabilidad de los tratamientos.	21
Anexo 4	análisis de varianza de los datos de fortaleza de los tratamientos	21
Anexo 5	análisis de varianza de los datos de cría de los tratamientos	21
Anexo 6	análisis de varianza de los datos de panales construidos de los tratamientos .	22

Anexo 7 análisis de varianza del rendimiento de los tratamientos	22
Anexo 8 Datos del porcentaje de cría de los tratamientos que se evaluaron.	22
Anexo 9 Cantidad de panales llenos de cría en los diferentes tratamientos.	23
Anexo 10 Porcentaje y total de panales ocupados por abejas.	23
Anexo 11 Datos de los porcentajes de panal construido en los tratamientos.	23
Anexo 12 Cantidad de panales construidos durante la evaluación de las dietas.	23
Anexo 13 Forma de aplicación de las dietas a las colmenas.	24
Anexo 14 Revisión de porcentaje de cría y población de abejas.	24
Anexo 15 Pegado de cera y construcción de panal.	24
Anexo 16 Consumo de las dietas en las colmenas evaluadas.	25
Anexo 17 Ubicación de las colmenas en el área de investigación.	25

**“EVALUACIÓN DE TRES DIETAS ALIMENTICIAS PARA ABEJAS (*Apis mellifera*)
EN ÉPOCA LLUVIOSA, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS”,**

RESUMEN

El mantenimiento y vigor de las colonias de abejas, puede ser influenciada por la dieta que reciben durante la época de escasez de polen y néctar. Los apicultores han aplicado jarabe de azúcar para sustituir el alimento natural, pero lamentablemente este no completa las exigencias nutricionales en la dieta alimenticia. Por lo tanto se realizó la investigación donde se evaluó el efecto tres sustratos proteicos huevo, haba (*Vicia faba L*) y frijol (*Phaseolus spp*), para complementar el jarabe de azúcar y obtener una dieta más nutritiva. Las dietas evaluadas fueron: testigo (T1= jarabe de azúcar), (T2=jarabe de azúcar + huevo crudo), (T3=jarabe de azúcar + harina de frijol negro), (T4=jarabe de azúcar + harina de haba) utilizando el diseño de bloques al azar. Según el análisis de varianza no existieron diferencias significativas dentro de los tratamientos de cada variable estudiada, siendo los resultados: las dietas fueron aceptadas por las abejas siendo la de mayor consumo la dieta de jarabe de azúcar, así mismo se determinó que todas las dietas aumentaron la población y cría en la colmenas, siendo la dieta de azúcar la de mayor porcentaje y la de menor fue la de huevo crudo. Se comprobó que todas las dietas construyeron panales, las mejores fueron las dietas T1, T2 y T3; la de menor construcción de panales fue la dieta de haba. En el costo de cada dieta el jarabe de azúcar es el de menor, debido a que no se le agrega un sustrato proteico a comparación con el jarabe de azúcar más harina de haba que presento mayor costo.

ABSTRACT

The maintenance and vigor of bee colonies can be influenced by the diet they receive during the time of lack of pollen and nectar. Beekeepers have applied sugar syrup to replace natural food, but unfortunately this does not complete the nutritional requirements in the diet. Therefore, the research was carried out where the effect of three egg, bean (*Vicia faba L*) and bean (*Phaseolus spp*) protein substrates was evaluated, to complement the sugar syrup and obtain a more nutritious diet. The diets evaluated were: control (T1 = sugar syrup), (T2 = sugar syrup + raw egg), (T3 = sugar syrup + black bean flour), (T4 = sugar syrup + bean meal) the design of random blocks. According to the analysis of variance there were no significant differences within the treatments of each variable studied, the results being: the diets were accepted by the bees being the highest consumption sugar syrup diet, it was also determined that all diets increased population and breeding in the hives, with the sugar diet being the highest percentage and the lowest one being the raw egg. It was found that all diets built honeycombs, the best diets were T1, T2 and T3; the one with the lowest honeycomb construction was the bean diet. In the cost of each diet, the sugar syrup is the lowest, due to the fact that a protein substrate is not added in comparison with the sugar syrup plus bean meal that presented higher cost.

1 INTRODUCCIÓN

En Guatemala la producción apícola es una actividad que ayuda a las familias en ingresos económicos. Respecto a la producción de miel de abeja, el Instituto Nacional de Estadística, 2003 estima que es de 807,909 litros a nivel nacional.

La nutrición de las abejas es una área de investigación en desarrollo dentro de la industria apícola, sin embargo no se ha podido encontrar con exactitud los requerimientos básicos de las mismas, existiendo muchos estudios que dan información sobre distintos experimentos al respecto pero que no llegan a una conclusión determinante según Somerville D (2007), debido a la cantidad de factores que influyen en el desarrollo y comportamiento de una colonia y la dificultad existente para controlar todos estos factores (clima, genética de las reinas, costos, comportamiento de las abejas, etc.).

La dieta natural de las abejas es el polen y el néctar de las flores; ningún sustituto tiene la misma calidad. Los apicultores han sustituido el néctar con jarabe de azúcar y el polen con harinas (haba, maíz, incaparina y de trigo) en época de gran escasez.

Standifer (1977), afirma que una buena nutrición mejora la salud de las abejas, aumentando las reservas corporales de tejido adiposo para sobrevivir mejor el invierno, ayudando a un buen desarrollo de las glándulas hipofaríngeas necesarias para alimentar a las crías, entregarles energía suficiente para polinizar, producir miel y aumentar la capacidad de enfrentarse a situaciones de stress causadas por déficit de polen, enfermedades, parásitos y enemigos.

Considerando que una alimentación nutritiva dando suficiente energía, complementada con fuente proteica, podría mejorar sensiblemente la condición de las colonias de abejas. Tener bien sanas a las abejas y que la población en las colonias sea abundante antes de entrar al período de floración, el apicultor tendrá suficientes abejas que recolecten néctar para posteriormente obtener una buena producción.

Proporcionando buenas dietas y que haya mejor población de abejas, podría repercutir en mejores rendimientos por colonia y por consecuencia en mayores ganancias para los apicultores. Debido al tiempo corto de escasez de néctar y la aplicación de alimento artificial las dietas no tendrían un costo elevado, por lo que es viable ponerlo en práctica y reducir la mortandad de abejas que se dan en esa época.

Para poder recomendar alguna dieta, fue necesaria esta investigación “Evaluación de tres dietas alimenticias para abejas (*Apis mellifera*) en época lluviosa en San Pedro Sacatepéquez, San Marcos”, para conocer el efecto, que tuvieron en las colonias de abejas en época de escasez. Se utilizó el mismo jarabe de azúcar más una fuente proteica: harina de frijol negro, harina de haba y huevo. Siendo estos productos fáciles de conseguir en el área de estudio y son amigables con el medio ambiente.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Importancia de las abejas

Los insectos son los responsables del 86% de la polinización de los frutales y se estima que las abejas melíferas son responsables del 80% de la polinización realizada por los insectos (Farina, 1994).

La miel, es un alimento sano, rico y nutritivo, es utilizado en la fabricación de jaleas, postres, dulces, vinagre, vinos de todas clases y especial en la medicina. Varía tanto en sus características físico como químicas, de acuerdo a la flor de la cual procede (Bogdanov, 1983).

2.2 Alimentación natural de las abejas

Además del polen, las abejas, pueden obtener sus nutrientes de harina de soya, harina de pescado, levadura de cerveza y lacto albúminas como suplementos o sustitutos alimenticios (Shimanuki, 1985). Estos suplementos son utilizados para mejorar la nutrición de las abejas y son beneficiosos porque aseguran un desarrollo continuo de las colonias aumentando la tasa de postura de huevos.

Además estos suplementos son de gran importancia en lugares donde el polen es escaso sobre todo en época invernal y prepara a las colmenas en un nivel óptimo de población para el aprovechamiento de los flujos de néctar, polinizar cultivos y para aumentar la producción de reinas (Standifer, 1977).

2.2.1 Néctar

Según Stace (1996) el néctar es la fuente de energía para toda abeja y es importante para el crecimiento, reproducción, vuelo y termorregulación de las mismas. La presencia de miel o de néctar, es esencial para su sobrevivencia. A partir del néctar las abejas elaboran la miel, donde encuentran el mayor porcentaje (90%) de hidratos de carbono necesarios para producir energía (Dietz, 1975).

La presencia de néctar estimulará a la colonia a expandir su área de cría. La población aumentará y con ello la seguridad de obtener una colmena fuerte, capaz de recolectar más néctar para posteriormente convertirlo en miel. También se puede observar un mayor comportamiento higiénico, por parte de las abejas, cuando existe un flujo de néctar permanente, removiendo a las abejas muertas, tanto adultas como crías, con mayor facilidad (Somerville, 2005).

El jarabe de azúcar es una forma de proveerle energía a las abejas, por lo tanto se considera importante incluirla en la nutrición. Se ha comprobado que esto es altamente beneficioso para estimular a colonias y particularmente para mantenerlas con vida (Somerville, 2005).

2.2.2 El polen

Las abejas usan el polen para preparar los alimentos que suministrarán a las crías de reina, obreras y zánganos, y para ellas mismas. En el caso de las reinas deberán ser

alimentadas siempre con jalea real, rica en proteínas y preparada en las glándulas hipofaríngeas de las abejas nodrizas, quienes consumen buenas cantidades de polen para estas funciones (Keller et al, 2006).

Los autores mencionados en el párrafo anterior, también mencionan que al principio de su etapa adulta, las abejas requieren cantidades sustanciales de proteínas, como consecuencia del aumento en el contenido proteico de las glándulas hipofaríngeas, y que si a las abejas obreras recién emergidas se las mantiene con una dieta exclusiva de carbohidratos, las glándulas hipofaríngeas no se desarrollarán.

Según Vaquero y Vargas (2012) mencionan que a partir del segundo día comienza la sustitución por un nuevo tipo de alimentación, igualmente suministrada por las abejas nodrizas y basadas en el polen, que convenientemente amasado con miel y agua es puesto a disposición de las larvas, a razón de más de 1,200 visitas por celda/día hasta su operculación.

Es en este momento cuando la colonia tiene gran necesidad de nutrientes proteicos. De la disponibilidad de polen depende una alimentación equilibrada para satisfacer el hambre de las crías. Keller et al (2006), estimaron que las abejas usan de 125 a 140 mg de polen para criar una nueva abeja obrera, la cual posteriormente consumirá en promedio 3.4 a 4.3 mg de polen diariamente.

Se requieren de 160 a 180 mg de polen para la nutrición de una abeja obrera durante toda su vida útil. Los mismos autores asumen también que si una colonia sana produce de 100,000 a 200,000 abejas al año, entonces se requieren de 17 a 34 kg de polen por colonia anualmente.

A los tres días salen de los huevos pequeñas larvas ápodas, que son alimentadas por las nodrizas durante las siguientes 48 horas con una jalea nutritiva que ellas producen (Crea, 1993). A continuación la dieta cambia a polen y miel durante 4 días más, para luego dejar que entren en una etapa de reposo dentro de la celdilla tapada con cera, en la cual la larva se transforma en ninfa, pasa al estado juvenil y sale rompiendo el sello de cera u opérculo. El desarrollo de una abeja obrera dura 21 días, en los zánganos 24 y en las reinas, de 15 a 17 días (Crea, 1993).

Tabla 1 Etapas de la abeja y necesidades nutricionales.

Estados	Necesidades
Huevo	Temperatura y humedad adecuadas
Larva	Calorias + Proteínas + Glúcidos + Lípidos+vitaminas+minerales
Ninfa (Pupa)	Temperatura y humedad adecuadas
Abeja joven	Calorias + Proteínas + Glúcidos+vitaminas+minerales

Fuente: (Nájera, 2010).

2.3 Aporte nutricional de algunos alimentos.

2.3.1 Huevo

En varios países el consumo de huevo por el ser humano es alto especialmente el de gallina (*Gallus domesticus*), tiene una buena calidad nutritiva, principalmente proteínica, es un producto de gran disponibilidad y bajo costo (Soletto, 2000). El huevo de gallina es una fuente muy rica de nutrientes esenciales, compuesto por ácidos grasos, hierro, fósforo, trazas minerales y vitaminas (A, B6, B12, D, E y K), además de proteínas que se encuentran principalmente en la clara, aunque también en un alto porcentaje en la yema (Galvez, 2009).

El alto nivel de colesterol, también es importante considerarlo ya que, para las abejas, es de gran importancia su consumo para el crecimiento y desarrollo de las larvas. El huevo en polvo ha sido utilizado en varios estudios como suplemento para abejas, utilizándolo en forma de huevo entero o sólo utilizando parte de él, como yema o clara en polvo, llegando a tener muy buenos resultados debido a su alto contenido proteico (Haydak, 1943).

2.3.2 Harina de frijol negro

Según Nielsen (1991) menciona que las leguminosas son importantes algunas son usadas en la alimentación como fuente de proteínas y energía en la nutrición de los humanos y en nutrición animal. La calidad de una proteína se caracteriza por su contenido en aminoácidos esenciales y sus relaciones cuantitativas. Una proteína es de alta "calidad proteica si contiene los aminoácidos esenciales para el animal en relación con sus requerimientos.

Tabla 2 Contenido de nutrientes y aminoácidos del frijol (*Phaseolus spp*).

Nutriente	Frijol	Aminoácidos*	Frijol
Humedad	4.5	Isoleucina	48
Proteína	19.02	Leucina	76
Grasa	1.84	Lisina	62
Fibra	5.21	Fenilalanina + tirosina	99
Cenizas	2.82	Histidina	21
Carbohidratos	66.61	Metionina + cisteína	21
*mg aminoácido/g de proteína		Treonina	40
		Valina	55

Fuente: <https://goo.gl/images/fxx2t7>

2.3.3 Harina de haba.

La harina haba contiene mayor cantidad de carbohidratos y proteínas, por lo que se destaca como una fuente importante de sacarosa y aminoácidos. Además, es un alimento con un contenido significativo de minerales (fósforo y hierro) y de vitaminas, especialmente B1. Como todas las leguminosas, es una importante fuente de fibra soluble e insoluble. Las habas, como la mayoría de las leguminosas, son deficientes en metionina y ricas en lisina, al contrario de los cereales. Estas carencias se pueden superar realizando mezclas apropiadas con

productos de legumbres, a fin de aumentar la calidad proteica de los productos panificados (Zapata, 2001).

Tabla 3 Contenido de aminoácidos de haba (*Vicia faba L.*).

Aminoácido	Vicila mg/g proteína	Legumina mg/g proteína	Senina	51	51
Arginina	78	113	Triptofano	29	39
Histidina	24	30	Leucina	93	80
Lisina	81	53	Isoleucina	52	40
Tirosina	38	39	Valina	43	44
Trionina	1	12	Glutinina	176	192
Fenilalanina	68	48	Aspargina	119	110
Cistina	3	7	Alanina	31	39
Metionina	4	7	Glicina	25	38

Fuente: Boulter, 1980 citado por Daroch, 2002.

Los granos de haba contienen pequeñas cantidades de algunos posibles factores antinutricionales; sin embargo, sus efectos son menores y los inhibidores de proteasas tienen concentraciones (2%) mucho más bajas comparadas con las de los granos de soya (Muehlbauer, 1997).

Cerca del 80% del total de las proteínas del haba son albúminas y globulinas, 15% son glutelinas y menos del 5% son prolaminas (Cubero y Moreno 1983; citados por Daroch 2002). Las dos globulinas son legumina y vicilina, las cuales difieren en el tamaño, peso molecular y en las propiedades isoelectricas (Daroch, 2002).

3 OBJETIVOS

3.1.1 General

Evaluar tres dietas alternativas con sustratos proteicos que sustituyan el alimento natural de las abejas en época lluviosa, para el mantenimiento y vigor de la colonia.

3.1.2 Específicos

Determinar el efecto de tres dietas alternativas con sustratos proteicos como suplemento alimenticio en el mantenimiento y vigor de la colonia.

Evaluar el grado de aceptación de cada una de las dietas implementadas.

Establecer el costo de la dieta por colonia, de acuerdo al consumo, cantidad en gramos durante las aplicaciones.

Cuantificar el rendimiento de miel de cada tratamiento utilizado.

4 HIPÓTESIS

4.1 Hipótesis nula

Ho: Ningún tratamiento tendrá efecto positivo en el mantenimiento de la colonia de abejas.

Ho: Ninguna de las dietas tendrá aceptación por la colonia de abejas.

Ho: Ninguno de los tratamientos presentará un costo tan elevado que los apicultores no puedan adquirirlo.

4.2 Hipótesis alternativa

Ha: Al menos una dieta presentara efecto en el mantenimiento y vigor a la colonia.

Ha: Todas las dietas serán aceptadas por las colonias de abejas.

Ha: Al menos uno de los tratamientos presentará menor costo de acuerdo al consumo.

5 METODOLOGÍA

5.1 Descripción del sitio experimental

La fase experimental se llevó a cabo en la Aldea San Andrés Chapil, municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos, que colinda al norte con Aldea La Grandeza, al este con Aldea Piedra Grande, al sur con el municipio de San Pedro Sacatepéquez y al oeste con la Aldea San José Cáben. El municipio de San Pedro Sacatepéquez se encuentra a 249 kilómetros de la ciudad capital (ver anexo 1).

Se localiza en la latitud de 14° 57' 59" y en la longitud 91° 46' 39" y su altitud es de 2,450 msnm. El clima actualmente es variado, con cierta predominación del frío, una temperatura media anual de 13°C, humedad relativa que va desde los 70 a 80%, se encuentra dentro de la zona de vida bosque muy húmedo Montano subtropical (bmh, MB) y cuenta con una precipitación media anual de 2,000 mm, con 140 días de lluvia por año la menor cantidad de lluvia ocurre en febrero, el promedio de este mes es de 5 mm con un promedio de 345 mm la mayor precipitación cae en junio (MANCUERNA, 2008).

5.2 Temporalidad

El tiempo requerido para la ejecución total de la investigación abarcó 13 meses incluyendo planificación, ejecución y presentación de resultados.

5.3 Variables de la investigación

5.3.1 Aceptabilidad

En cada aplicación de las dietas (los días domingo de cada semana), se observó y midió la cantidad consumida, obtenida por la diferencia entre lo que se les administro en la alimentación anterior y los residuos o desperdicios encontrados.

5.3.2 Fortaleza y cantidad de cría

Se hizo una estimación del área de población y cantidad de cría existente en cada colonia experimental, calculándose en porcentaje (%) de ocupación de abejas y cría en cada lado del panal, tomando en consideración que toda el área de cada lado del panal equivale al 50%, de tal manera que un solo panal lleno en su totalidad de abejas, en ambos lados, equivaldría a 100 % de población.

5.3.3 Construcción de panales

Se observó el porcentaje de panal construido en todas las aplicaciones, luego se convirtieron los datos a la cantidad de marcos. De acuerdo al área de la cera estampada.

5.3.4 Costo de la dieta

Se realizaron los cálculos del costo de cada una de las dietas de acuerdo al consumo, cantidad en gramos y número de veces aplicada por mes en cada colmena.

5.3.5 Rendimiento

Se cuantifico la cantidad de libras de miel se cosecho por cada tratamiento.

5.4 Diseño experimental

5.4.1 Bloques al azar

El establecimiento de la investigación consideró el uso del diseño experimental de bloques al azar, con un total de 4 tratamientos asignados aleatoriamente en 5 bloques, se utilizó la tabla de números aleatorios para que la distribución fuese precisa sin tener injerencia en la misma.

5.4.2 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Media general del experimento

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j-ésimo bloque

E_{ij} = Error experimental asociado a la i-j-ésima unidad experimental.

Tabla 4 Distribución espacial de los tratamientos a evaluar.

	TRATAMIENTOS			
BLOQUE 1	1.5m → T2	← 1.5m T4	← 1.5m T1	← 1.5m T3
1.5m ↓				
BLOQUE 2	T3	T1	T2	T4
1.5m ↓				
BLOQUE 3	T4	T2	T1	T3
1.5m ↓				
BLOQUE 4	T2	T3	T4	T1
1.5m ↓				
BLOQUE 5	T1	T4	T3	T2

5.5 Descripción de los tratamientos

Tratamiento 1: (testigo) jarabe de azúcar de mantenimiento 2:1 que quiere decir que se preparara 1050 gramos de azúcar y 525ml de agua (525 gramos), se aplicará en intervalos de 8 días por 10 aplicaciones de julio a septiembre. Teniendo en total un volumen de 1,190 cm³.

Tratamiento 2: (jarabe de azúcar de mantenimiento 2:1+ suplemento a base de huevo crudo) se preparara 1000 gramos de azúcar y 500ml de agua (500 gramos), se le agrega 2 huevos de 50gr/u que contiene aproximadamente 12% de proteína, se aplicará en intervalos de 8 días por 10 aplicaciones de julio a septiembre. Teniendo en total un volumen de 1,190 cm³.

Tratamiento 3: (jarabe de azúcar de mantenimiento 2:1+ suplemento a base de harina de frijol negro) se preparara 1000 gramos de azúcar y 500ml de agua (500 gramos), se

le agrega 100 gramos de harina de frijol con aproximadamente 20% de proteína, se aplicará en intervalos de 8 días por 10 aplicaciones de julio a septiembre. Teniendo en total un volumen de 1,190 cm³.

Tratamiento 4: (jarabe de azúcar de mantenimiento 2:1+ suplemento a base de harina de haba) se preparara 1000 gramos de azúcar y 500ml de agua (500 gramos), se le agrega 100 gramos de harina de haba con aproximadamente 24% de proteína, se aplicará en intervalos de 8 días por 10 aplicaciones de julio a septiembre. Teniendo en total un volumen de 1,190 cm³.

5.6 Fuentes de información

Primarias

Datos recopilados directamente en el campo

Muestreo inicial y final de población, cantidad de cría y reserva de alimento en las colmenas.

Cantidad de consumos de jarabes en cada aplicación.

Muestreo de presencia de floración durante la investigación.

Control de los días de lluvia durante la investigación y llegada de la canícula.

Cantidad de marcos utilizados para la construcción de panales.

Cosecha de miel para cada tratamiento.

Secundarias

Documentos de origen científico que fundamentan la situación a solucionar.

5.7 Técnicas e instrumentos utilizados en la recopilación de datos

Formato de las variables para llevar un control, pesado de jarabes a través de una balanza digital, muestreo de los porcentajes de las variables a través de la observación con una lupa y fotografías.

5.8 Manejo del ensayo

5.8.1 Procedimiento para la homogeneidad de las colmenas.

Se compraron 25 reinas fecundadas de la misma edad, introduciéndolas a las colonias huérfanas con 4 marcos con abejas, una de reserva de alimento y tres marcos con cría. Al comenzar las aplicaciones se trabajó con núcleos de 4 marcos y durante el estudio se fueron añadiendo gradualmente 6 marcos con cera estampada, de acuerdo al progreso que presentaban las colonias hasta formar una colmena de 10 marcos.

5.8.2 Procesos para la preparación de dietas.

Jarabe de azúcar de mantenimiento 2:1.

Se hirvió el agua para que el jarabe tarde en mejores condiciones, luego se mezcló la cantidad de azúcar y se dejó enfriar. Se usó 1050 gramos de azúcar y 525ml de agua (500

gramos), posteriormente se colocó en una bolsa de plástico y después encima de los marcos con algunas perforaciones con un alfiler.

Jarabe de azúcar de mantenimiento 2:1+ suplemento a base de huevo crudo.

Se hirvió el agua para que el jarabe tarde en mejores condiciones, luego se mezcló la cantidad de azúcar y se dejó enfriar. Se usaron 1000 gramos de azúcar y 500ml de agua (500 gramos), se mezclaron dos huevos enteros crudos (50gr/u) colocándolo en una bolsa y seguidamente a las colmenas.

Jarabe de azúcar de mantenimiento 2:1+ suplemento a base de harina de frijol.

Se hirvió el agua para que el jarabe tarde en mejores condiciones, luego se mezcló la cantidad de azúcar y se dejó enfriar. Se usaron 1000 gramos de azúcar y 500ml de agua (500 gramos), se mezclaron 100 gramos de harina de frijol negro.

Preparación de harina de frijol: se puso en remojo los granos de frijol por cinco horas, después se coció por 10 minutos, seguidamente se secó y por último se doró los granos de frijol para luego ser molido, se tamizo y mezclo. Colocándolo en una bolsa y seguidamente a las colmenas.

Jarabe de azúcar de mantenimiento 2:1+ suplemento a base de harina de haba.

Se hirvió el agua para que el jarabe tarde en mejores condiciones, luego se mezcló la cantidad de azúcar y se dejó enfriar. Se usaron 1000 gramos de azúcar y 500ml de agua (500 gramos), se mezclaron 100 gramos de harina de haba.

Preparación de harina de haba: se doraron las semillas de haba y después se molió, se tamizo y mezclo. Colocándolo en una bolsa y seguidamente a las colmenas.

5.9 Análisis de datos

Técnicas de análisis de datos

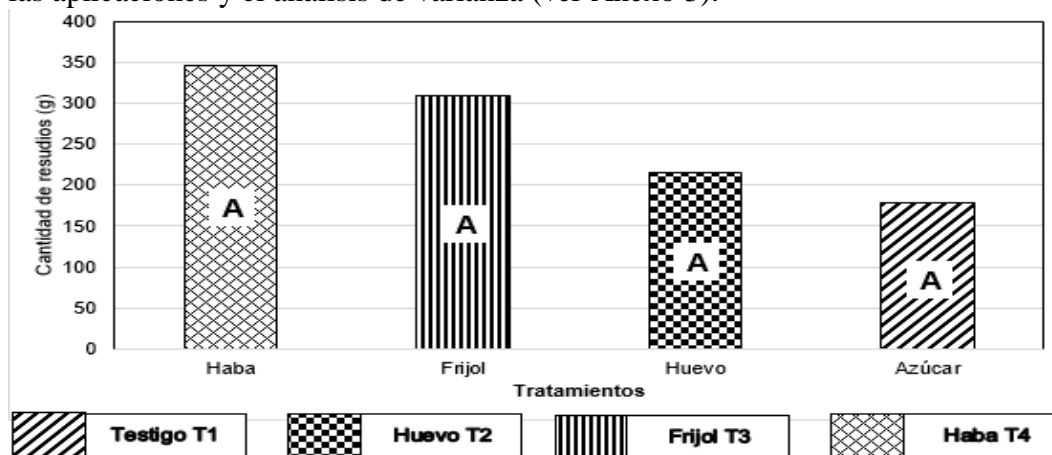
Los datos del porcentaje de residuos de jarabe, población en panales, construcción de panal, cría y el rendimiento, se analizaron mediante el análisis estadístico de varianza (ANDEVA), por medio de la regla de decisión de p-valor menor a 0.01, que demuestra diferencias significativas entre los mismos, al encontrar significancia se realizó la comparación de medias utilizando la prueba Fisher, al observar significancia se utilizó el programa de InfoStat.

Así mismo se realizó el análisis de factibilidad: social-económico y agroecológico.

6 RESULTADOS Y DISCUSION

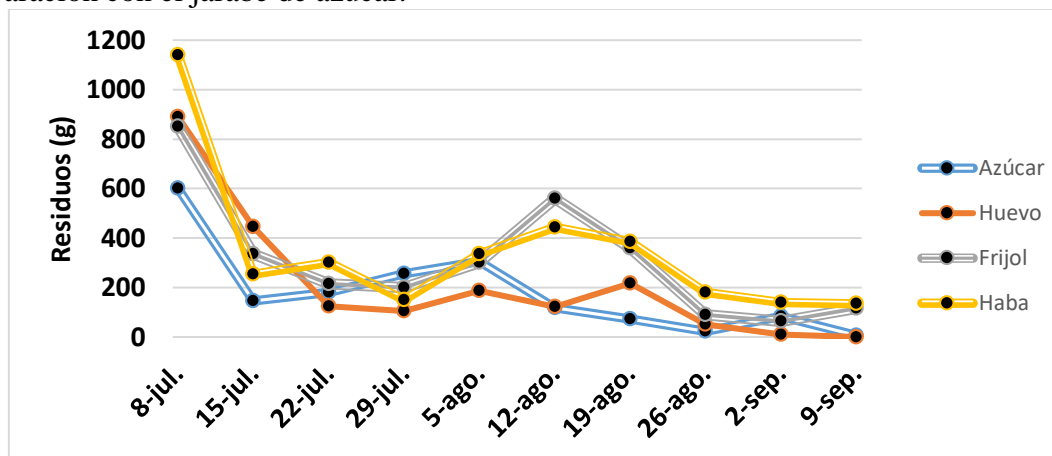
6.1 Aceptabilidad

Se realizó el promedio de residuos de las dietas que las abejas no consumían durante todas las aplicaciones y el análisis de varianza (ver Anexo 3).



Gráfica 1 Análisis de varianza de los tratamientos en la aceptabilidad de la dieta.

En la anterior gráfica se observa que las tres dietas con proteína (T2, T3 y T4) fueron aceptadas por las abejas y estadísticamente no presentaron diferencia significativa en comparación con el jarabe de azúcar.



Gráfica 2 Cantidad de residuos (g) de las dietas aplicadas a las colonias de abejas.

A lo largo del estudio se pudo observar que la parte líquida de las dietas fueron consumidas en su totalidad; la dieta elaborada con azúcar (testigo) fue la más consumida por las abejas, como lo mencionó Bazurro (1996) el jarabe de azúcar es bien aceptado por las abejas, debido a su parecido con el néctar que recogen de las flores.

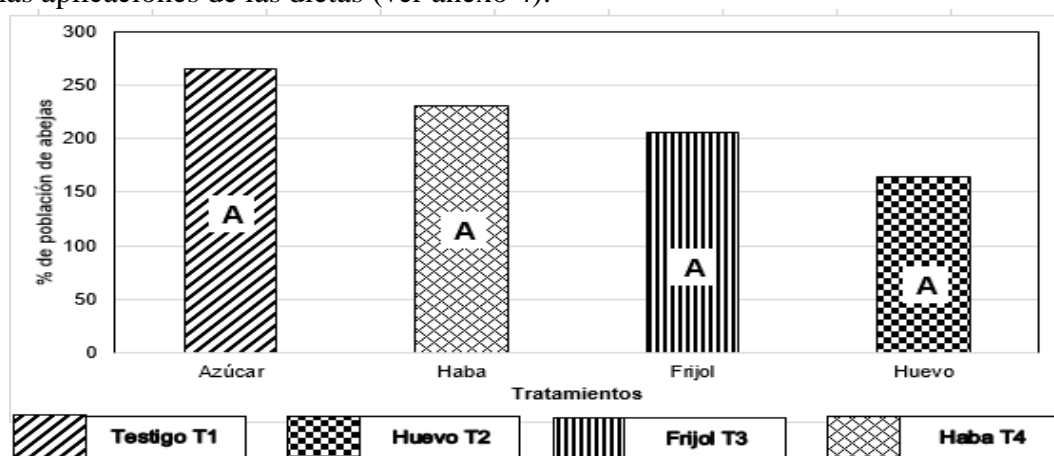
El de menor consumo fue la T4 (harina de haba) que pudo atribuirse al tamaño de las partículas que poseía la harina, debido a que las abejas no ingieren cualquier tamaño de partículas, sino ellas requieren tamaños adecuados para poder digerir en el intestino. De igual manera con la dieta T3 (harina de frijol negro) se encontraron desechos mostrando relación directa con la granulometría de las harinas.

De Araujo y Echazarreta en el año 2001, observaron que el desperdicio aumenta cuando el tamaño de las partículas se incrementa en la composición de la harina utilizada. Es por eso que las dietas T1 (azúcar) y T2 (huevo) no presentaron mayores residuos debido a que sus partículas fueron inferiores a las 100 micras (grafica 2). También es importante considerar la población de abejas al inicio de las aplicaciones de los tratamientos y el incremento que se manifestó al final del estudio.

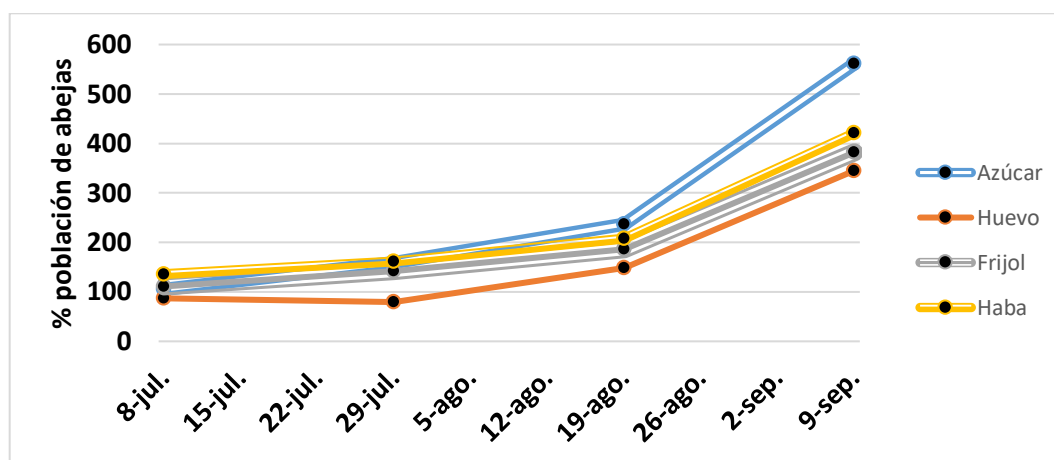
De acuerdo a la metodología se empezó a aplicar las dietas a núcleos con 4 marcos, por lo tanto al principio era mayor el porcentaje de residuos por la cantidad de abejas que poseía la colmena. Somerville (2000) mencionó que es importante observar y medir la cantidad de consumo de cada colmena, ya que pueden existir abejas que consuman más que otras dependiendo de la cantidad de cría y del ingreso adicional que tenga cada colmena de polen y néctar externo.

6.2 Fortaleza

Se midieron los porcentajes de la población de abejas en panales en cada colmena durante las aplicaciones de las dietas (ver anexo 4).



Gráfica 3 Análisis de varianza de los tratamientos en la fortaleza de la colmena.

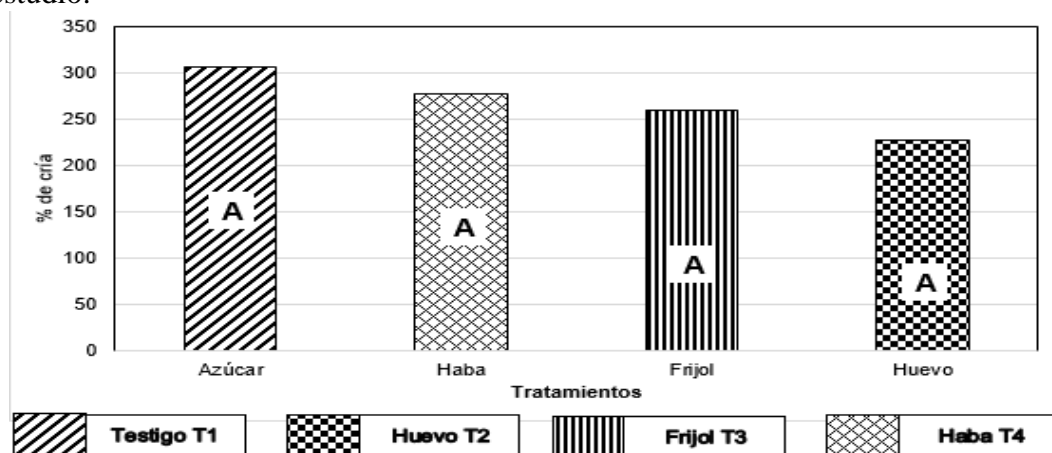


Gráfica 4 Desarrollo de la población de abejas (%) de acuerdo a las dietas aplicadas.

Se determinó que todas las dietas aumentaron de población durante las aplicaciones, así mismo que entre ellas no hay diferencia significativa (grafica 3). La que mejor porcentaje de población de abejas obtuvo fue la dieta de jarabe de azúcar y la que menor fue la dieta de jarabe de azúcar más huevo.

6.3 Porcentaje de cría

Se determinó el porcentaje de cría (postura de la reina) de cada cara del panal (ver anexo 5). Esto incluye desde la etapa de huevo, larva y ninfa, en cada colmena en el periodo que duro el estudio.



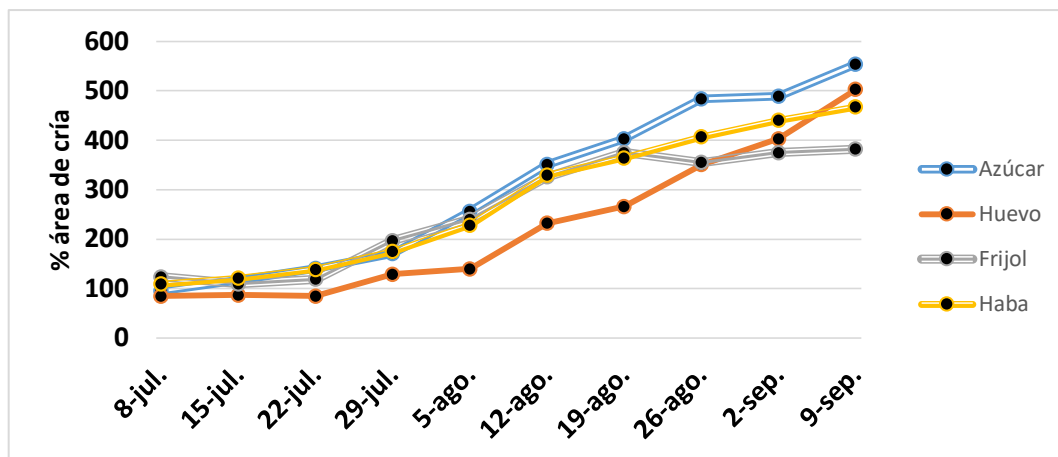
Gráfica 5 Análisis de varianza de porcentajes de cría (postura de la reina) entre las dieta.

Al comparar el área de cría de los distintos tratamientos (T1, T2, T3 y T4) no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ellos (grafica 5). La dieta T1 fue la que presento un mayor porcentaje de postura durante el estudio, y la que menor porcentaje presento fue T2.

Tanto la población de abejas y la cría obtuvieron resultados similares en el transcurso de las aplicaciones, si aumentaban de cría también en población se observaba mejor la fortaleza de las colmenas.

Este resultado puede deberse a que, la dieta T1 (jarabe de azúcar) no contaba con un sustrato proteico como a las demás dietas, lo cual podría ser la razón de los resultados obtenidos en este estudio, difieren de los resultados obtenidos por Avni y Col. (2009), quienes concluyen que a pesar de existir un alto consumo de una alimentación suplementaria consistente únicamente en carbohidratos, éste no puede sostener la cría durante un período de escaso ingreso de polen.

Estos mismos autores señalan que, colonias alimentadas con suplementos de polen, mantienen por lo general niveles más altos de ovipostura que aquellos alimentados sólo con carbohidratos.



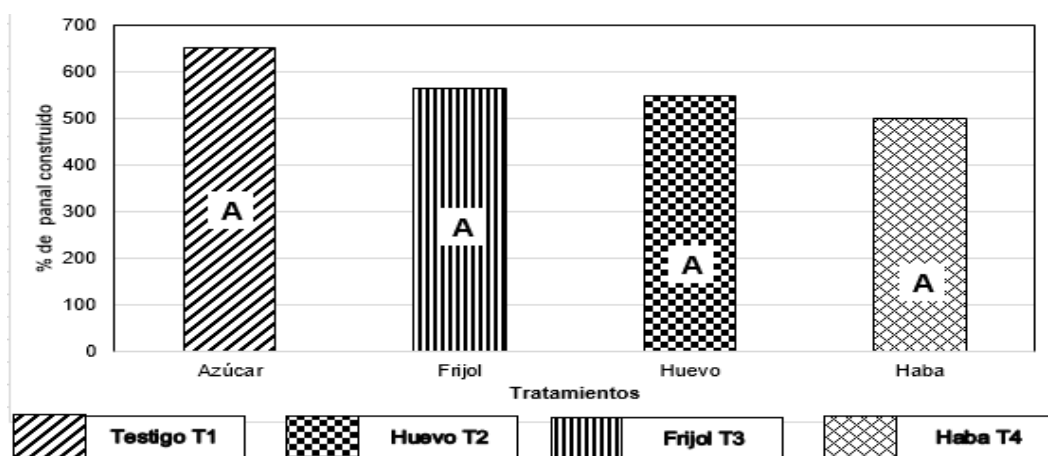
Gráfica 6 Dinámica de ovipostura de las reinas (%) de acuerdo a las dietas aplicadas.

Se debe recordar que las abejas, durante el período que duró este estudio, tuvieron acceso a néctar y polen debido a una ligera floración (canícula) del ambiente donde estaban ubicadas. Este aspecto tiene relevancia ya que Herbert y Shimanuki (1979), en un estudio de primavera utilizando suplementos de polen y jarabe de azúcar, no obtuvieron diferencias significativas debido a la existencia paralela de la floración de diversas plantas desde donde las colonias pudieron recolectar polen y néctar natural de forma simultánea.

Este mismo hecho también fue reportado por Skowronek (1979), quien indicó que “buenas condiciones” proveían el polen y néctar necesarios para los requerimientos de una colonia, y una alimentación suplementaria no generaría diferencias ante estas condiciones. Lo contrario ocurriría durante “condiciones pobres”, cuando el polen y néctar natural no fueran alternativas existentes. En este último caso, la provisión artificial de un jarabe de azúcar o suplemento de polen sí ayudaría a estimular el desarrollo de la colmena.

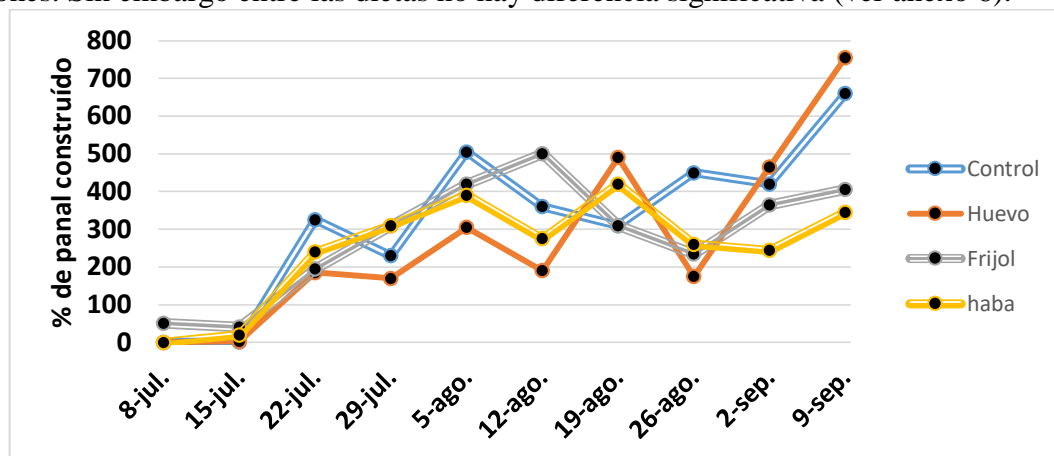
6.4 Construcción de panales

Se obtuvieron los porcentajes de construcción de panal según al número de marcos colocados y el área de la cera, se adquirió el promedio de las 10 aplicaciones de cada dieta.



Gráfica 7 Análisis de varianza de construcción de panal entre las dietas.

Se determinó que todas las dietas influyeron en la construcción de panales durante las aplicaciones. Sin embargo entre las dietas no hay diferencia significativa (ver anexo 6).

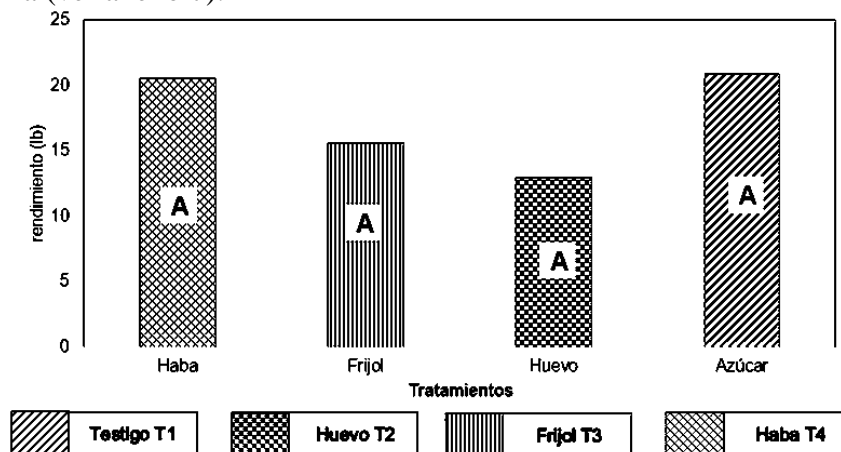


Gráfica 8 Desarrollo de construcción de panal (%) de acuerdo a las dietas aplicadas.

Las dietas con mayor construcción de panales fueron huevo, frijol y azúcar; y la de menor es el jarabe de azúcar más harina de haba (ver anexo 9).

6.5 Rendimiento de los tratamientos

Se determinó el rendimiento de miel de cada tratamiento, contando la cantidad de libras de cada cosecha. Obteniendo un total por toda la cosecha para poder comparar y se hizo el análisis de varianza (ver anexo 7).



Gráfica 9 Análisis de varianza del rendimiento de las libras de miel.

Debido a la cantidad de abejas pecoreadoras así es la cantidad de miel que se cosecha en una colmena, los mejores porcentajes de población y cría fueron las dietas de jarabe de azúcar T1 y haba T4. Por lo tanto se manifestó estas mejores colmenas obteniendo la mayor cantidad de libras de miel al comparar con las otras dietas. Standifer (1977), afirma que una buena nutrición mejora la salud de las abejas, aumentando las reservas corporales de tejido adiposo para sobrevivir mejor el invierno, entregarles energía suficiente para polinizar y producir miel.

Tabla 5 Datos del rendimiento de miel por cada dieta.

Tratamientos	Primera cosecha (libras)	Segunda cosecha (libras)	Total
T1 (testigo)	60.10	44.11	104.21
T2 Huevo	30.70	30.08	64.78
T3 Frijol	45.40	32.52	77.92
T4 Haba	62.50	40.07	102.57

Fuente: elaboración propia

6.6 Costo de la dieta

Se realizó el cálculo del costo de la dieta, durante las 10 aplicaciones que se realizaron, cada tratamiento tenía 5 repeticiones. El jarabe de azúcar presento menor costo debido a que no se agrega una fuente proteica

T1 (jarabe de azúcar) el costo total es Q540.00

T2 (jarabe de azúcar + huevo crudo) el costo total es Q598.00

T3 (jarabe de azúcar + harina de frijol negro) el costo total es Q594.00

T4 (jarabe de azúcar + harina de haba) el costo total es Q620.00

Tabla 6 Datos de los insumos y precios utilizados en la preparación de las dietas.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Azúcar morena	libras	130	Q 3.50	Q 455.00
Bolsas de plástico	ciento	1	Q 10.00	Q 10.00
Agua purificada	garrafón	5	Q 15.00	Q 75.00
Dieta de azúcar T1	Total			Q 540.00
Azúcar morena	libras	120	Q 3.50	Q 420.00
Bolsas de plástico	ciento	1	Q 10.00	Q 10.00
Agua purificada	garrafón	4	Q 15.00	Q 60.00
Huevos	cartón	4	Q 27.00	Q 108.00
Dieta de huevo T2	Total			Q 598.00
Azúcar morena	libras	120	Q 3.50	Q 420.00
Bolsas de plástico	ciento	1	Q 10.00	Q 10.00
Agua purificada	garrafón	4	Q 15.00	Q 60.00
Harina de frijol	libra	13	Q 8.00	Q 104.00
Dieta de frijol T3	Total			Q 594.00
Azúcar morena	libras	120	Q 3.50	Q 420.00
Bolsas de plástico	ciento	1	Q 10.00	Q 10.00
Agua purificada	garrafón	4	Q 15.00	Q 60.00
harina de haba	libra	13	Q 10.00	Q 130.00
Dieta de haba T4	Total			Q 620.00

7 CONCLUSIONES

1. Las dietas alternativas ayudaron en el mantenimiento y vigor de las colmenas, por lo que pueden sustituir al alimento natural (polen y néctar) de las abejas en la época de escasez.
2. Las dietas que se utilizaron presentaron efectos en el aumento de población, cría, rendimiento y construcción de panales. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa donde mencionaba que al menos una dieta presentaría efecto en el mantenimiento y vigor de la colmena.
3. Todas las dietas fueron aceptadas por las abejas y la consumieron en el periodo comprendido entre una y otra aplicación. Siendo la T1 (jarabe de azúcar) la que más consumo tuvo y la T4 (jarabe de azúcar más haba) fue la dieta de menor consumo, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa.
4. En relación a los costos de las dietas utilizadas, la T1 (jarabe de azúcar) presento menor costo comparado con las que tenían sustratos proteicos (huevo, frijol y haba). Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa donde menciona que al menos uno de los tratamientos presentará menor costo.
5. Las fuentes proteicas que se utilizaron son fáciles de conseguir en el mercado local para la nutrición apícola. Así mismo las dietas utilizadas son amigables con el medio ambiente no contaminan el ecosistema y no son transgénicos.
6. Dentro de las aplicaciones de las dietas no se presentó ningún trastorno en la salud de las abejas.
7. Se cuantifico el rendimiento de miel por cosecha total de cada tratamiento utilizado, siendo las mejores el jarabe de azúcar T1 y jarabe azúcar más haba T4, obteniendo 104.21lb y 102.57 lb respectivamente.

8 RECOMENDACIONES

1. Considerar la granulometría de las dietas alternativas, para reducir desperdicios y aprovechar en su totalidad el consumo.
2. Utilizar siempre el jarabe de azúcar en la elaboración de dietas para una mejor aceptabilidad por las abejas y se complementa con algún sustrato proteico.
3. Tomar en cuenta el periodo de la canícula en otras investigaciones similares, para que no influya la entrada de néctar y polen en los efectos de las dietas a estudiar.

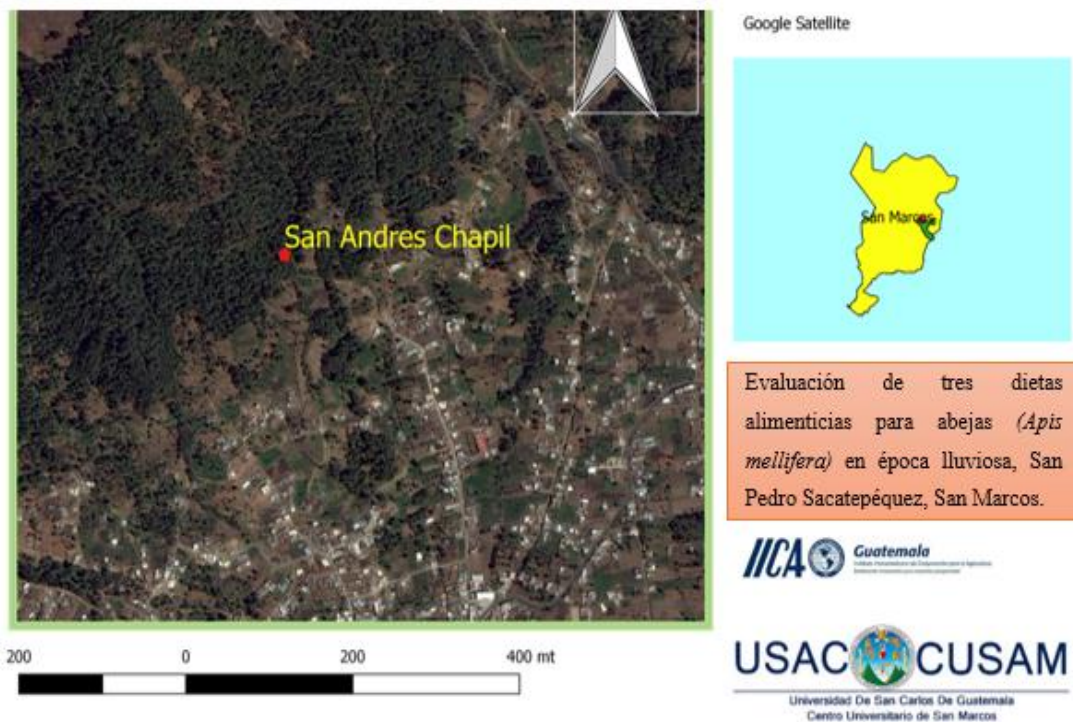
9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Araujo, E. 2001. Fuentes de proteína para suplementos de las abejas.
- Avni D, A. D. 2009. The effect of surface area of pollen patties fed to honey bee (*Apis mellifera*) colonies on their consumption, brood production and honey yields. *Bee World*, 23-28.
- Bazurro, H. H. 1996. V Congreso Ibero Latinoamericano de Apicultura, II Foro Expo-Comercial. En H. H. CJ Bazurro, Características principales y comportamiento de algunos jaranes de maíz utilizados en la apicultura como reservas invernales de la colmena. Mercedes, Uruguay. p. 87-89.
- Bogdanov, S. 1983. Honey Quality and International Regulatory Standards: Review of the Work of the International Honey Commission. .
- Crea. 1993. En C. P, Propóleo y demás productos de la colmena: manual práctico y clínico. Continente, Buenos Aires, Argentina. p. 15-32.
- Daroch, S. E. 2002. Sustitución de la harina de pescado por harina de haba (*Vicia faba* var. minor (Harz) Beck) en la formulación de alimento para salmónidos. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería en Alimentos. Valdivia – Chile.
- Dietz, A. 1975. La colmena y la abeja melífera. En A. Dietz, Alimentación de la abeja melífera adulta. Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay. p. 173-211.
- Farina, J. S. 1994. Aportes preliminares al conocimiento de insectos nativos como potenciales polinizadores de frutales en cultivos del valle medio de Río Negro. En IV Congreso Iberoamericano de Apicultura. Argentina . p. 171-175
- Galvez VM, F. M. 2009. Efecto del tratamiento con ultrasonido sobre algunas propiedades funcionales de la clara de huevo.
- Haydak. 1943. Pollen and pollen substitute in the nutrition of honeybee.
- Herbert E, H. S. 1979. Brood rearing and honey production by colonies of freeflying honeybees fed whoast, whey-yeast or sugar. p. 199, 833, 835-836.
- INE. (Instituto Nacional de Estadística). 2003. Censo agropecuario. Guatemala. (Páginas consultadas).
- Keller et al, F. I. 2006. El desarrollo de la colonia y el papel del polen en su nutrición: la parte. En *Apitec* N. 55.

- MANCUERNA (Mancomunidad de Municipios de la Cuenca del Rio Naranjo). 2008. Plan Estratégico de Desarrollo Integral de San Pedro Sacatepéquez. Guatemala. p. 24.
- Muehlbauer, F. J. 1997. Vicia faba L. NewCROP FactSHEET. Washington State University. Pullman, Washington – USA. Páginas: 10. Recuperado de: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/cropfactsheets/fababean.html>.
- Nájera, O. 2010. Manual de Nutrición Apícola y Apicultura Migratoria.
- Nielsen, S. S. 1991. En Digestibility of Legumes Proteins. Food Technology. vol. 45 No.9 .p. 112-114.
- Shimanuki, H. y. 1985. Proceedings of the XXX Internacional Congreso of Apicultura. En Aliemento artificial con proteína para las colonias de abejas. Nagoya. Japón. p. 347-352.
- Skowronek, W. 1979. Effect of feeding carbohydrates and proteins on the production of wax by, and development of, honeybee colonies. Pszczelnicze Zeszyty Naukowe. p. 23, 29-42.
- Soletto, G. 2000. Huevo en polvo con bajo contenido de colesterol: características nutricias y sanitarias del producto.
- Somerville D, D. C. 2007. Field trials to test supplementary feeding strategies for commercial honeybees. Rural Industries Research and Development Corporation. Australia.
- Somerville, D. 2000. Honey bee nutrition and supplementary feeding. NSW Agriculture. p.1-8.
- Somerville, D. 2005. A manual on honey bee nutrition for beekeepers. En Rural Industries Research and Development Corporation. Australia. p. 3-84.
- Stace, P. 1996. Protein content and amino acid profiles of honeybee collected pollens. En Stace, Nutritional requeriments of honey bees. Binghampton, New York. p.4-12.
- Standifer, L. N. 1977. Supplemental feeding of honey bee colonies. USDA. En Agriculture Information Bolletin No 126. p.413.
- Vargas, V. 2012. Guía Técnica de nutrición Apícola. Nicaragua.
- Zapata, S. 2001. En Posibilidades y potencialidad de la Agroindustria del Perú en base a la biodiversidad y los bionegocios. Comité Biocomercio Perú. Perú. p.70.

10 ANEXOS

Anexo 1 Localización del área de investigación, San Andrés Chapil San Pedro Sac.



Anexo 2 Formato utilizado en la toma de datos durante la investigación.

No. Semana/ fechas	Tratamiento	Residuos de alimento (g)	% Construcción de panal	% Cría (postura de la reina)	Observaciones

Anexo 3 análisis de varianza de los datos de aceptabilidad de los tratamientos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
cantidad de residuos (g)	20	0.40	0.28	35.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	92004.93	3	30668.31	3.48	0.0406
Tratamientos	92004.93	3	30668.31	3.48	0.0406
Error	140828.19	16	8801.76		
Total	232833.12	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0.01 DMS=173.30610

Error: 8801.7620 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Haba	346.04	5	41.96 A
Frijol	308.76	5	41.96 A
Huevo	215.10	5	41.96 A
Azúcar	178.62	5	41.96 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Anexo 4 análisis de varianza de los datos de fortaleza de los tratamientos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Población de abejas	20	0.22	0.07	35.75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27128.37	3	9042.79	1.51	0.2509
Tratamientos	27128.37	3	9042.79	1.51	0.2509
Error	96021.41	16	6001.34		
Total	123149.78	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0.01 DMS=143.10444

Error: 6001.3383 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Azúcar	265.50	5	34.64 A
Haba	231.34	5	34.64 A
Frijol	205.25	5	34.64 A
Huevo	164.75	5	34.64 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Anexo 5 análisis de varianza de los datos de cría de los tratamientos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Porcentaje de cría	20	0.17	0.02	25.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16046.35	3	5348.78	1.13	0.3682
Tratamientos	16046.35	3	5348.78	1.13	0.3682
Error	76029.37	16	4751.84		
Total	92075.73	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0.01 DMS=127.33851

Error: 4751.8357 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Azúcar	306.20	5	30.83 A
Haba	277.94	5	30.83 A
Frijol	260.30	5	30.83 A
Huevo	228.10	5	30.83 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Anexo 6 análisis de varianza de los datos de panales construidos de los tratamientos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% panal construido	20	0.06	0.00	42.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	60091.75	3	20030.58	0.35	0.7904
Tratamiento	60091.75	3	20030.58	0.35	0.7904
Error	918204.80	16	57387.80		
Total	978296.55	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0.01 DMS=442.52604

Error: 57387.8000 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Azúcar	652.20	5	107.13 A
Frijol	566.00	5	107.13 A
Huevo	547.60	5	107.13 A
Haba	500.80	5	107.13 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Anexo 7 análisis de varianza del rendimiento de los tratamientos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	20	0.20	0.05	42.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	222.85	3	74.28	1.33	0.2985
Tratamientos	222.85	3	74.28	1.33	0.2985
Error	891.23	16	55.70		
Total	1114.08	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0.01 DMS=13.78684

Error: 55.7021 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Azúcar	20.84	5	3.34 A
Haba	20.51	5	3.34 A
Frijol	15.58	5	3.34 A
Huevo	12.96	5	3.34 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Anexo 8 Datos del porcentaje de cría de los tratamientos que se evaluaron.

Tratamie	% promedio de Área de cría de los tratamientos/Fechas de revisión									
	8-jul	15-jul	22-jul	29-jul	5-ago	12-ago	19-ago	26-ago	2-sep	9-sep
Azúcar	96	117	141	171	256	351	403	484	489	554
Huevo	85	87	85	129	140	232	266	351	403	503
Frijol	124	110	119	197	240	326	375	355	375	382
Haba	109	121	139	175	228.4	329	364	407	440	467

Anexo 9 Cantidad de panales llenos de cría en los diferentes tratamientos.

Trat	Promedio de panales llenos de cría según tratamientos/Fechas de revisión										Total
	8-jul	15-jul	22-jul	29-jul	5-ago	12-ago	19-ago	26-ago	2-sep	9-sep	
Azúcar	0.96	1.17	1.41	1.71	2.56	3.51	4.03	4.84	4.89	5.54	30.62
Huevo	0.85	0.87	0.85	1.29	1.4	2.32	2.66	3.51	4.03	5.03	22.81
Frijol	1.24	1.1	1.19	1.97	2.4	3.26	3.75	3.55	3.75	3.82	26.03
Haba	1.09	1.21	1.39	1.75	2.284	3.29	3.64	4.07	4.4	4.67	27.794

Anexo 10 Porcentaje y total de panales ocupados por abejas.

Tratamiento	FORTALEZA: % de área de panales ocupados				Tratamiento	FORTALEZA: panales ocupados				Total
	8-jul	29-jul	19-ago	9-sep		8-jul	29-jul	19-ago	9-sep	
Azúcar	105	159	237	561	Azúcar	1.05	1.59	2.37	5.61	10.62
Huevo	86.6	79.4	148	345	Huevo	0.866	0.794	1.48	3.45	6.59
Frijol	111	142	186	382	Frijol	1.11	1.42	1.86	3.82	8.21
Haba	136	161	207.36	421	Haba	1.36	1.61	2.07	4.21	9.25

Anexo 11 Datos de los porcentajes de panal construido en los tratamientos.

Tratamiento	% promedio de Panal construido									
	8-jul	15-jul	22-jul	29-jul	5-ago	12-ago	19-ago	26-ago	2-sep	9-sep
Control	0	1	325	230	505	360	310	450	420	660
Huevo	0	3	185	170	305	190	490	175	465	755
Frijol	50	40	195	310	420	500	310	235	365	405
haba	0	20	240	310	390	275	420	260	244	345

Anexo 12 Cantidad de panales construidos durante la evaluación de las dietas.

Tratamiento	Promedio de Panal construido										
	8-jul	15-jul	22-jul	29-jul	5-ago	12-ago	19-ago	26-ago	2-sep	9-sep	Total
Control	0	0.01	3.25	2.3	5.05	3.6	3.1	4.5	4.2	6.6	32.61
Huevo	0	0.03	1.85	1.7	3.05	1.9	4.9	1.75	4.65	7.55	27.38
Frijol	0.5	0.4	1.95	3.1	4.2	5	3.1	2.35	3.65	4.05	28.3
haba	0	0.2	2.4	3.1	3.9	2.75	4.2	2.6	2.44	3.45	25.04

Anexo 13 Forma de aplicación de las dietas a las colmenas.



Anexo 14 Revisión de porcentaje de cría y población de abejas.



Anexo 15 Pegado de cera y construcción de panal.



Anexo 16 Consumo de las dietas en las colmenas evaluadas.



Anexo 17 Ubicación de las colmenas en el área de investigación.

