



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

ALIMENTACION DE ABEJAS A BASE DE DOS
CONCENTRACIONES DE ALTA FRUCTOSA Y SACAROSA
DURANTE INVIERNO-PRIMAVERA 2003

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
ALBERTO MORAN MORAN

M. Le Mat 332598

ASESOR: M.V.Z. LIBORIO CARRILLO MIRANDA
COASESOR: M. en C. OSCAR ARELLANO DIAZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO SALI
DE LA BIBLIOTECA

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a digitalizar en formato electrónico e imprimir el contenido de este trabajo en formato electrónico e impreso si el autor lo permite.

FECHA: 16/9/04
NOMBRE: Alberto María Morán

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
FEDERACIÓN NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Alimentación de abejas a base de dos concentraciones de alta fructosa y sacarosa en el periodo invierno-primavera del 2003.

que presenta el pasante: Alberto Morán Morán
con número de cuenta: 9310247-4 para obtener el título de
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 26 de Marzo de 2004

PRESIDENTE	<u>MVZ. Jorge Luis Rico Pérez</u>	
VOCAL	<u>Dra. Deneb Camacho Morfín</u>	
SECRETARIO	<u>MVZ. Liborio Carrillo Miranda</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>MVZ. Juan Raúl Aguilar Tovar</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>MVZ. Teresa Ortiz Bastida</u>	

Agradecimientos

Agradezco a toda mi familia por su apoyo que siempre me han brindado en todo momento.

A mis amigos por todos los momentos que compartimos.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por abrirme sus puertas y ser mi segundo hogar.

A mis profesores por sus conocimientos compartidos.

A mis asesores por sus indicaciones y consejos en este trabajo experimental.

A los animales porque gracias a ellos aprendemos.

A la empresa Arancia corn products.

Dedico este trabajo a mis hermanos: Isaúl y Rafael.

A las dos mujeres de mi vida: mi hermana Abi y Tina el meu amoret.

Y especialmente a Enedina mi madre y Guillermo mi papa.

I. Índice		Páginas
1.	Introducción	8
1.1.	Objetivos	9
2.	Antecedentes	10
2.1.	Clasificación taxonómica de <i>Apis mellifera</i>	10
2.2.	Desarrollo de la cría	11
2.3.	Alimentación natural de las abejas	13
2.4.	Necesidades de una colmena	14
2.5.	Alimentación artificial o inducida	15
2.5.1.	Alimentación de otoño	17
2.5.2.	Alimentación de invierno	17
2.5.3.	Alimentación para estimular	17
2.6.	Alimentos sustitutos	18
2.6.1.	Azúcar granulada	18
2.6.2.	Jarabe nutritivo	18
2.6.3.	Pasta de azúcar	19
2.6.4.	Pasta alimenticia	19
2.6.5.	Jarabe estimulante	20
2.6.6.	Candi	21
2.7.	Suministro de alimento	22
2.7.1.	Alimentadores sobre los panales	22
2.7.2.	Alimentador marco vertical	22
2.7.3.	Alimentador tipo Boardman	23
2.8.	Glúcidos (Fructosa y Sacarosa)	23
3.	Material y métodos	25
3.1.	Localización	25
3.2.	Tratamientos	25
3.3.	Fecha del experimento y criterios de muestreo	25
3.4.	Desarrollo del experimento	26
3.5.	Diseño experimental y análisis estadístico	30
3.6.	Materiales	31

3.7.	VARIABLES CUANTIFICADAS	31
4.	Resultados y discusión	32
4.1.	Resultados	32
4.1.1.	Número de huevo	32
4.1.2.	Número de larva	32
4.1.3.	Número de cría operculada	34
4.2.	Discusión	38
5.	Conclusiones	41
6.	Literatura consultada	42
7.	Apéndice	45
II.	Índice de cuadros	
Cuadro 1.	Nombres comunes y científicos de algunas razas de abejas	10
Cuadro 2.	Dosis y frecuencia del suministro de un jarabe estimulante	20
Cuadro 3.	Fechas de alimentación y mediciones	26
Cuadro 4.	Arreglo de los tratamientos y repeticiones en el diseño experimental empleado	30
Cuadro 5.	Número de huevos en los seis muestreos	32
Cuadro 6.	Número de larvas en el muestreo 2	33
Cuadro 7.	Número de larvas en el muestreo 4	33
Cuadro 8.	Número de cría operculada en el muestreo 1	34
Cuadro 9.	Número de cría operculada en el muestreo 2	35
Cuadro 10.	Número de cría operculada en el muestreo 3	35
Cuadro 11.	Número de cría operculada en el muestreo 4	36
Cuadro 12.	Número de cría operculada en el muestreo 5	36
Cuadro 13.	Número de cría operculada en el muestreo 6	37

III. Índice de figuras

Figura 1. Estructura química de la fructosa	23
Figura 2. Estructura química de la sacarosa	24
Figura 3. Bastidor numerado para conteo	27
Figura 4. Ejemplo de nueve números aleatorios en el bastidor para conteo	28
Figura 5. Bastidor lado izquierdo (repetición 1), y lado derecho (repetición 2)	29

RESUMEN

En la presente investigación se han analizado estadísticamente las diferencias existentes entre la puesta de cría estimulada previamente por cuatro tratamientos de alimentación artificial (sacarosa 2:1, sacarosa 1:1, fructosa 2:1, fructosa 1:1), en cinco colmenas de *Apis mellifera* durante el periodo invierno- primavera del año 2003 en el apiario de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Cabe destacar que no se evaluó el costo de las alimentaciones ni la disponibilidad en el mercado de la fructosa.

Este experimento tuvo como objetivos, evaluar comparativamente los números de huevos, larvas y cría operculada con base en alimentación de alta fructosa diluida en una concentración 2:1 y concentración 1:1, así como sacarosa diluida en una concentración 2:1 y concentración 1:1; y evaluar cuantitativamente la producción de miel del período de primavera del 2003, como efecto de los tratamientos en estudio.

En este trabajo experimental se empleó un modelo completamente al azar con cuatro repeticiones. El volumen proporcionado de los cuatro jarabes fue de 900ml y, este se les aplicó cada diez días, los conteos para las tres variables (huevos, larvas y cría operculada) se realizaron en el mismo intervalo de tiempo.

Mediante un análisis estadístico de varianza (ANDEVA) se determinó la existencia de diferencias significativas entre tratamientos y posteriormente se efectuó una diferenciación porcentual de medias, en los seis conteos para las tres variables. Dado el análisis de resultados encontramos que, la fructosa presentó las medias numéricas mayores para las variables número de larvas y número de cría operculada, en su concentración 2:1. Los jarabes de fructosa 2:1 y 1:1 presentaron medias numéricas mayores que los jarabes de sacarosa 2:1 y 1:1. La producción de miel fue evaluada, pues en el ciclo de primavera del 2003 el flujo de néctar fue insuficiente en el apiario de la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán.

1. INTRODUCCIÓN

Los rendimientos de miel de una colmena dependen directamente del número de obreras disponibles, ya que esta es la única casta de la comunidad que realiza el pecoreo, desempeña en las primeras fases de vida, las tareas de nodriza (alimentación y cuidado de larvas en desarrollo) para pasar a ser pecoreadora (recolección de néctar y polen). La vida media de las abejas pecoreadoras (insecto perfecto) es de 21 a 25 días (Wille, 1988), por lo que el enjambre debe renovarse constantemente en la época productiva mediante la puesta de la reina y el cuidado de esta por parte de las nodrizas.

La tasa de puesta de la reina se incrementa paulatinamente conforme lo hacen las fuentes de néctar, hasta estabilizarse cuando la colmena alcanza 40,000 individuos. Con 10,000 abejas por colonia o más, el cociente entre cría y población desciende desde 10% y 14%, se alcanza entonces la máxima productividad al incrementar el número de obreras pecoreadoras respecto al de obreras nodrizas (Farrar, 1968). Los rendimientos óptimos se obtienen, por tanto, cuando en la época de mayor disponibilidad de néctar floral existe una población superior a las 10,000 abejas, para lo cual la colmena debe de incrementar sus efectivos en un período que comprende el final de la estación invernal y el comienzo de la primavera. Asimismo la disponibilidad de alimento en climas templados cálidos es máxima a mediados de esta última estación. Es frecuente la existencia, en los apiarios, de colmenas con poblaciones semejantes pero con una desigual reserva de nutrientes al comienzo del período de la puesta, por lo que cabría la posibilidad de que la variabilidad productiva estuviera en parte determinada por el retraso en la producción de cría debido a una escasez de reservas después del invierno, hecho que puede ser corregido por el apicultor (Farina, 1991). Con respecto a esto la alimentación estimulante ha sido por mucho tiempo cubierta por el uso de sacarosa comercial (azúcar de caña). En la actualidad se procesa la alta fructosa que deriva del maíz, y su uso no es popular entre los apicultores.

1.1. Objetivos

- Evaluar comparativamente el número de huevos, larvas y cría operculada de abejas con base en alimentación de alta fructosa diluida en una concentración 2:1 y concentración 1:1, así como sacarosa diluida en una concentración 2:1 y concentración 1:1.
- Evaluar cuantitativamente la producción de miel del período de primavera del 2003, como efecto de los tratamientos en estudio.

2. ANTECEDENTES

2.1. Clasificación taxonómica de *Apis mellifera*

Las abejas componen la superfamilia *Apoidea*, pertenecen al orden zoológico de los hymenópteros (insectos de alas membranosas) y su nombre científico es *Apis mellifera*. Su distribución en el mundo permitió la formación de una variabilidad de características que incluyen tamaño, color, forma, longitud de alas, capacidad como recolectoras de néctar, susceptibilidad a enfermedades, propensión a enjambrar, etc. En el Cuadro 1 se muestran algunas de las razas de abejas más populares

Cuadro 1. Nombres comunes y científicos de algunas razas de abejas

Nombre Común	Nombre científico
Abejas italianas	<i>Apis mellifera lingustica</i>
Abejas caucásicas	<i>Apis mellifera caucasica</i>
Abejas carniolas	<i>Apis mellifera carnica</i>
Abejas africanas	<i>Apis mellifera adansonii</i>
Abejas chipriotas	<i>Apis mellifica cypria</i>
Abejas egipcias	<i>Apis mellifica fascista</i>

*Fuente: Mace (1993).

Las abejas son insectos sociales que viven en colonias, cada una de ellas constituye una colmena, que está formada por una reina, algunos centenares de machos zánganos y decenas de millares de obreras. Una colmena en promedio cuenta con 60000 obreras y una colmena superpoblada supera a las 100000. (Ravazzi, 2000).

La clasificación taxonómica de las abejas es la siguiente:

Reino	<i>Animal</i>
Subreino	<i>Metazoarios</i>
División	<i>Artiozoarios</i>
Rama	<i>Artrópodos</i>
Clase	<i>Insectos o hexapodos</i>
Orden	<i>Himenópteros</i>
Suborden	<i>Aculados</i>
Familia	<i>Ápidos</i>
Género	<i>Apis</i>
Especie	<i>mellifera o mellifica</i>
Nombre científico	<i>Apis mellifera</i>

La abeja es un insecto de metamorfosis completa, y un ciclo de vida que se compone de cuatro etapas, huevo, larva, pupa y adulta. Su cuerpo tiene un esqueleto externo quitinoso y duro dividido en tres regiones anatómicas: la cabeza (prosoma), tórax (metasoma) y abdomen (mesosoma) (Dadant, 1975).

2.2. Desarrollo de la cría

El término cría se refiere a las primeras etapas del desarrollo de las abejas se puede designar a las larvas, ninfas en las distintas etapas de su desarrollo e inclusive a los huevos, hasta que estas emergen de su celda, como insectos perfectos. La presencia de huevos y larvas jóvenes es un indicador de que una colonia tiene reina y que inicio su desarrollo. Esto ocurre generalmente en el principio de la primavera, aunque en algunos casos puede ocurrir uno o dos meses antes, y a medida que avanza la temporada habrá crías de todas las edades. Por el contrario, la ausencia de cría abierta (abejas en etapa de metamorfosis en celdas sin opercular) y en especial de huevos, puede ser un indicio de que la colonia carece de reina. Durante la primavera y el verano debe haber huevos y cría de todas las edades (Philippe, 1988).

El desarrollo de la cría comienza cuando la reina encuentra una celda adecuada, se detiene e introduce en ella la cabeza y las patas delanteras, permaneciendo un momento en esta posición, y luego las vuelve a sacar. A esta parte de la postura se le conoce como inspección de las celdas, después de la inspección la reina procede a aovar, o en su defecto, deja la celda y pasa a inspeccionar otra. Parece probable que a través de la inspección, la reina reconoce el tipo de celda, y con este reconocimiento deposita un huevo fecundado o no.

Al respecto Ravazzi (2000) mencionó que la abeja reina se sostiene con las patas de los bordes de las otras celdas, y con las alas extendidas hacia atrás, desliza su abdomen en la celda, permanece ahí de diez a quince segundos, para depositar el huevo, luego se retira y pausadamente revisa otra celda y repite su actuación anterior. El huevo siempre se deposita sobre la base de la celda perpendicular a esta y paralelo a las paredes de la celda. Permanecerá en esta posición hasta pocas horas antes de su eclosión. Cambiará de posición acostándose sobre el fondo de la celda, al mismo tiempo que su cutícula se hace transparente dejando ver la larva que tiene dentro. Las obreras al examinar la celda depositan una cantidad mínima de alimento larval (jalea real). El huevo no hará eclosión hasta que el alimento no contacte con el, después del contacto con el alimento, la larva rompe la cutícula y emerge, casi enseguida la larva toma la posición en forma de letra "C" tocándose con sus extremos.

Las abejas nodrizas alimentan a las larvas, estas se arrastran con movimientos circulares para tomar la jalea real, de esta forma comienza su crecimiento. Cuando ya no cabe en la celda se endereza a lo largo, hasta que ocupa todo el espacio disponible, permanece inmóvil, y sin alimentarse más, aquí comienza su metamorfosis, después de cinco transformaciones, un insecto perfecto roe el opérculo y emerge de la celda (Willie, 1988).

2.3. Alimentación natural de las abejas

Las abejas, comparativamente con otros insectos polinizadores, se caracterizan por almacenar los alimentos necesarios para el desarrollo de sus crías, miel y polen; su nivel trófico esta ordenado en estrecha colaboración con los productores del ecosistema terrestre, (plantas fanerógamas), en grado tal que podríamos incluirlas en su nivel de productoras; su función es indispensable en dicho nivel, no ejerce acción nociva ni deterioro en las plantas; y es el eslabón indispensable en su ciclo reproductor como un órgano mas de la planta (Rana, 1994).

La acción de obtener néctar y polen, desde el punto de vista apícola, es una función consumidora y en este grupo se clasifica; la abeja no actúa intencionalmente como agente polinizador, ella busca su alimento y el de su cría. El consumo de alimento de las abejas esta íntimamente relacionado con una determinada etapa de la vida de las plantas, que es la floración, y cuando no hay alimento que recolectar, salvo que se presente una mielada (flujo de néctar de una o mas flores) o ligamaza (savias vegetales ricas en carbohidratos); por estas circunstancias las abejas necesitan almacenar lo necesario para atender su alimentación en todas las estaciones del año cuando no hay nada que recolectar y necesitan mantenerse en su nivel trófico (Sepúlveda, 1980).

Las principales fuentes de carbohidratos en la dieta de *Apis mellifera* es el néctar y la ligamaza, el polen suministra todos los demás alimentos indispensables, como son los aminoácidos, las vitaminas y algunos minerales (Mc Gregor, 1992).

Phillipe (1988) reporta que el néctar es la savia azucarada que segregan las plantas en sus flores (nectarios), cuando este es acopiado puede contener de 5% hasta 75% de sólidos solubles (azúcares), la mayor parte de los cuales en la proporción es de 25% a 40% y el resto es agua. Los azúcares primordiales son sacarosa, glucosa y fructosa, mientras el néctar es manipulado y finalmente almacenado como miel, gran parte de la sacarosa es hidrolizada en glucosa y

fructosa, por lo general partes más o menos iguales. El polen suministra todos los demás elementos indispensables en la dieta, excepto agua, que son necesarios para las actividades vitales, incluyendo la crianza de las abejas jóvenes. No todos los tipos de polen de las plantas son iguales desde el punto de vista de sus valores nutritivos, y las abejas crecen y se desarrollan mejor con unos que con otros. En estado natural las abejas utilizan generalmente una mezcla de polen en su dieta. Esta mezcla es ingerida por las adultas y se da de comer a las larvas de obreras y zánganos una vez que tienen tres días de edad. Este alimento se les administra a las larvas los tres primeros días de vida. El valor proteínico del polen varía desde 16% hasta 36% (Mc Gregor, 1992).

2.4. Necesidades de una colmena

Las necesidades biológicas de la colonia de abejas están cubiertas con la recolección de néctar, polen y agua por parte de las obreras. Las abejas provocan la maduración del néctar y lo almacenan en grandes cantidades en forma de miel, que constituye la fuente de glúcidos. También pueden almacenar polen en los panales, sobre todo cerca del nido de cría, pero no suelen hacerlo en la misma magnitud que la miel. Una colmena para mantenerse puede consumir desde 70 a 85 kg de miel al año, sin embargo, las abejas pueden almacenar cierta cantidad de agua, aunque esto no es muy frecuente y habitualmente las necesidades de esta son cubiertas cuando surgen (Farrar 1968).

En condiciones normales, las abejas recogen suficiente néctar y polen para el funcionamiento de sus colonias. Cuando no encuentran fuentes de polen y néctar durante todo el año, la colonia hace acopio de las reservas necesarias para soportar las épocas de escasez, esto no representa desequilibrio en el ecosistema. Sin embargo, el hombre manipula las colmenas para cosechar parte de su miel y polen, y con ello introduce un factor de distorsión en el ciclo de vida de las abejas.

2.5. Alimentación artificial o inducida

La alimentación artificial o inducida de las colmenas surge como una técnica apícola que intenta corregir las distorsiones producidas por las cosechas de miel y de polen extraídas por el apicultor. Cabe decir que el término inducida hace referencia a la acción humana de proporcionar alimento a las abejas que, naturalmente no lo necesitarían, esto es a causa de una extracción en la totalidad de la producción de miel, agotando las reservas de la colmena. Este tipo de alimentación, además de actuar como suplemento de las reservas de las colonias después de una cosecha o durante una época de gran escasez (por ejemplo, un crudo invierno o una sequía), la alimentación artificial también puede servir como estimulante para acelerar el crecimiento de las colmenas durante la primavera (Nabors, 2000).

Según la necesidad de las colmenas se suministrará un suplemento azucarado o proteico. La alimentación azucarada puede hacerse con miel, sacarosa (azúcar de caña), glucosa, jarabes de maíz, etc. El suplemento proteico puede ser de polen, harina de soja molida, levadura de cerveza, leche en polvo, etc. (Lampeitl, 1988).

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 micosis o loque. También puede utilizarse la miel extraída de los panales para la elaboración de jarabes, bien sola o mezclada con otros azúcares o suplementos proteicos. Hay que insistir en que se debe tener la seguridad de que la miel proviene de colonias sanas (Sepúlveda, 1980).

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 (mezcla sólida de azúcar refinada con azúcar glas) 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 grano, 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 en grano como si fueran residuos y lo retiran de la colmena (Prost, 1987).

Los jarabes isomerizados de maíz o jarabes con alto contenido en fructosa (HFCS) comenzaron a producirse en los años setenta. Se obtienen mediante la hidrólisis enzimática del almidón para producir glucosa y la conversión parcial de ésta 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 (Farina, 1991).

Apicultores e investigadores han buscado durante varios años las fuentes de proteínas que pudieran ser usadas como suplemento proteico sustitutivo del polen. Todos los sustitutos existentes son siempre menos atractivos que el polen. El polen mismo puede recolectarse para utilizarse en la alimentación, bien espolvoreándolo sobre los panales o fabricando sustitutos de consistencia semisólida. La leche en polvo, la harina de soja o la levadura de cerveza también han probado su utilidad como fuentes de proteínas para las abejas. En muchos casos es recomendable mezclar una parte de polen con uno o más de los ingredientes antes mencionados a razón de 10% a 20% para asegurar su buena asimilación (Lampeitl, 1988).

Se puede recurrir a la alimentación inducida en cualquier momento que la colmena lo requiera, sobre todo cuando sus reservas corren peligro de agotarse. Sin embargo hay que imponer algunas restricciones tales como alimentar lo suficiente poco antes y durante un flujo de néctar con la finalidad de evitar que parte del jarabe asimilado pueda mezclarse con el néctar. Si la alimentación inducida se realiza de una manera responsable y racional es un recurso muy

valioso para obtener una población de abejas óptima (más de 10,000 individuos) para aprovechar las floraciones melíferas, y políferas e incrementar el rendimiento de las colmenas y la calidad de sus productos (Dadant,1975).

2.5.1. Alimentación de Otoño

La alimentación inducida en esta época puede hacerse con jarabe a un tercio de agua o con candi. En los países de otoño frío se alimenta a las colmenas en septiembre, y en climas cálidos con otoños no muy fríos las colonias en octubre. En climas templados o muy lluviosos podemos tener problemas con el uso de jarabes en esta época, aunque los apicultores deben realizar la alimentación para el mantenimiento de sus colmenas (Philipe, 1988).

2.5.2. Alimentación de invierno

La alimentación de invierno se considera de mantenimiento, recomendándose los jarabes muy concentrados y alimento semisólido o sólido, dependiendo de las bajas temperaturas del invierno. En zonas de climas muy fríos se debe colocar el alimento en forma de jarabe en un lugar muy accesible a las abejas. Es muy recomendable eliminar las reservas de miel de mielatos que debido a su elevado contenido en sales pueden provocar problemas de disenterías y pérdida de población de abejas (Sepúlveda, 1980).

2.5.3. Alimentación para estimular

En la alimentación para estimular se utilizan jarabes con una concentración de azúcares entre 50% a 70 %. En los meses previos al flujo de néctar las abejas suelen madurar bien el jarabe e incluso usar parte del agua que evaporan para la alimentación de las crías. Si la fuente de polen es escasa, entonces se agrega un sustituto que contenga características similares de alimento natural. Durante la alimentación estimulante se debe vigilar el pillaje en los colmenares, sobre todo cuando se administran jarabes hechos con una parte de miel. Si el colmenar es

numeroso y las colmenas desiguales en su población pueden aparecer graves focos de pillaje con pérdida de colonias (Dadant, 1975).

2.6. Alimentos sustitutos

Los productos tradicionales para la alimentación son el Candi y los jarabes de sacarosa, estos últimos pueden prepararse de dos formas; en frío y en caliente.

2.6.1. Azúcar granulada

El azúcar en grano se utiliza principalmente cuando es necesario proporcionar un alimento en forma urgente a aquellas colmenas que ya no cuentan con reservas de miel dando esta buen resultado al comienzo de temporada, cuando los días son lluviosos o fríos y las pecoreadoras evitan la salida en busca de miel y polen. La administración de este producto es bastante útil para prevenir casos de pillaje, ya que no hay emisión de olores que alteren la tranquilidad del apiario. Se aplica por lo general sobre un papel o cartón que se ubica directamente sobre los cabezales de los marcos. De esa manera las abejas acceden fácilmente a consumirla, el inconveniente de este método es que la mayoría de las abejas (no todas las colmenas) eliminan los granos de azúcar como si fueran residuos (Horr, 1999).

2.6.2. Jarabe nutritivo

El jarabe nutritivo es un jarabe espeso a administrar con la misma finalidad que para el anterior, se prepara con: dos kilos de azúcar más un litro de agua. Se hierva a fuego lento por un lapso de 10 a 15 minutos y a una temperatura tal que evite que el azúcar se quemé. Posteriormente se debe dejar enfriar el jarabe y administrar al atardecer, para evitar así actos de pillaje. Es recomendable poner piquera para evitar un posible pillaje en las colmenas alimentadas. Este también puede prepararse en frío (Mace, 1983).

2.6.3. Pasta de azúcar

La pasta de azúcar se utiliza cuando está por terminar el invierno teniendo la característica de ser semisólida. Se prepara con: cuatro kilos de azúcar granulada más un litro de agua. Todo esto se calienta a fuego lento, debe revolverse constantemente para evitar que se queme o caramelice. Posteriormente se retira del fuego al momento que se evapore el agua, continúa revolviéndose por algunos minutos hasta extender en una capa delgada en una bandeja la pasta, la que una vez enfriada se troza y distribuye (Farina, 1991).

2.6.4. Pasta alimenticia

La pasta alimenticia suministra miel, y leche en polvo que contribuye a suplir la deficiencia de polen que pudiera tener la colmena. Se prepara de la siguiente manera:

Se mezcla 20 % de miel, 20 % de leche en polvo o Sustituto lácteo para terneros y 60 % de azúcar granulada. Por cada 0.5 Kg de la mezcla, se agregan 70 cm de agua potable o bien hervida o fría.

Para preparar 1 kilo de esta pasta alimenticia se debe disponer de lo siguiente:

- 200 g de miel
- 200 g de leche en polvo
- 600 g de azúcar granulada o flor.
- 140 ml de agua potable o hervida y enfriada (Farina, 1991).

2.6.5. Jarabe estimulante

El jarabe estimulante es especial para estimular la postura de la reina. Es usado a principios de primavera y en casos de crianza de reinas. Se recomienda proporcionar a 30 y 45 días antes de la fecha en que se inicia la gran mielada o recolección de néctar (Cano, 1989).

Este jarabe se prepara con partes iguales de azúcar o miel y agua, es decir, un L de agua más un Kg de azúcar o miel (Farina, 1991). Estos ingredientes se hierven a fuego lento durante 10-15 minutos removiendo constantemente. Se debe suministrar al atardecer, debido a la posibilidad de desarrollarse pillaje en el apiario. Se recomienda ir paulatinamente aumentando el suministro de este jarabe como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Dosis y frecuencia del suministro de un jarabe estimulante.

Día	Cantidad suministrada
Lunes	1 cucharada grande
Martes	Nada
Miércoles	2 cucharadas grandes
Jueves	Nada
Viernes	3 cucharadas grandes

*Fuente: Nabors (2000)

Esta técnica es también útil en casos de fusión de colonias, inicios con núcleos, etc. Es necesario tener cuidado en el caso de una primavera lluviosa o exceso de sequía. Esto debido a que al presentarse una familia mayor, esta requerirá de abundante alimentación (Farina, 1991).

2.6.6. Candi

El candi se utiliza prácticamente para alimentar reinas que serán enviadas a lugares distantes. No es útil para alimentar a las abejas durante los meses donde las temperaturas son altas ya que se ablanda y puede aprisionarlas y matarlas.

El candi se elabora con miel extraída de muy buena calidad o bien utilizando azúcar glas. Su preparación consiste en licuar la miel hasta 60° C y dejar enfriar hasta unos 38°C, momento en que se adiciona azúcar glas hasta transformar la mezcla en una masa dura no pegajosa. A continuación se espolvorea azúcar sobre una superficie lisa en la cual se amasará la pasta recién confeccionada al igual que la masa de pan. Se adiciona azúcar hasta que no se pegue a la masa. Aproximadamente la proporción de la mezcla es de dos partes de miel y cinco partes de azúcar, durando el amasado prácticamente una media hora. El candi se considera bien preparado si conserva la forma que se le dé y no se ponga pegajoso al colocarlo en una jaulita de reina a una temperatura de 26° a 27°C (Farina, 1991).

Existen otras formulaciones de jarabe, entre las que destacan las siguientes:

- Azúcar (60%) + agua (40%).
- Miel (50%) + agua (50%).
- Azúcar de remolacha (0.5 kg) + miel (2kg) + agua (1.5 L).

A estos ingredientes se les añade 10 g de ácido tartárico por cada 50 kg de azúcar para que la solución no se cristalice. Existen también jarabes preparados que incluyen vitaminas y estimulantes, pero pueden alterar la calidad final de la miel.

El candi o papilla también se formula de distintas formas destacando las siguientes:

- Harina de soya (1.5 kg) + polen (0.5 kg) + azúcar (4.0 kg) + agua (2 L) + sulfamidas (10 g).
- Harina de soja (0.5 kg/0.1 kg de polen) + harina de trigo en polvo (0.75 kg) + azúcar (1 kg) + miel (1 kg) + sulfamida (5 g) (Núñez, 1970).

2.7. Suministro del alimento

La alimentación inducida se suministra mediante alimentadores, que contienen los jarabes y papillas para que las recojan las abejas de la colonia. En general, tienen que facilitar el acceso de las abejas, sobre todo en invierno. Hay dispositivos y métodos muy variados para suministrar alimento a las abejas. Una clasificación de estos puede hacerse por su colocación en la colmena (Wille, 1988).

2.7.1. Alimentadores sobre los panales

Dentro de los recipientes se consideran las bolsas de plástico, bandejas de madera o de plástico, etc. Si los marcos tienen el cabezal abierto no hay problema, si no lo tienen hay que dejar una abertura con la espátula para facilitar el acceso a las abejas (Villegas, 1985).

2.7.2. Alimentador marco vertical

Este consiste en un marco cerrado a modo de recipiente. Puede fabricarse en distintos materiales y tiene la ventaja de poder colocarse a voluntad más o menos alejado del nido de cría. En la época de invierno se coloca muy cerca del nido, de lo contrario las abejas pueden enfriarse al intentar acercarse a él (Villegas, 1985).

2.7.3. Exterior tipo Boardman

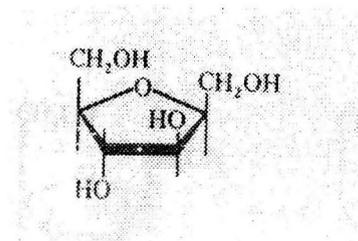
Consiste en una botella u otro recipiente similar invertido sobre una pequeña bandeja, de la que las abejas van tomando poco a poco el alimento. Este puede tener problemas de pillaje pero es posible solucionarlo si el acceso al jarabe se coloca muy en el interior de la colmena (Root, 1978).

2.8. Glúcidos (fructosa y sacarosa)

Los jarabes de maíz, con alto contenido de fructosa, al igual que a otros suplementos azucarados usados en Apicultura, se les asocia con la adulteración de miel por su bajo precio (Lampeitl, 1988). Los monosacáridos son azúcares sencillos, derivados de polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas con dos o más grupos hidroxilo. Los azúcares con 4,5,6 y 7 átomos de carbono se llaman respectivamente tetrasas, pentosas, hexosas y heptosas. La fructosa es una cetohexosa de las más comunes (grupo ceto y seis átomos de Carbono) y uno de los monosacáridos más abundantes en la alimentación, esta se encuentra en estado libre en frutas y verduras, también la miel contiene grandes cantidades de ésta azúcar, ya que cerca de 40% de su sustancia seca es fructosa (Lubert, 1995).

La fructosa, por acción de la *hexocinasa* (paso 1 de la glucólisis) reacciona para dar fructosa 6-fosfato, además de está conversión directa para el metabolismo de la fructosa existe una ruta alterna. Esto implica la conversión de fructosa en fructosa 1-fosfato por medio de la *fructocinasa* (Philip, 1994).

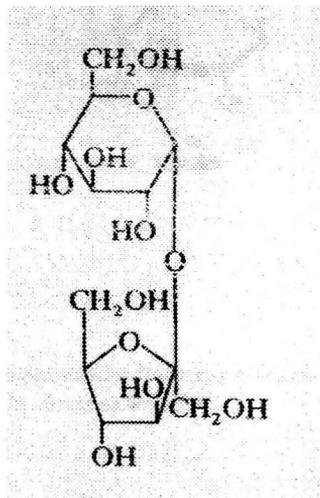
Figura 1. Estructura química de la fructosa



*Fuente: Philip (1994)

La sacarosa (el azúcar de mesa) se obtiene comercialmente a partir de la caña o la remolacha. Se trata de un oligosacárido (compuesto constituido por cadenas cortas de unidades de monosacárido, unidas mediante enlaces covalentes). Está constituido por glucosa y fructosa (ambas con 6 carbonos). No contiene ningún átomo de carbono anomérico libre, puesto que los carbonos anoméricos de sus dos unidades monosacáridas constituyentes se hallan unidos entre sí. Por esta razón la sacarosa no es un azúcar reductor (Biopsicología, 2003). La hidrólisis de la sacarosa a glucosa y fructosa está catalizada por el enzima *sacarasa* (llamada también *invertasa*), la *sacarasa* está localizada en la superficie externa de las células epiteliales que revisten el intestino delgado (Lubert, 1995).

Figura 2. Estructura química de la sacarosa



*Fuente: Philip (1994)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

El trabajo de investigación, se realizó en el Módulo de Apicultura del Centro de Enseñanza Agropecuaria de la FES - Cuautitlán, UNAM, que alberga a 30 colmenas tipo Jumbo, y se limita por cercas artificiales de nopales y malla borreguera. Se ubica en la Carretera Teoloyucan-Cuautitlán km. 2.5, Cuautitlán Izcalli Estado de México, sus coordenadas geográficas son: Al norte 19° 44", al sur 19 35" latitud norte, al este 99°11", al oeste 99° 17 " de longitud oeste y a una altitud de 2,280 msnm. Predomina un clima C(w) templado subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 15.7° C. Su precipitación media anual es de 605 mm con un período de heladas de octubre a abril (INEGI, 2003).

3.2. Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- Alta fructosa concentración 2:1 (2kg alta fructosa/ 1L de agua)
- Alta fructosa concentración 1:1 (1kg alta fructosa/ 1L de agua)
- Jarabe de azúcar concentración 2:1 (2kg alta fructosa/ 1L de agua)
- Jarabe de azúcar concentración 1:1 (1kg alta fructosa/ 1L de agua)
- Colmena control

3.3. Fecha de experimentación y criterios de muestreo

Para iniciar este experimento fue necesaria la creación de colmenas homogéneas (núcleos nuevos) y la crianza de reinas de la misma edad, reinas de menos de dos semanas de edad y sin fecundar, criadas la segunda semana de abril del año 2003.

Los tratamientos se aplicaron a las colmenas experimentales cada diez días, a partir de la fecha inicial del experimento, (Lunes 12 de Mayo del 2003), ya que se observó que en este tiempo cada colmena consumía en su totalidad sus jarabes, y el intervalo entre cada uno de los muestreos fue de cada diez días, a partir del 19 de mayo del 2003. Cabe mencionar que entre la primera alimentación y el primer muestreo solo transcurrieron siete días, pues se evaluó el estado

general de cada una de las colmenas en experimento (población de abejas adultas, retorno de abejas a colmena nodriza, muerte de las crías por enfriamiento), sin observar alteración alguna (Cuadro 3).

Cuadro 3. Fechas de alimentación y mediciones

Fechas de alimentación	Fechas de los conteos
1. Lunes 12 de mayo 2003	1. Lunes 19 de mayo 2003
2. Jueves 22 de mayo 2003	2. Jueves 29 de mayo 2003
3. Lunes 2 de junio 2003	3. Lunes 9 de junio 2003
4. Jueves 12 de junio 2003	4. Jueves 19 de junio 2003
5. Lunes 23 de junio 2003	5. Lunes 30 de junio 2003
6. Jueves 3 de julio 2003	6. Jueves 10 de julio 2003

3.4. Desarrollo del experimento

El experimento se realizó en seis colmenas de *A. mellifera*, a partir de la primera semana de Mayo del 2003, cuando la temperatura fue favorable para provocar el inicio de la puesta, y así evitar que esta se produjera con anterioridad y dar el inicio de una actividad sincrónica en los seis enjambres. Las reinas, todas con una semana de edad, fueron criadas y recluidas desde la última semana del mes de abril, e introducidas a cada colmena el día 28 del mismo mes, siendo liberadas por las obreras de cada colmena alrededor de los cuatro a ocho días posteriores a su introducción.

El alimento se proporcionó a cada colmena en cuatro alimentadores tipo Boardman, con capacidad de 900 mL cada uno, y se alimentó cada diez días a partir de la fecha inicial del experimento, ya que se observó que en este tiempo cada colmena consumía en su totalidad los jarabes. La fructosa utilizada tuvo una densidad de 1.4 kg L ésta fue diluida con agua corriente en dos concentraciones, 2:1 y 1:1 (2 L de fructosa en 1 L de agua, y 1 L de fructosa por 1L de agua). Los jarabes azucarados, también se elaboraron en dos diferentes concentraciones 2:1, 1:1, (2 kg de azúcar diluidos en 1L de agua, y 1 kg de azúcar diluido en 1L de agua), estos jarabes se prepararon en frío.

Las colmenas empleadas para el experimento se homogenizaron con las mismas características de un núcleo nuevo, cada colmena tuvo cinco bastidores, dos de alimento ubicados hacia los extremos, dos de cría operculada, ubicados al centro, y un bastidor de cera nueva estampada, ubicado entre el bastidor de cría y el de alimento. Se obtuvo el número de celdillas con huevo (CH), celdillas con larvas (CL), y celdillas con cría operculada (CO) en cada colmena, seleccionando los cuadrantes (números aleatorios elegidos al azar por la computadora con el programa Excell 97), sobre un marco de madera, que contiene 40 cuadrados (5x5 cm), y 18 que solamente se enumeraron y se seleccionaron en el azar, que corresponden a los cuadrantes centrales, ya que esta zona es la que la reina selecciona naturalmente para ovipositar. El resto de los cuadrados (efecto orilla) se ignora para los conteos, ya que estas zonas son elegidas de forma natural por las abejas obreras para almacenar el alimento (Figura 3).

Figura 3. Bastidor numerado para conteo

	1	2	3	4	5	6	
	7	8	9	10	11	12	
	13	14	15	16	17	18	

Para obtener datos, se eligieron nueve números alternos (números aleatorios arrojados por Microsoft Excel 97) ubicados al centro del marco cuadrado, sin repetición de alguno, esto con el fin de cuantificar el desarrollo de cada una de nuestras variables (número de huevo, número de larva y número de cría operculada), de al menos el 50% del bastidor en observación (Figura 4).

Figura 4. Ejemplo de nueve números aleatorios en el bastidor para conteo

	1		3	4		6	
			9	10		12	
	13		15				

Los muestreos se realizaron después del consumo total del alimento. El conteo del número de larvas, huevos, y crías operculadas se hizo apoyándonos en una lámpara con lupa. En las seis colmenas se realizó el conteo de los dos bastidores de cría y, por ambos lados de estos, para registrar en número cada una de nuestras variables de estudio. Los nueve cuadrantes de un lado del bastidor, sumaron, y promediaron el número de elementos encontrados, este valor fue repetición uno (R1), del otro lado del mismo bastidor se ejecutó el mismo procedimiento, que dio origen a repetición dos (R2), este procedimiento se repitió con el segundo bastidor restante en la colmena para repetición tres y repetición cuatro (R3 y R4). Y así para las demás colmenas (Figura 5).

Figura 5. Bastidor lado izquierdo (repetición 1), y lado derecho (repetición 2)

	1		3	4		6				2		4	5		
			9	10		12						10	11		
	13		15						13	14		16		18	

Este método se empleo para las tres variables que se determinaron en las colmenas (número de huevo, número de larva y número de cría operculada). Los resultados obtenidos de cada uno de los tratamientos y colmenas testigo fueron ordenados utilizando una hoja de Microsoft Excel 97.

3.5. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental que se empleó fue completamente al azar con 4 tratamientos (alta fructosa 2:1, 1:1; Azúcar 2:1, 1:1) un grupo testigo y 4 repeticiones. Cuadro 4.

Cuadro 4. Arreglo de los tratamientos y repeticiones en el diseño experimental empleado.

Tratamientos		Bastidores (repeticiones)	
A. Control	t Colmena regular	At1 At2 (R1,R2) (R3,R4)	
B. Azúcar	a Colmena regular 2:1	Ba1 Ba2 (R1,R2) (R3,R4)	
	b Colmena regular 1:1	Bb1 Bb2 (R1,R2) (R3,R4)	
C. Fructosa	a Colmena regular 2:1	Ca1 Ca2 (R1,R2) (R3,R4)	
	b Colmena regular 1:1	Cb1 Cb2 (R1,R2) (R3,R4)	

*Las literales con números son las unidades experimentales: A, colmenas control, B, C, colmenas con tratamientos; a, b, son colmenas de cada uno de los tratamientos; 1, 2, número de bastidores; R1,R2,R3,R4, son el número de observaciones en los bastidores (repeticiones)

El análisis estadístico se realizó con el programa S.A.S. 6.12, a través de un ANDEVA (Análisis estadístico de varianza). Para la comparación de medias en estos muestreos se eligió el método de Tukey, el nivel alfa seleccionado fue de 0.05.

Las medias numéricas para las tres variables (huevos, larvas y cría operculada), con los cuatro tratamientos (fructosa 2:1, fructosa 1:1, sacarosa 2:1 y sacarosa 1:1, así como la colmena testigo), durante los seis muestreos, se sometieron a diferenciaciones porcentuales entre tratamientos, de tal forma que la media numérica mayor (tratamiento X) se consideró como un 100%; a partir de este valor se calcularon los valores porcentuales para cada uno de los tratamientos con medias menores, esto tuvo la finalidad de comparar en porcentajes a cada uno de los promedios de los tratamientos con respecto al mayor.

3.6. Materiales

- Biológico: seis colonias de abejas regulares (núcleos homogéneos, y reinas nuevas)
- Tachuelas
- Marco rectangular de madera cuadrículado con cordón de algodón para conteo de abejas
- Programa de computadora Microsoft Excell Office 97
- Microsoft S.A.S. 6.12
- Lupa con lámpara
- Cuatro alimentadores tipo Boardman
- Alta fructosa
- Jarabe de azúcar
- Transportador de bastidores (Portanúcleos)

3.7. Variables evaluadas

Las variables que se midieron fueron las siguientes:

- Número de huevos
- Número de larvas (jóvenes y viejas)
- Número de cría operculada

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados

4.1.1. Número de huevos

El número de huevos se mantuvo constante durante los seis muestreos, sin manifestar diferencia significativa ($p>0.05$) por ello no se realizó la comparación de medias, para ninguno de los seis muestreos y tratamientos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de huevos en los seis muestreos

Tratamientos	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6
Fructosa 2:1	131.00 a	149.00 a	126.75 a	133.75 a	154.75 a	131.00 a
Fructosa 1:1	103.25 a	140.50 a	100.00 a	109.50 a	137.00 a	64.25 a
Sacarosa 1:1	95.50 a	58.00 a	49.75 a	38.50 a	75.50 a	36.75 a
Sacarosa 2:1	37.75 a	49.75 a	35.25 a	24.75 a	43.50 a	36.75 a
Testigo	29.75 a	21.25 a	0.00 a	0.00 a	40.75 a	16.00 a

*Promedios sin diferente literal no tienen diferencia significativa ($p>0.05$). 2:1 en fructosa es: 2L de fructosa en 1L de agua, 1:1 en fructosa es: 1L de fructosa en 1L de agua, 2:1 en sacarosa es: 2kg de sacarosa en 1L de agua, 1:1 en sacarosa es: 1kg de sacarosa en 1L de agua.

4.1.2. Número de larvas

El número de larvas tuvo diferencia altamente significativa ($p<0.01$) en el muestreo dos (Ver apéndice Cuadro 2A). Solamente en el muestreo, tres y cuatro el número de larvas mostró diferencia significativa ($p<0.05$) (Apéndice Cuadro 3A y 4A). No hubo diferencia significativa ($p>0.05$) en los muestreos uno, cinco y seis para la misma variable (Apéndice Cuadro 1A, 5A y 6A).

En el muestreo 2 la variable número de larva tuvo diferencia entre tratamientos, la fructosa 2:1 fue mayor 52% que fructosa1:1. La diferencia entre fructosa 2:1 y sacarosa 1:1, es de 58%, asimismo la fructosa 2:1 fue 90% mayor que sacarosa 2:1. La diferencia de fructosa 2:1, contra la colmena fue de 93% (Cuadro 6).

Cuadro 6. Número de larvas en el muestreo 2.

Tratamiento	Promedios	Error estándar	Diferencias porcentuales con respecto al promedio mayor
fructosa 2:1	279.75 a	4.85	100
fructosa 1:1	133.50 b	7.28	52.28
sacarosa 1:1	117.25 b	3.72	58.09
sacarosa 2:1	29.00 b	1.67	89.63
testigo	19.75 b	1.32	92.94

*Promedios con diferente literal tienen diferencia significativa ($p < 0.05$). 2:1 en fructosa es: 2L de fructosa en 1L de agua, 1:1 en fructosa es: 1L de fructosa en 1L de agua, 2:1 en sacarosa es: 2kg de sacarosa en 1L de agua, 1:1 en sacarosa es: 1kg de sacarosa en 1L de agua.

En el muestreo 4, con fructosa 2:1 el número de larvas fue 23% más efectiva que fructosa 1:1. La sacarosa 2:1 está 59% por debajo que la fructosa 2:1; y esta última comparada con la colmena control, tuvo 93% más número de larvas (Cuadro 7)

Cuadro 7. Número de larvas en el muestreo 4.

Tratamiento	Promedios	Error estándar	Diferencias porcentuales con respecto al promedio mayor
fructosa 2:1	194.50 a	2.90	100
fructosa 1:1	149.00 b	8.86	23.39
sacarosa 2:1	79.00 b	2.84	59.38
testigo	13.25 b	1.01	93.19
sacarosa 1:1	0.00 b	0.00	0.00

*Promedios con diferente literal tienen diferencia significativa ($p < 0.05$). 2:1 en fructosa es: 2L de fructosa en 1L de agua, 1:1 en fructosa es: 1L de fructosa en 1L de agua, 2:1 en sacarosa es: 2kg de sacarosa en 1L de agua, 1:1 en sacarosa es: 1kg de sacarosa en 1L de agua.

4.1.3. Número de cría operculada

La variable número de cría operculada manifestó diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) en todos los muestreos. (Apéndice cuadros 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A). En el muestreo 1, se encontró diferencia significativa en la variable número de cría operculada, manifestándose como mejor tratamiento la fructosa 2:1 con 53%, en contra del tratamiento con fructosa 1:1. La sacarosa 1:1 fue 84% menor que fructosa 2:1; y este último tratamiento superó 93% a la colmena control (Cuadro 8).

Cuadro 8. Número de cría operculada en el muestreo 1.

Tratamiento	Promedios	Error estándar	Diferencias porcentuales con respecto al promedio mayor
fructosa 2:1	483.75 a	8.50	100
fructosa 1:1	229.25 b	6.14	52.61
sacarosa 1:1	75.75 c	3.50	84.34
testigo	33.50 c	2.7	93.07
sacarosa 2:1	0.00 c	0.00	0.00

*Promedios con diferente literal tienen diferencia significativa ($p < 0.05$). 2:1 en fructosa es: 2L de fructosa en 1L de agua, 1:1 en fructosa es: 1L de fructosa en 1L de agua, 2:1 en sacarosa es: 2kg de sacarosa en 1L de agua, 1:1 en sacarosa es: 1kg de sacarosa en 1L de agua.

En el muestreo 2 los tratamientos más destacados fueron el jarabe de sacarosa 1:1 que, manifestó 9% mayor número de cría operculada que el tratamiento con fructosa 2:1. El jarabe fructosa 1:1 fue inferior 83% menor en el número de cría operculada que sacarosa 1:1. La colmena testigo y el tratamiento con sacarosa 2:1, fueron 92% y 95% menores en el número de cría operculada respectivamente que el tratamiento con sacarosa 1:1 (Cuadro 9).

Cuadro 9. Número de cría operculada en el muestreo 2.

Tratamiento	Promedios	Error estándar	Diferencias porcentuales con respecto al promedio mayor
sacarosa 1:1	308.75 a	11.88	100
fructosa 2:1	281.00 b	4.78	8.99
fructosa 1:1	53.25 c	2.60	82.75
testigo	26.25 c	2.30	91.5
sacarosa 2:1	15.00 c	0.86	95.14

*Promedios con diferente literal tienen diferencia significativa ($p < 0.05$). 2:1 en fructosa es: 2L de fructosa en 1L de agua, 1:1 en fructosa es: 1L de fructosa en 1L de agua, 2:1 en sacarosa es: 2kg de sacarosa en 1L de agua, 1:1 en sacarosa es: 1kg de sacarosa en 1L de agua.

En el muestreo 3 el tratamiento con fructosa 2:1 superó 69% y 77% en el número de cría operculada, a los tratamientos sacarosa 1:1 y sacarosa 2:1 respectivamente. Asimismo el número de cría operculada con jarabe de fructosa 1:1 fue 86% menor que con el jarabe fructosa 2:1; éste último superó a la colmena control en un 98% (Cuadro 10).

Cuadro 10. Número de cría operculada en el muestreo 3.

Tratamiento	Promedios	Error estándar	Diferencias porcentuales con respecto al promedio mayor
fructosa 2:1	514.25 a	6.03	100
sacarosa 1:1	160.75 b	6.93	68.74
sacarosa 2:1	120.00 b	1.34	76.67
fructosa 1:1	74.00 b	7.67	85.62
testigo	12.00 b	3.73	97.67

*Promedios con diferente literal tienen diferencia significativa ($p < 0.05$). 2:1 en fructosa es: 2L de fructosa en 1L de agua, 1:1 en fructosa es: 1L de fructosa en 1L de agua, 2:1 en sacarosa es: 2kg de sacarosa en 1L de agua, 1:1 en sacarosa es: 1kg de sacarosa en 1L de agua

En el muestreo 4 el tratamiento que mostró el mayor efecto estimulante en el número de cría operculada fue fructosa 2:1, el cual superó en 73%, 81%, 96% y 99% al jarabe fructosa 1:1, sacarosa 2:1, colmena testigo y sacarosa 1:1 respectivamente (Cuadro 11).

Cuadro 11. Número de cría operculada en el muestreo 4.

Tratamiento	Promedios	Error estándar	Diferencias porcentuales con respecto al promedio mayor
fructosa 2:1	515.00 a	3.58	100
fructosa 1:1	137.75 b	8.03	73.25
sacarosa 2:1	100.00 b	3.68	80.58
testigo	19.25 b	1.34	96.26
sacarosa 1:1	5.50 b	0.39	98.93

*Promedios con diferente literal tienen diferencia significativa ($p < 0.05$). 2:1 en fructosa es: 2L de fructosa en 1L de agua, 1:1 en fructosa es: 1L de fructosa en 1L de agua, 2:1 en sacarosa es: 2kg de sacarosa en 1L de agua, 1:1 en sacarosa es: 1kg de sacarosa en 1L de agua.

Durante el muestreo 5 el mayor número de cría operculada se presentó con fructosa 2:1, el cual fue 54% diferente que con fructosa 1:1. Sacarosa 2:1, y la colmena testigo fueron 61% y 84% menores respectivamente (Cuadro 12).

Cuadro 12. Número de cría operculada en el muestreo 5.

Tratamiento	Promedios	Error estándar	Diferencias porcentuales con respecto al promedio mayor
fructosa 2:1	440.0 a	6.50	100
fructosa 1:1	202.0 b	11.90	54.09
sacarosa 2:1	168.8 b	7.04	61.64
testigo	67.8 b	4.54	84.6
sacarosa 1:1	0.00 b	0.00	0.00

*Promedios con diferente literal tienen diferencia significativa ($p < 0.05$). 2:1 en fructosa es: 2L de fructosa en 1L de agua, 1:1 en fructosa es: 1L de fructosa en 1L de agua, 2:1 en sacarosa es: 2kg de sacarosa en 1L de agua, 1:1 en sacarosa es: 1kg de sacarosa en 1L de agua.

El cuadro 13 indica que en el muestreo 6 el mayor número de cría se presentó con fructosa 2 :1 y sacarosa 1 :1. Con fructosa 2:1 hubo 67%, 74% y 96% más cría operculada, que con sacarosa 2:1, fructosa 1:1 y testigo respectivamente.

Cuadro 13. Número de cría operculada en el muestreo 6.

Tratamiento	Promedios	Error estándar	Diferencias porcentuales con respecto al promedio mayor
fructosa 2:1	702.8 A	8.46	100
sacarosa 1:1	694.8 A	9.23	1.14
sacarosa 2:1	235.0 B	10.72	66.56
fructosa 1:1	186.0 B	10.78	73.53
testigo	30.5 B	1.77	95.66

*Promedios con diferente literal tienen diferencia significativa ($p < 0.05$). 2:1 en fructosa es: 2L de fructosa en 1L de agua, 1:1 en fructosa es: 1L de fructosa en 1L de agua, 2:1 en sacarosa es: 2kg de sacarosa en 1L de agua, 1:1 en sacarosa es: 1kg de sacarosa en 1L de agua.

4.2. Discusión

La cantidad de glúcidos en el alimento de las abejas, es un factor determinante en la estimulación de su reina, de tal manera que si el alimento en cuestión es pobre en energéticos y alto en agua, el efecto será negativo en la postura; si el alimento es generoso en energía y tiene bajo contenido de agua, la abeja reina mantendrá un alto nivel de oviposición (Houston 1999), efecto que coincidió con el jarabe de fructosa 2:1, mismo que mostró ser de mayor eficacia durante los seis conteos

Cuando la información de que una fuente de néctar rica en glúcidos, es captada por la abeja reina, está aumenta su postura, ya que de esta forma se asegura la sobre vivencia de los insectos adultos; si el almacenamiento de este néctar es suficiente, el nacimiento y mantenimiento de futuras generaciones será positivo (Farina, 1991). Si el alimento que las pecoreadoras almacenan es bajo en contenido energético, la reina disminuirá su postura, un alimento de esta calidad, representa mayor número de vuelos para cubrir las necesidades de glúcidos diarias en las abejas adultas, y mayor dificultad para evaporar los altos contenidos de agua del mismo dentro de las celdas (Houston 1999).

El suministro de alimento al metabolismo de los insectos no muestra peculiaridades sorprendentes, una característica que parece estar relacionada específicamente al estos es la absorción "facilitada" de glucosa y fructosa (Bursell, 1984). En las abejas adultas las glándulas labiales secretan *invertasa* que es la enzima responsable de romper la sacarosa en glucosa y fructosa (Hebert 1983), este es el primer paso de entrada a la glucólisis.

Para la fructosa además de su conversión directa de fructosa 6-fosfato a través de la *hexocinasa*, existe una ruta alterna, la conversión de fructosa en fructosa 1-fosfato por medio de la *fructocinasa* (Philip, 1994).

Como se puede apreciar, existe una diferencia metabólica entre ambos glúcidos; por una parte la sacarosa requiere de un paso enzimático previo a la degradación de su fructosa y glucosa, mientras la fructosa por sí sola comienza su ruta omitiendo este paso metabólico, además de tener una ruta alterna. Probablemente los gastos de energía para este proceso sean, un factor determinante en los resultados obtenidos.

La fructosa en concentración 1:1, presentó medias numéricas en las variables número de larvas y número de cría operculada más cercanas a la fructosa en concentración 2:1 que en los seis muestreos presentó las medias mayores. Esto aumenta la posibilidad de que la fructosa por ser un monosacárido, tenga un mayor efecto estimulante que la sacarosa, deducción que es muy semejante a los resultados obtenidos por Farina (1991).

Los jarabes de sacarosa, principalmente la concentración 2:1, presentaron medias próximas a la colmena testigo, mientras que la concentración 1:1 se mantuvo cercana a fructosa 1:1, esto nos hace pensar que una concentración menos saturada del disacárido exija un menor gasto energético para su desdoblamiento; la lógica de esto reside en que por una menor cantidad de sacarosa se requieren menos enzimas para desdoblar el soluto total de una solución azucarada, de tal forma que si una concentración de sacarosa 2:1 contiene más soluto en la misma cantidad de solvente que sacarosa 1:1, las necesidades para metabolizar ambas cantidades del mismo glúcido, serán ampliamente diferentes, desfavoreciendo a la solución más saturada.

Sin embargo Harrington (1994), observó en su experimento que las abejas asiáticas (*Apis cerana indica*) visitaban con más frecuencia las flores artificiales que contenían una concentración más elevada de sacarosa, cuestión que se contrapone a nuestros resultados, creemos que esto se debe a una diferencia racial entre la abeja europea y la abeja asiática.

Los avances en los estudios del metabolismo digestivo de los insectos y en especial de las abejas es muy limitado, aún no existen tablas que cuantifiquen los gastos de energía en la ruta glucolítica de los insectos y tampoco se encuentran diferencias entre especies.

Con respecto al efecto estimulante de los jarabes debemos destacar que para la variable número de huevo no se presentaron diferencias significativas en los seis muestreos. Existe la posibilidad de que esta variable no sea relevante, pues autores como Farina (1991) y Houston (1999), no hacen referencia a esta misma, quizá se deba a que el tamaño de los huevos dificulta su observación ya que miden de 1.0 mm a 1.5 mm (CEA, 2001) y por tanto su cuantificación se dificulta aún con lupa. Además de que en un sentido lógico se debe pensar, que si existen larvas en desarrollo entonces hubo oviposición, si la colonia no sufre ataques de alguna enfermedad de las crías por ejemplo loque o micosis, la totalidad de las larvas llegarán a opercular su celda.

La colonia que fue testigo (sin alimentación), presenta medias muy inferiores, esto quizá debido a que la colonia en cuestión no encontró fuentes de néctar en la temporada (invierno-primavera) de dicho experimento.

Con respecto a la cosecha de miel posterior a la alimentación, no fue posible realizar un análisis cuantitativo pues, el tiempo de alimentación no fue el suficiente para que el número de insectos efectivos almacenaran néctar para la producción de miel, además de que el flujo nectarario fue insuficiente, para una producción de miel en el apiario de la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán.

5. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos en este experimento se concluye que :

- La fructosa presentó las medias numéricas mayores para las variables número de larvas y número de cría operculada, en su concentración 2 :1. Los jarabes de fructosa 2:1 y 1:1 presentaron medias numéricas mayores que los jarabes de sacarosa 2:1 y 1:1.
- En el ciclo de primavera del 2003 no hubo producción de miel en el apiario de la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán, por lo que esta no fue evaluada.

6. LITERATURA CONSULTADA

1. Biopsicología, fructosa. Prof. Gregorio Gómez-Jarbo (en línea). 2001.España, junio
Dirección URL. http://www.biopsicologia.net/fichas/page_856.html (consultada 13
Abril, 2003)
2. Biopsicología, sacarosa. Prof. Gregorio Gómez-Jarbo (en línea). 2001. España, junio
Dirección URL. http://www.biopsicologia.net/fichas/page_856.html
(consultada 13 Abril, 2003)
3. Cano D, Flores J, Pedellin P, Padilla F y M. 1989. Bustos. *Reservas nutricionales e
inicio de la puesta en Apis mellifera iberica*. Archivos de Zootécnia. 38(141) 141-
145
4. CEA. Centro de Estudios Agropecuarios, 2001. *Apicultura Serie Agronegocios*. Grupo
Iberoamérica Ed. México. pp 8-17, 75-80
5. Dadant, S. 1975. *The hive and the honey bee*, 2a reimp. Journal Printing Company.
U.S.A.pp.125-131,142-149
6. Farina W, Josué N. 1991.*Trophallaxis in Apis mellifera: effects of sugar concentration
and crop load on food distribution*. Journal of apicultural Research. 34(2) 93-96
7. Farina, W; Núñez JA. 1991.*Trophallaxis in the honey bee, Apis mellifera*. Animal
Behaviour 45(3) 389-394
8. Farrar, C.L. 1968. *Productive management of honey bee colonies*. American bee
Journal. 108 (3) 95-97

9. Harrington W; Ram R S. 1994. *Foraging ecology of the Asian hive bee, Apis cerana indica, within artificial flower patches*. Journal of Apicultural Research.33(4) 219-230
10. Horr B. 1999. *Do it yourself super hive top feeder*. American bee Journal.139(2) 121-125
11. Houston J, Michael A, Brandi S; Harrington Wells.1999. *Floral calcium oxalate crystals as foraging cues for honey bees*. Journal of apicultural Research 34(4) 197-203
12. INEGI, México. septiembre 2003. Dirección URL.
<http://mapserver.inegi.gob.mx/dsist/municipios/MunCab00.cfm?c=364> (consultada 16 octubre 2003)
13. Kuchel Philip W. 1994. *Bioquímica General*. Ed. Mc Graw Hill. México. Pp. 57,414-415
14. Lampeitl F. 1988. *Apicultura Rentable*. Acribia Ed. Zaragoza España. Pp.31-33,102-120
15. Lubert S. 1995. *Bioquímica*. Reverté Ed. Barcelona. Pp.462-472
16. Mace H. 1983. *Manual completo de Apicultura*, 8va reimp. Continental Ed. México. Pp.90-94
17. Mc Gregor. S.E. 1992. *Apicultura*, 8ª reimp. Limusa Ed.México. Pp.53-56
18. Nabors R. 2000. *Effects of spring feeding pollen substitute to colonies of Apis mellifera*..American bee Journal.140(4) 322-323
19. Nuñez, JA. 1970. *the relationship between sugar flow and foraging and recruiting behaviour of honey bees*. Animal behaviour. 18 (3) 527-538

20. Philip W. 1994. *Bioquímica general*. Mc Graw Hill. México. pp. 57,414-420
21. Philipe Jean M. 1988. *Guía del Apicultor*. Mundiprensa Ed. Madrid España, pp.72-75
22. Prost Jean P. 1987. *Apicultura*. Mundiprensa Ed. Madrid España. Pp.487-496
23. Quezada J, Jorge G.. 1994. *A preliminary study on the development of colonies of *Melipona beechei* in traditional an rational hives*. *Journal of Apicultural Research*.33(3) 167-170
24. Rana R, Verma L R. 1994. *Hoarding behaviour and lefespan of workers of *Apis mellifera* and *Apis cerana**. *Journal of Apicultural Research*.33(4) 205-208
25. Ravazzi. G. 2000. *Curso de Apicultura*. Editorial de Vecchi. Barcelona España. Pp 14-18
26. Root A.I 1978. *El ABC y XYZ, de la Apicultura*, 37ª ed. Hemisferio Sur Ed. Argentina. pp24-30,296-301
27. Schulz D.J. 1999. *How Does a honey bee colony know that it is hungry*. *American bee Journal*. 139(5) 377-379
28. Sepúlveda Gil Juan M. 1980. *Apicultura*, 1ª ed. Aedos Ed. Barcelona. Pp.229-244
29. Villegas Arango E. 1985. *Apicultura Práctica Moderna*, 3ª ed. Orellana Ed Madrid. Pp.139-143
30. Willie, H. 1988. *Estrategias de supervivencia en las colonias de abejas*. *Vida apícola*. 32 (5) 22-28

7. APÉNDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza entre las variables número de huevo, número de larva y número de cría operculada con cuatro alimentaciones diferentes en el muestreo 1.

Variable	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	PrF
Huevo					
Alimento	4	30761.70000000	7690.42500000	1.61	0.2236
Error	15	71711.25000000	4780.75000000		
Total	19	102472.95000000			
Larva					
Alimento	4	71675.20000000	17918.80000000	2.52	0.0848
Error	15	106592.00000000	7106.13333333		
Total	19	178267.20000000			
Cría O.					
Alimento	4	632843.70000000	158210.92500000	15.31	0.0001
Error	15	155027.25000000	10335.15000000		
Total	19	787870.95000000			

Cuadro 2A. Análisis de varianza entre las variables número de huevo, número de larva y número de cría operculada con cuatro alimentaciones diferentes en el muestreo 2.

Variable	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	PrF
Huevo					
Alimento	4	52813.70000000	13203.42500000	2.05	0.1394
Error	15	96834.50000000	6455.63333333		
Total	19	149648.20000000			
Larva					
Alimento	4	175819.30000000	43954.82500000	5.76	0.0052
Error	15	114477.25000000	7631.81666667		
Total	19	290296.55000000			
Cría O.					
Alimento	4	337590.30000000	84397.57500000	5.97	0.0044
Error	15	211960.25000000	14130.68333333		
Total	19	549550.55000000			

Cuadro 3A. Análisis de varianza entre las variables número de huevo, número de larva y número de cría operculada con cuatro alimentaciones diferentes en el muestreo 3.

Variable	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	PrF
Huevo					
Alimento	4	41382.30000000	10345.57500000	2.13	0.1276
Error	15	72918.25000000	4861.21666667		
Total	19	114300.55000000			
Larva					
Alimento	4	185237.00000000	46309.25000000	3.85	0.0240
Error	15	180405.00000000	12027.00000000		
Total	19	365642.00000000			
Cría O.					
Alimento	4	620325.70000000	155081.42500000	11.88	0.0002
Error	15	195843.50000000	13056.23333333		
Total	19	816169.20000000			

Cuadro 4A. Análisis de varianza entre las variables número de huevo, número de larva y número de cría operculada con cuatro alimentaciones diferentes en el muestreo 4.

Variable	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	PrF
Huevo					
Alimento	4	52742.70000000	13185.67500000	3.34	0.06781
Error	15	59191.50000000	3946.10000000		
Total	19	111934.20000000			
Larva					
Alimento	4	113888.80000000	28472.20000000	3.70	0.0273
Error	15	115283.75000000	7685.58333333		
Total	19	229172.55000000			
Cría O.					
Alimento	4	694798.50000000	173699.62500000	23.35	0.0001
Error	15	111588.50000000	7439.23333333		
Total	19	806387.00000000			

Cuadro 5A. Análisis de varianza entre las variables número de huevo, número de larva y número de cría operculada con cuatro alimentaciones diferentes en el muestreo 5.

Variable	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	PrF
Huevo					
Alimento	4	44796.70000000	11199.17500000	2.43	0.0928
Error	15	69011.50000000	4600.76666667		
Total	19	113808.20000000			
Larva					
Alimento	4	350347.30000000	87586.82500000	2.39	0.0975
Error	15	550543.25000000	36702.88333333		
Total	19	900890.55000000			
Cría O.					
Alimento	4	452472.70000000	113118.17500000	5.56	0.0060
Error	15	304991.50000000	20332.76666667		
Total	19	757464.20000000			

Cuadro 6A. Análisis de varianza entre las variables número de huevo, número de larva y número de cría operculada con cuatro alimentaciones diferentes en el muestreo 6.

Variable	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	PrF
Huevo					
Alimento	4	32118.70000000	8029.67500000	1.37	0.2896
Error	15	87654.25000000	5843.61666667		
Total	19	119772.95000000			
Larva					
Alimento	4	86914.80000000	21728.70000000	1.47	0.2618
Error	15	222424.00000000	14828.26666667		
Total	19	309338.80000000			
Cría O.					
Alimento	4	1534104.70000000	383526.17500000	12.24	0.0001
Error	15	469848.50000000	31323.23333333		
Total	19	2003953.20000000			