



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLAN

OBSERVACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Apis mellifera*
ACORDE CON EL ACOPIO DE NÉCTAR

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTAN:

**ALMA SANDRA HERNÁNDEZ POSADAS
OCTAVIO BÁEZ LÓPEZ**

**ASESORES: M.A. LIBORIO CARRILLO MIRANDA
DR. MIGUEL ÁNGEL CARMONA MEDERO**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

*...para comprender al mundo no basta saber:
Es preciso ver, tocar y vivir en la presencia
Cálida, del seno de la realidad.*

Anónimo

*Lo poco que he aprendido carece de valor, comparado con lo
que ignoro y no desespero en aprender*

René Descartes

*Poca observación y muchas teorías llevan al error. Mucha
observación y pocas teorías llevan a la verdad*

Alexis Carrel

*La recompensa no está en el resultado, sino en el esfuerzo
realizado.*

Anónimo.

*“La civilización de un pueblo se conoce por la manera en que
este trata a sus animales.”*

Lic. Benito Juárez.

AGRADECIMIENTOS

Gracias, a todas esas personas que han estado cerca de nosotros, para ser testigos de nuestros triunfos y fracasos, que nos han exhortado a luchar con más firmeza en todas nuestras aspiraciones en la vida y transformarlas en triunfos.

Y a todos aquellos seres que directa e indirectamente nos apoyaron a concluir este ciclo de nuestras vidas.

SANDRA Y OCTAVIO.

Agradezco a toda mi familia por el apoyo recibido y muy especialmente a mi Madre por la motivación, ejemplo y disposición que me ha brindado para llegar a este momento.

Y a todos mis amigos que me han acompañado en este camino, por compartir sus experiencias, sueños y proyectos.

GRACIAS.

OCTAVIO.

Un hermano puede no ser un amigo, pero un amigo será siempre un hermano.

Demetrio

Gracias, Octavio.

Por todo tu apoyo y comprensión para llegar a la culminación de este proyecto.

Por compartir conmigo todos tus conocimientos.

Por contar contigo en todos esos momentos difíciles y de flaqueza por los que he atravesado.

Por tus palabras de aliento en todo momento.

Por brindarme tú amistad.

Si realmente sabes lo que es la amistad, habrás perdido el corazón. . . por qué se lo habrás entregado a los demás.

A todos ustedes mis amigos y colegas por alentarme a seguir adelante en esta maravillosa profesión de la Medicina Veterinaria. Por sus consejos y confianza, gracias por ser mis amigos.

Alejandro Cano P.

Felicitas Vázquez F.

Amelia Mendieta L.

SANDBA.

INDICE

INDICE DE CUADROS.....	2
INDICE DE FIGURAS.....	3
RESUMEN.....	4
1.0 INTRODUCCION.....	5
1.1 OBJETIVOS.....	8
1.2 HIPOTESIS.....	9
2.0 REVISION DE LITERATURA.....	10
2.1 HISTORIA.....	10
2.2 CLASIFICACIÓN ZOOLOGICA.....	12
2.3 DESARROLLO DE LA COLONIA.....	19
2.4 METAMORFOSIS.....	27
LA REINA.....	29
LA ABEJA OBRERA.....	30
EL ZANGANO.....	32
2.5 ACTIVIDADES.....	33
2.6 LONGEVIDAD.....	35
2.7 ALIMENTACIÓN.....	35
EL NÉCTAR.....	35
EL POLEN.....	37
EL AGUA.....	38
2.8 ALTITUD Y CLIMA.....	39
2.9 CONTROL DE LA TEMPERATURA.....	39
3.0 MATERIAL Y MÉTODOS.....	42
3.1 MÉTODO EXPERIMENTAL.....	46
3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	47
4.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
5.0 CONCLUSIONES.....	58
6.0 BIBLIOGRAFÍA.....	59
7.0 APENDICE.....	62

INDICE DE CUADROS

1. Principales razas geográficas de <u>Apis mellifera</u>	20
2. Duración en días de cada etapa, en la metamorfosis de <u>Apis Mellifera</u>	30
3. Ovoposición de la reina acorde con su edad.....	32
4. Actividades de las obreras.....	36
5. Número de celdas en cada variable estudiada en la colmena 61.....	50
6. Número de celdas en cada variable estudiada en la colmena 45.....	51
7. Número de celdas en cada variable estudiada en la colmena 8.....	52
8. Número de celdas en cada variable estudiada en la colmena 9.....	53
9. Estimadores estadísticos de la variable: Postura.....	54
10. Estimadores estadísticos de la variable: Larva.....	55
11. Estimadores estadísticos de la variable: Pupa.....	55
12. Estimadores estadísticos de la variable: Néctar.....	56
13. Estimadores estadísticos de la variable: Polen.....	56
14. Estimadores estadísticos de la variable: Celdas vacías.....	57
15. Bastidores con cría con los cuales termino el estudio.....	58

INDICE DE FIGURAS

1. Evolución.....	12
2. Tipos de opérculos.....	22
3. Ciclo de desarrollo de la obrera, zángano y la reina.....	23
4. Situación de la cría y de las provisiones en un bastidor de la colmena.....	24
5. Disposición de espacios en la colmena.....	25
6. Distribución de los bastidores en la colmena.....	26
7. Relación del alimento en correspondencia con la cría.....	27
8. Desarrollo ideal de una colonia durante el año.....	28
9. Desarrollo de las abejas.....	29
10. Desarrollo larvario.....	30
11. Evolución de la obrera del huevo hasta el nacimiento.....	33
12. Danza de las abejas.....	36
13. Proporción abejas adultas-nidada en el desarrollo de una colonia.....	43
14. Localización geográfica.....	44
15. Etiquetado de bastidores para su identificación.....	45
16. Bastidor cuadrulado para conteo.....	46
17. Identificación por lado de un bastidor.....	47
18. Aumento del nido de cría en los diferentes meses del año.....	59

RESUMEN

El conocimiento de la dinámica de poblaciones es esencial para los estudios de las diversas interacciones entre los grupos de organismos y su entorno. La población de abejas instalada en una colmena presenta notables diferencias de tamaño a lo largo de las estaciones del ciclo anual, aunque a menudo es difícil comprender por qué ocurren fluctuaciones en el tamaño de las poblaciones; el número de individuos existentes en un área determinada no aumenta ni disminuye indefinidamente, si no que fluctúa dentro de ciertos límites, manteniéndose más o menos constante a través del tiempo. Se observó la dinámica poblacional de Apis mellifera en cuatro colmenas del apiario de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, la cual fue posible explicar mediante un polinomio del 5º grado en las variables: huevo, larva, pupa, néctar, polen y celdas vacías. La cuantificación del desarrollo del huevo, larva y pupa pone en evidencia que la postura presentó coeficientes de variación del 38% al 60% con el promedio más alto de 2,864 celdas con huevo; las celdas con larva dan un coeficiente de variación de 48% a 61% con el promedio mayor de 5,968 celdas; la pupa varió entre 22% y 56% con el promedio más alto de 13,109 celdas.

El apicultor tiene que conocer este crecimiento y descenso orgánico del nido de cría para saber cuando puede estimular a la colonia para incrementar mediante un adecuado manejo zootécnico la población de abejas y así obtener una mejor cosecha.

1.0 INTRODUCCIÓN.

El comportamiento numérico de las poblaciones, ha sido el objetivo de muchos trabajos de investigación, por el interés que representa la predicción de las poblaciones futuras, tanto en el caso del humano como en poblaciones animales, por lo que se han construido diversos modelos para su estudio. El conocimiento de la dinámica de poblaciones es esencial para los estudios de las diversas interacciones entre los grupos de organismos y su entorno.

“Una población es el conjunto de individuos de la misma especie que poseen tasas de crecimiento, natalidad, mortalidad, migración, etc., que tienen una estructura y una función determinada” (Carreño, 1996 y Terradas, 1992).

La ecología de poblaciones tiene como objetivo principal el conocer y explicar las variaciones de abundancia de las especies en condiciones naturales o bien cuando éstas son explotadas por el hombre. Para explicar estas variaciones se debe acudir a la acción de factores ambientales bióticos y abióticos, pero también se sabe que estas variaciones pueden ser provocadas por factores genéticos (Dajoz, 1979).

El concepto de dinámica poblacional involucra los cambios de densidad experimentados por los organismos en función de tiempo. Así el número de individuos existentes en un área determinada no aumenta ni disminuye indefinidamente, si no que fluctúa dentro de ciertos límites, manteniéndose más o menos constante a través del tiempo, a no ser que se produzcan cambios catastróficos en el hábitat, sobreviniendo grandes mortandades y la consiguiente disminución de la densidad (Santiago, 1976).

“La edad es uno de los factores que va de la mano con la fecundidad, es frecuente que las primeras etapas de desarrollo sean la clave para comprender por que se modifica el número de individuos de un año a otro y no sería necesario estudiar con detalle otras etapas del ciclo vital. De ahí que el carácter fundamental del conocimiento de estructura de edades en una población y de

la probabilidad asociada de supervivencia, mortalidad y fecundidad, ayudarán a calcular el número de individuos sobrevivientes en cada categoría, pudiendo analizar la forma en que esos individuos están distribuidos en sus diferentes edades, ya que cada edad tiene una tasa de mortalidad y fertilidad específicas, siendo importante para conocer y poder predecir la proporción del total de la población que se encontraría en cada categoría.

Los individuos que integran una población no son idénticos, cada una, tiene una estructura genética, social, espacial y demográfica diferente, siendo ésta última la que interesa más en la dinámica poblacional, en lo referente a la frecuencia de las clases de edad o tamaño, de donde la distribución por edad refleja el pasado de la población y puede dar indicios sobre sus tendencias futuras. El predominio de los adultos suele asociarse a poblaciones estacionarias o en decadencia mientras que una asimetría de las clases, la edad es a menudo un indicio de mortalidad diferencial. De ahí la importancia del conocimiento de la estructura de edades de una población; otros factores que influyen en la regulación del tamaño de la población son la luz, la temperatura, el agua disponible, la salinidad, el espacio para la nidificación y la escasez o exceso de los nutrientes necesarios (néctar y polen). En el caso de una población de abejas instalada en una colmena, se presentan notables diferencias de tamaño a lo largo de su dinámica poblacional, cuando fuentes de polen y néctar son abundantes, la abeja madre es estimulada a ovopositar con mayor frecuencia y por lo tanto, habrá más cría y la población de la colonia crece. Las poblaciones que se encuentran en riguroso proceso de crecimiento tienen una representación proporcional mayor en las edades más jóvenes mientras que las poblaciones estables, que no cambian su tamaño, tienen relativamente menos individuos de las edades jóvenes, por lo tanto la mortalidad y natalidad para cada categoría se mantienen constantes mientras las condiciones ambientales no varíen” (Saruhkan, 1987).

Algunos biólogos y apicultores creen que las abejas son insectos domesticados, pero por el contrario son insectos no domesticados que viven en bosques, campos y jardines. Las colonias de abejas pueden vivir perfecta e indefinidamente en una cavidad de tamaño apropiado y de forma no específica,

adaptándose perfectamente en troncos huecos, tubos, cestos, etc., al igual que en cualquier colmena preparada por el hombre. Todas las técnicas e instrumentos de la apicultura son para la conveniencia del hombre cuyo objetivo es obtener fácilmente la miel, sin causar daño a las colmenas (Bailey, 1984).

La vida de las abejas se desarrolla en una colonia compuesta por una madre reproductora (reina), los individuos machos o zánganos y las hijas que permanecen como obreras. La postura de huevos inicia en el panal central y va desarrollándose hacia fuera en forma de espiral, las celdillas para cría forman una superficie ovalada en la parte inferior del panal, situada por encima de estas celdillas las abejas colocan polen, más hacia fuera se encuentran las reservas de miel repitiéndose el orden en la disposición de la cría y provisiones de cada panal. Tanto las obreras como la reina nacen de un huevo fecundado, son individuos diploides; cualquier larva puede convertirse en obrera o en reina, la diferencia estriba en que esta última es alimentada con jalea real durante todo su desarrollo larval. Desde que es ovopositado hasta el nacimiento de la reina, transcurre un periodo de 16 días, en tanto el desarrollo de la obrera será de 21 días. Los zánganos tienen su origen en huevos sin fecundar, son individuos haploides, los cuales tienen estadios de larva y pupa más prolongados, su desarrollo dura en total 24 días (Ritter, 2000).

Aunque a menudo es difícil comprender por qué ocurren fluctuaciones en el tamaño de las poblaciones, este trabajo puede ser importante dado que puede ayudar a explicar las repercusiones sobre las poblaciones de otras especies, incluyendo a la especie humana.

1.1 Objetivos

Objetivo general: Se observó la dinámica poblacional de Apis mellifera en colmenas del apiario de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Objetivos Particulares:

- Cuantificar el desarrollo del huevo, larva y pupa en diversas poblaciones de Apis mellifera.
- Comparar el crecimiento poblacional de Apis mellifera entre las cuatro colonias estudiadas con respecto a los cambios semanales observados.
- Determinar el porcentaje de alimento acumulado durante el periodo de marzo a agosto, 2005.

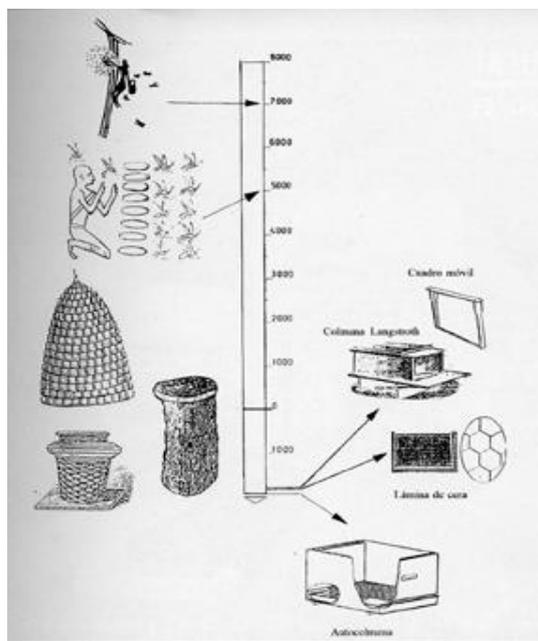
1.2 Hipótesis:

Es posible observar que el crecimiento poblacional en Apis mellifera se ve influenciado por el acopio de néctar y polen.

2.0 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Historia

Fig. 1 Evolución



El Colmenar Digital *.

La historia de la apicultura se remonta a 100 millones de años cuando se da la coevolución de avispas carnívoras, avispas recolectoras de polen y néctar, hecho que se fundamenta con el hallazgo del primer fósil de estas abejas primitivas, donde se aprecian estructuras propias de la recolección de polen. Es con el paso del tiempo que las abejas se han ido transformando y adaptando a los diversos climas del planeta, siendo entre 5-12 millones de años que se da la aparición progresiva de abejas melíferas en climas más templados, en las que sólo dos especies acometen este paso evolutivo, Apis mellifera y Apis cerana. Hace 150,000 años, la especie Apis mellifera coloniza las penínsulas del sur de Europa y en el año 10,000 – 8,000 ya se encuentra en el norte de Europa(<http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/historia/historia%20de%20la%20apicultura.rt>). Por lo que se dice que el género apis existe desde hace 10 a 20 millones de años y es en el periodo Neolítico, cuando el hombre recolectaba miel. Así se encuentra documentado, en España en la gruta de la Araña ubicada en los montes de Valencia donde se encontró una pintura rupestre datada en el año 7,000 antes de la era actual; Considerándose este el documento más antiguo que se conoce en la apicultura (Hernández 1924).

La apicultura comenzó cuando el hombre aprendió a proteger, cuidar y controlar el futuro de las colonias de abejas que encontró en árboles huecos o en otras partes, sustituyendo su morada natural, por el confinamiento de estas poblaciones en colmenas de arcilla, mimbre y caña (8,000 a.e.a.), con lo que a partir de 5,000 a.e.a., inicia la evolución de la apicultura. Hasta el siglo XVI la

abeja mellífera sólo exista en Europa, África y Asia, mientras que antes del descubrimiento de América, los pueblos del nuevo mundo sólo conocían la miel de abejas sin aguijón pertenecientes al género *Trigona* y *Melipona* y es hasta finales del siglo XVII, cuando *Apis mellifera* es llevada al continente americano, con motivo de la colonización del nuevo mundo; siendo la península de Florida el primer lugar de América del Norte en tener abejas mellíferas en el año 1622; a Cuba llegan abejas procedentes de Florida en el año 1763, de este modo empieza su difusión en el mundo llegando a Australia en 1822, a Nueva Zelanda en 1842, a Brasil en 1839 y a Chile en 1857 (Philippe,1990). Con ello se da pauta al inicio de importantes descubrimientos sobre la biología de las abejas, además de avances en las técnicas apícolas, en los que se destacan la publicación hecha en Alemania por Nickel Jacob, en 1568, donde describe que las abejas crían reinas a partir de huevos de larvas jóvenes, en 1586 Luis Méndez Torres hace la primer descripción de la abeja reina como hembra y productora de huevos, luego en Inglaterra Charles Butler en 1609 demuestra que los zánganos eran abejas machos, en tanto que Meanwhile John en 1744 describe como pone huevos la reina y en 1771, Antón Janscha publica un informe sobre conocimientos primarios de apareamiento entre la reina y el zángano(Philippe, 1990).

La apicultura moderna comienza con la creación de los panales y cuadros móviles, en virtud que no se destruyen los mismos al realizar la cosecha de la miel, las hojas de cera estampada y los extractores mecánicos, alcanzan su apogeo a finales del siglo XIX y principios del XX gracias a trabajos de Huber, Dzierzon, Quimby, Langstroth, Fabre, Hoffman, Miller, Dadant, Mehring, Hruschka(<http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/historia/historia%20de%20la%20apicultura.rt>).

2.2 Clasificación Zoológica.

Reino: Animalia
Rama: Artrópodo.
Sub-rama: Antenífera
> Clase: Insecta
> Subclase: Pterygota...Pterigogenea
> Infraclase: Neoptera...grupo: Neóptera
> Orden: Hymenoptera
> Suborden: Apocrita....Aculeata
> Superfamilia: Apoidea....Apinea
> Familia: Apidae
> Genero: *Apis*
> Especie: *mellifera*

REINO

ANIMAL: Se dice de uno de los reinos en los que se divide a los seres vivos, y de cada uno de los seres que lo integran. Comprende principalmente los organismos heterótrofos de organización eucariota. Realizan movimientos activos, disponen de un aparato de relación formado por el sistema nervioso y los órganos de los sentidos, poseen un aparato digestivo más o menos diferenciado según su grado de complejidad evolutiva, junto a un aparato circulatorio y excretor. Todos sus tejidos son fisiológicamente interdependientes; a nivel de las células, carecen de membrana celulosa y el material de reserva es el glucógeno. El número total de especies conocidas supera ampliamente el millón, por lo que además de los caracteres citados existen otros complementarios, muy variables según el grado de organización. Evolutivamente el nivel más sencillo es el estadio unicelular (a. protozoos) que originó posteriormente el pluricelular (a. metazoos) en el que los tejidos y órganos se diferencian paulatinamente, primero en dos capas embrionarias (a. diploblásticos) y después en tres (a. triblásticos); estos se dividen a su vez en a. protóstomos y a. deuteróstomos según el origen embrionario de la boca. Su clasificación es muy compleja y hoy se basa en el concepto de especie.

SUBREINO

METAZOARIO: Subreino animal que incluye los grupos zoológicos con animales pluricelulares; las células se diferencian en germinales (reproductoras) y somáticas (que forman los diversos tejidos y órganos). A lo largo de la evolución, aumenta la complejidad y cada vez se requiere un sistema nervioso de coordinación más desarrollado.

RAMA

ARTRÓPODO: Tipo de animales invertebrados, de simetría bilateral, con el cuerpo métamerizado y recubierto por un exoesqueleto quitinoso. Disponen de órganos locomotores articulados, cuyo número y disposición es variable en las distintas clases; cuerpo dividido en tres regiones diferenciadas; sistema nervioso de tipo ganglionar y aparato circulatorio lagunar; respiración mediante branquias, tráqueas o pulmones. Es el grupo actual mucho más extendido, ya que comprende más de un millón y medio de especies conocidas, que pueblan todos los hábitats, y se agrupan en siete clases actuales, más otras con representantes fósiles.

SUBRAMA

ANTENÍFERA: Tienen un par de antenas (o por excepción ninguna); apéndices típicamente unirramosos, casi siempre ojos compuestos, además de los ojos simples.

CLASE

INSECTO: Clase de invertebrados artrópodos traqueados de tamaño variable (entre 0,3 y 30 cm.), cuerpo revestido por una cutícula y dividido en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza se disponen los ojos (compuestos y ocelos en número variable), las antenas (siempre en números pares, multiarticulados y dispuestas entre los ojos) las piezas bucales, que conforman distintos tipos de aparatos (masticador-lamedor, picador-chupador y chupador-lamedor, según el tipo de alimentación). El tórax se une a la cabeza por una región flexible y está dividido en: protórax (con un par de patas), mesotórax y metatórax (con un par de patas y generalmente de alas en cada uno).

Las patas son articuladas y presentan diversas especializaciones (elementos de limpieza, órganos estridulantes, cestos para recoger el polen, etc.). Las alas son tegumentosas, su nerviación es variable y están movidas por potentes

músculos; en algunos insectos están modificadas (balancines en los Dípteros) y otras especies son ápteras. El abdomen carece de apéndices ambulatorios, esta formado generalmente por 11 segmentos. Su organización interna consta de: aparato digestivo, de longitud variable en función de la dieta y dividido en los tramos anterior medio (glandular con funciones de digestión y absorción) y posterior; aparato excretor, formado por un riñón abierto con tubos de Malpighi y cuyo producto normal de excreción es el ácido úrico; el sistema nervioso consta de un cerebro y una cadena nerviosa ventral metamerizada. Controla a un conjunto de órganos sensoriales con gran variedad de receptores (olfatorios en antenas y palpas, tacto en antenas y otras partes del cuerpo, de equilibrio, visión y fonación); el aparato circulatorio es lagunar, con un corazón dorsal, sangre de color variable que no contiene pigmentos; el aparato respiratorio es de tipo traqueal y se abre al exterior a través de estigmas con todo un sistema de conductos muy complejo que permite al aire penetrar profundamente. Los insectos son unisexuales y el dimorfismo entre los dos sexos no es generalmente aparente. La reproducción suele ser ovípara, pero también hay especies vivíparas y otras partenogénicas. La puesta la realizan en lugares adecuados para el posterior desarrollo de las larvas, a veces contenidas en el interior de ootecas. Los huevos son centrolecíticos y nos permiten un desarrollo completo del embrión, por lo que hasta alcanzar el estado adulto experimentan una serie de variaciones conocidas como metamorfosis; ésta puede ser heterometábola o directa y holometábola, según las fases larvarias se parezcan o no al individuo adulto. También hay insectos ametábolos, con desarrollo sin metamorfosis. Actualmente se han descrito del orden de un millón de especies en su mayoría terrestres y libres, aunque otras viven en el agua o son parásitas. Ocupan todo tipo de ecosistemas y condicionan al hombre de diversas maneras; algunas especies son transmisoras de enfermedades, otras destruyen la agricultura y perjudican los productos almacenados. Sin embargo, otras especies producen beneficios al hombre: polinizan plantas de interés para el hombre, mejoran las propiedades de los suelos y proporcionen diversos productos útiles (miel, cera, laca, etc.). Conocidos desde el Devónico, los insectos son sin duda un grupo adaptado en su conjunto a las actuales condiciones de la Tierra y con algunos aspectos que denotan procesos evolutivos profundos (por ejemplo, la formación de sociedades jerarquizadas).

SUBCLASE

PTERIDGÓGENEA: Subclase de insectos que los comprende todos excepto un corto número de formas ápteras muy primitivas (apterígotos). Algunos miembros de los pterígotos carecen de alas (por ejemplo, las pulgas), pero se cree que derivan de antecesores alados (apterígotos, endopterígotos, exopterígotos).

GRUPO

NEOPTÉRA: Grupo de insectos pterígotos, que incluye especies de talla variable, antenas generalmente largas, dos pares de alas muy reticuladas, de boca masticadora o succionadora, con grandes ojos compuestos. Larvas a veces acuáticas. Comprenden unas 4,000 especies cosmopolitas.

ORDEN

HIMENÓPTERA: Orden de insectos, que incluye especies generalmente de pequeño tamaño (hasta 5 cm.), cabeza con ojos compuestos y 3 ocelos, antenas de forma muy variable, boca masticadora adaptada a veces para lamer, con fuertes mandíbulas; dos pares de alas membranosas unidas entre sí mediante ganchos, aunque hay todavía muchas especies ápteras; patas generalmente robustas. Abdomen delgado y terminado en las hembras por un ovíscapo o aguijón. Se reproducen mediante huevos, son holometábolos con dos tipos de larvas (eruciformes o vermiformes, según las especies). La partenogénesis es también frecuente, y a veces cíclica. Se conocen más de 100,000 especies vivientes, todas terrestres, de distribución geográfica muy amplia, principalmente en las regiones templadas o cálidas. Muchos son útiles al hombre (por parasitar a otros insectos perjudiciales, por actuar como pronubos y por suministrar diversos productos alimenticios, como la miel).

SUBORDEN

ACULEATA: Grupo de insectos del orden Himenópteros; considerado por algunos autores como suborden; tienen el abdomen pediculado y en la extremidad posterior de las hembras se halla un aguijón conectado a una glándula venenosa (abejas, avispas y hormigas). Las larvas son apodas.

FAMILIA

APIDAE: Familia de insectos del orden himenópteros, con aparato bucal adaptado para extraer el jugo de las flores. Se conocen unas dos mil especies, solitarias y sociales (anuales o permanentes).

GÉNERO

APIS: Género de insectos hemípteros que succionan los jugos de las plantas. Algunos son portadores de enfermedades víricas y como tales tienen gran importancia económica.

ESPECIE

MELLIFERA: Que producen miel.

NOMBRE COMUN

ABEJA: Nombre común a diversas especies de Himenópteros aculeados, adaptadas a la recolección del polen y a la fabricación de miel (Silvernade 1976).

Actualmente se encuentran en México las especies Apis mellifera mellifera, Apis ligustica, Apis carnica y Apis scutelata, que se describirán más a fondo por ser de interés para el presente trabajo.

Apis mellifera mellifera. Originaria del norte de Europa y del centro- oeste de Rusia hasta la península Ibérica, clasificada por Linnaeus en 1758, también conocida como abeja negra europea, tiene su área natural de distribución en el norte de Europa, Francia, Alemania, Dinamarca y Suecia. Es la raza con la que se pobló el continente americano, llamándola abeja criolla, de clima suave y marítimo. Es de color marrón oscuro, tirando a negro, se le considera buena productora de miel, activa y buena pecoreadora, tiene colonias fuertes en invierno, con débil inclinación a enjambrar, es ahorradora y poco dada al pillaje, aunque es bastante agresiva, sensible a la polilla y susceptible a enfermedades de la cría (Buxadé, 1997; Philipe, 2000).

Apis mellifera ligústica. De origen italiano, es clasificada por Spinola en 1806, tiene su área natural de distribución en el norte de Italia, también es conocida como abeja italiana. Se le considera una raza muy común ampliamente distribuida en todos los continentes, llega a México en 1991. Es de color claro y tiene largos segmentos amarillos sobre el abdomen, se le considera una abeja dócil, poco agresiva, muy buena reproductora, poco inclinada a enjambrar, excelente pecoreadora, inverna en colonias fuertes, el defecto que puede

considerársele es que es pilladora, poco ahorradora en invierno y verano. Sin embargo gracias a sus numerosas cualidades, esta abeja italiana ha llegado a ser la principal raza de abejas en el comercio mundial (Buxadé, 1997; Philipe, 2000).

Apis mellifera carnica. Originaria de los alpes del sur de Australia, clasificada por Pollmann, en 1879, cuya área de distribución natural es Eslovenia; también se le conoce como abeja carniola o abeja cárnica. Es de color marrón o gris, siendo muy popular entre los apicultores por su docilidad, tranquilidad, poco pilladora, resistente a las enfermedades de la cría, buena pecoreadora gracias a su larga lengua, con desarrollo rápido de la colonia en primavera, resiste muy bien los inviernos fríos, de fácil adaptación a los cambios de clima, el defecto que tienen es ser propensa a la enjambrazón. La carniola es un poco más grande que las otras especies europeas, después de la italiana, es la abeja más extendida en el comercio mundial (Buxadé, 1997; Philipe, 2000).

Apis mellifera scutelata. Es clasificada por Lepeletier en 1836, su área de distribución natural es el centro y oeste de África, esta raza fue introducida a Brasil en 1956 y los híbridos producto del cruzamiento con la abeja europea son los que denominamos abeja africana; llega a México en 1986. Se trata de una abeja con un comportamiento defensivo muy agresivo que ha causado y causa la muerte de seres humanos y animales (Buxadé, 1997; Philipe, 2000).

Cuadro 1. Principales razas geográficas de *Apis mellifera*.

<u>Razas</u>	<u>Nombre común</u>	<u>Distribución geográfica</u>
<i>A. m. ibérica</i>	negra ibérica	Península ibérica
<i>A. m. mellifera</i>	negra	Europa occidental: Francia, Islas Británicas, Alemania, Suiza
<i>A. m. ligustica</i>	italiana	Italia
<i>A. m. sicula</i>	siciliana	Sicilia
<i>A. m. carnica</i>	carniólica	Norte de Yugoslavia, Austria
<i>A. m. caucásica</i> <i>Gorb</i>	caucásica	Cáucaso
<i>A. m. lehzni</i>	escandiva	Noruega, Suecia
<i>A. m. acervorum</i>	rusa	Rusia europea
<i>A. m. silvarum</i>	siberiana	Siberia
<i>A. m. cypria</i>	chipriota	Chipre
<i>A. m. syryaca</i>	Siria	Siria, Líbano, Israel
<i>A. m. adami</i>	cretense	Creta
<i>A. m. lamarckii</i>	egipcia	Egipto
<i>A. m. sahariensis</i>	de los oasis	Oasis de Marruecos y Argelia
<i>A. m. adansonii</i>	tropical	África occidental
<i>A. m. scutellata</i>	tropical	Montañas de África oriental
<i>A. m. litorea</i>	tropical	África oriental costera
<i>A. m. monticola</i>	tropical	África oriental por encima de 2000 m
<i>A. m. yemenitica</i>	tropical	Yemen y Omán
<i>A. m. capensis</i>	del cabo	Provincia del Cabo
<i>A. m. unicolor</i>	malgache	Madagascar
<i>A. m. remipes</i>	China	China del norte

Philippe, 2000.

2.3 Desarrollo de la Colonia

Son los insectos más organizados del mundo animal y pertenecen al grupo de los himenópteros, junto a las avispas y hormigas. Su cuerpo está dividido en tres segmentos: cabeza, tórax y abdomen. Pasan a través de diferentes etapas de desarrollo en su vida: el huevo, la larva, la pupa y el adulto. Viven en grupos altamente organizados, constituyendo colonias formadas por varios miles de individuos, donde cada uno tiene una función determinada. Sus "casas" se conocen como colmenas.

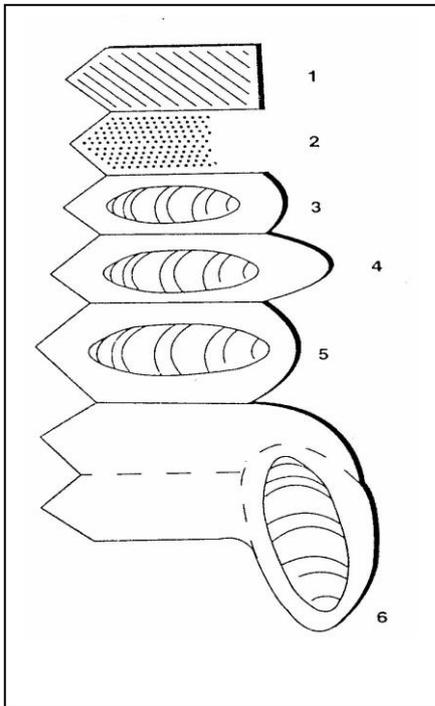
La abeja melífera, como todo animal complejo comienza su vida como una sola célula. El huevo marca el inicio del desarrollo del embrión, siendo primero la larva; luego un estado intermedio conocido con el nombre de pupa, y por último se convierte en abeja adulta (Reina, obrera o zángano según sea el caso) (www.apicultura.entupc.com).

En la Vida de la Colmena se distinguen tres tipos de individuos con funciones claramente diferenciadas:

- Obreras
- Zánganos
- Reina

Cada casta tiene un periodo de desarrollo diferente, el cual cumple su evolución en distintos tipos de celdas (Fig.2).

Fig.2 Tipos de opérculos.

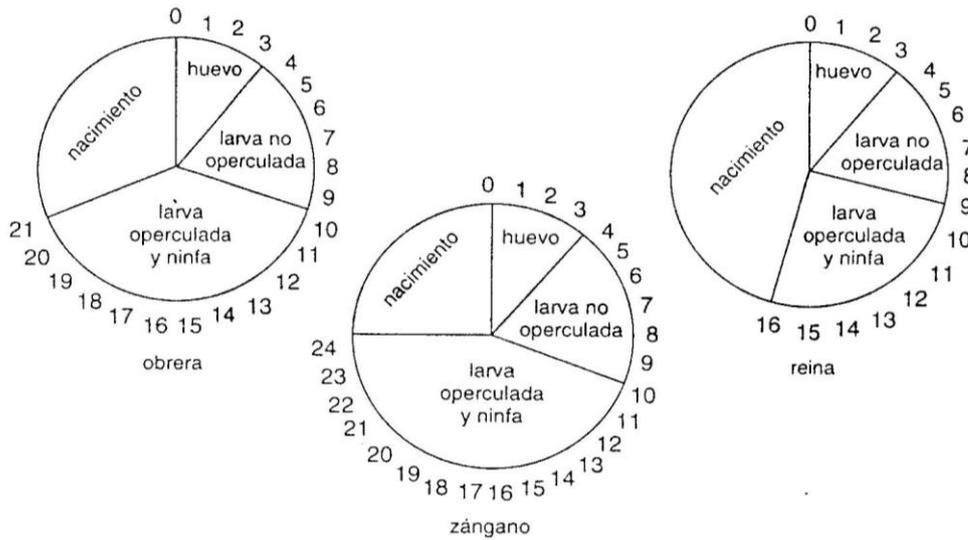


1. Alveolo con miel: el opérculo es plano y hermético
2. Alveolo con polen: no hay opérculo
3. Larva de obrera en un alveolo de obrera: el opérculo es plano o ligeramente convexo y poroso
4. Larva de zángano en un alveolo de obrera: el opérculo sobresale, muy convexo y poroso
5. Larva de zángano en un alveolo de zángano: el opérculo es convexo y poroso
6. Larva de reina: la celda está deformada, el opérculo es poroso

Ravazzi, 2000.

El ciclo de metamorfosis en la reina dura 16 días, después del tercer día de larva, su desarrollo se lleva a cabo en una celda real; las celdas reales dan la apariencia de ser cápsulas de cacahuete que guindan del panal, ubicándolas a las orillas o al centro de los panales. Las obreras se crían en la misma clase de celda que se destinan para almacenar la miel y el polen. Este tipo de celda constituye la mayoría del panal en la colonia, la obrera emerge de la celda 21 días después que se ha puesto el huevo, en tanto que los zánganos logran su total desarrollo al cabo de 24 días (Fig. 3).

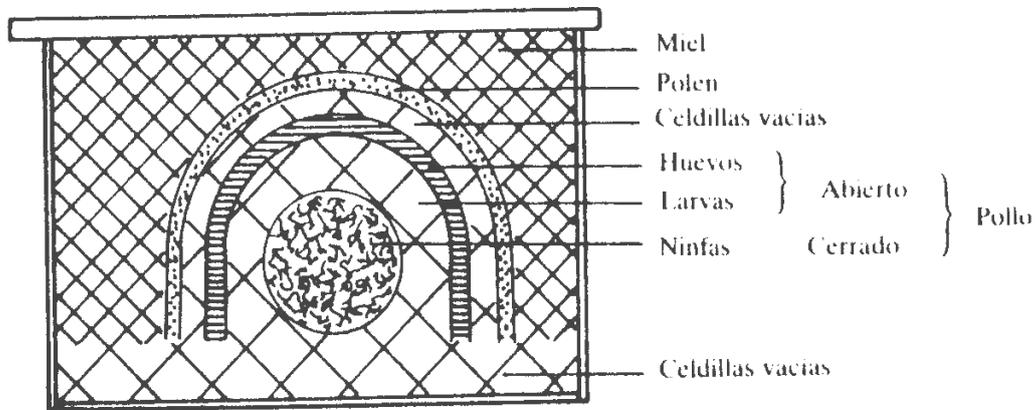
Fig.3 Ciclo de Desarrollo de la Obrera, Zángano y la Reina (en Días).



Ravazzi, 2000.

Ravazzi (2000) describe que por regla general, la reina ovoposita en círculos concéntricos partiendo de los panales centrales, con lo que se concentra la nidada en el centro y es en la primera franja situada por encima de estas celdillas donde las abejas colocan polen, más hacia fuera se encuentran las reservas de miel (Fig. 4).

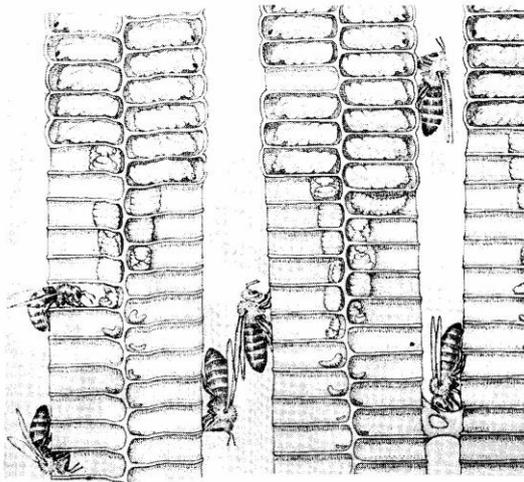
Fig. 4 Situación de la cría y de las provisiones en un bastidor de la colmena.



Prost, 2001.

Para el desarrollo de la cría la temperatura es un factor importante, esta oscila en un rango de 35°C a 36°C, la cual se mantiene casi constante gracias a un complicado mecanismo de termorregulación. La temperatura más alta dentro de la colmena se registra en medio de los panales centrales del nido, que es donde se sitúa la cría; un enfriamiento retrasa el proceso de maduración de los individuos, sobre todo la fase de pupa que puede durar cuatro días más. Mientras que, por el contrario, un ligero aumento de temperatura acelera su crecimiento. Se ha observado dentro de la colmena un espacio de tránsito entre cada panal (7.5 mm + 1.5 mm), el cual le permite a la abeja pasar fácilmente pudiendo realizar sus actividades, además que ayuda en el control de la temperatura de la colmena; si el espacio entre dos superficies es muy pequeño para que pasen las abejas lo cierran con propóleos; si el espacio es más grande de lo que necesitan, allí construyen un falso panal (Fig. 5).

Fig. 5 Disposición de espacios en la colmena



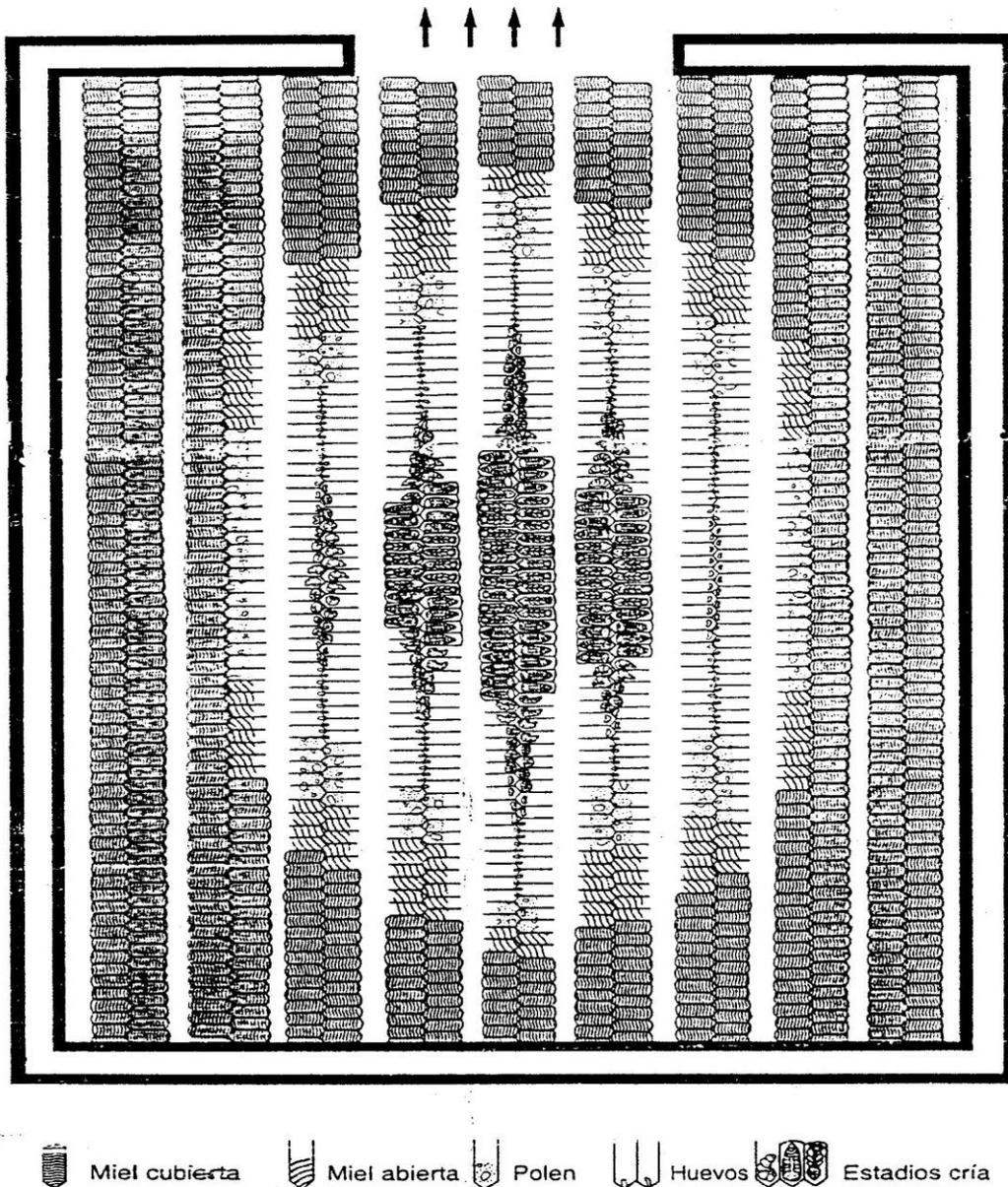
Siendo entonces que una colonia que toma en cuenta y respeta el espacio de tránsito de la abeja resulta en una colmena que facilita el traslado y el reemplazo de los panales que separan el nido de cría, de los almacenes de miel, permitiendo entrada independiente a cada área.

Persano, 1987.

Cuando se instala un nuevo núcleo en una colmena, la reina inspecciona con

las antenas y las patas anteriores el fondo de la celdilla, previamente limpiada y humedecida por las obreras, luego introduce el abdomen depositando un huevo en el fondo de cada alveolo. Benedetti (1990) describe que la reina puede poner sin interrupción un promedio de 1,000 a 2,000 huevos al día, criterio en el que difieren algunos autores, como Ravazzi (2000) quien afirma que la reina llega a ovopositar entre 1,000 a 3,000 huevos y considera que una buena colmena ocupará siete a ocho panales al principio de la primavera y hasta diez en su periodo de máxima expansión en colmenas Langstroth (Fig. 6).

Fig. 6 Distribución de los bastidores en la colmena.



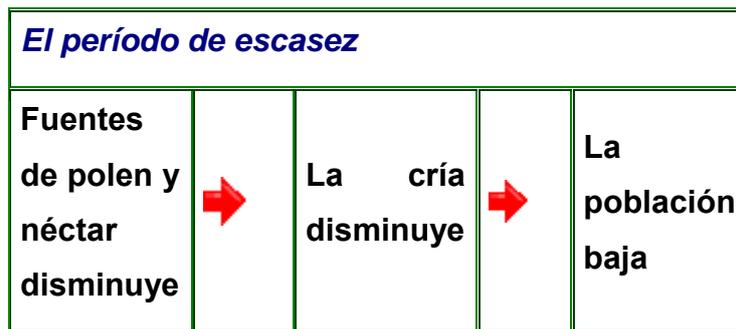
Ritter, 2001.

La dinámica poblacional de la colonia se divide en tres períodos: el aumento, la afluencia de miel y la escasez.

Dependiendo de la cantidad de alimento que entra a la colmena, las obreras varían la cantidad de jalea real que le dan a la reina, esto determinará su capacidad de postura (Prost, 2001).

Cuando las fuentes de polen y néctar son abundantes, las obreras estimulan a la reina a producir más cría y la población de la colonia crece; en cambio cuando las fuentes disminuyen, la cantidad de cría, aminora y la población se reduce (Fig.7).

Fig. 7 Relación del alimento en correspondencia con la cría.



La esencia de la apicultura *

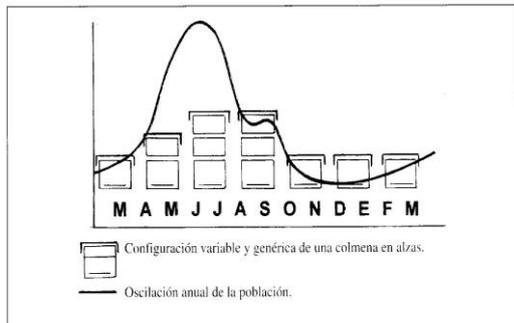
Pero si sólo hay uno de los dos, la colonia reduce su crecimiento y almacena las entradas de alimentos que mantienen el nivel de producción de cría pero no estimulan un aumento de población.

Para controlar la cantidad de cría en tiempos de escasez las obreras también se comen los huevos o las larvas de menor edad (Prost ,2001).

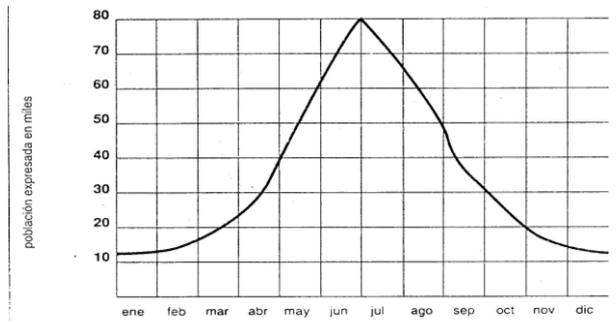
La población de abejas instalada en una colmena, presenta notables diferencias de tamaño a lo largo de las estaciones del ciclo anual. Un ejemplo de esto se observa en las gráficas presentadas por Salvachúa (1997) y Ravazzi (2000), donde el primero marca que la mayor producción de miel se da entre los meses de marzo a septiembre, coincidiendo con Ravazzi (2000) quien

muestra que el incremento en el número de la cría está correlacionado con la producción de miel (Fig. 8).

Figura 8. Desarrollo ideal de una colonia durante el año.



Salvachúa, 1997.



Ravazzi, 2000.

Cuando la población de una colonia crece, la proporción entre la cría y adultos aminora; incrementándose la población de insectos adultos, la capacidad de ovopositar de la reina también disminuye. Más abejas dejan sus actividades dentro de la colmena, para pasar a la actividad de pecorear, dando énfasis al almacenamiento de miel. En regiones templadas el periodo de escasez está relacionado con el frío y la ausencia total de alimentos para la colonia, las abejas forman una agrupación para conservar el calor y viven de sus provisiones, interrumpiéndose la postura hasta que vuelvan a presentarse condiciones favorables para el desarrollo (Ravazzi, 2000).

En climas calientes, propios de los trópicos y subtropicos no hay escasez de alimentos completa, siempre hay algunas épocas de buen tiempo durante el año para que pecoreen las abejas. El tiempo de escasez en estas regiones ocurre durante las lluvias mayores cuando existen las siguientes condiciones: menos plantas floreciendo, la calidad del néctar es baja por su poco contenido de azúcar y mal tiempo para volar. Las fuentes de polen a veces son abundantes durante periodos de escasez de néctar. El número de cría se reduce durante este periodo, pero colonias fuertes pueden continuar su dinámica de crecimiento.

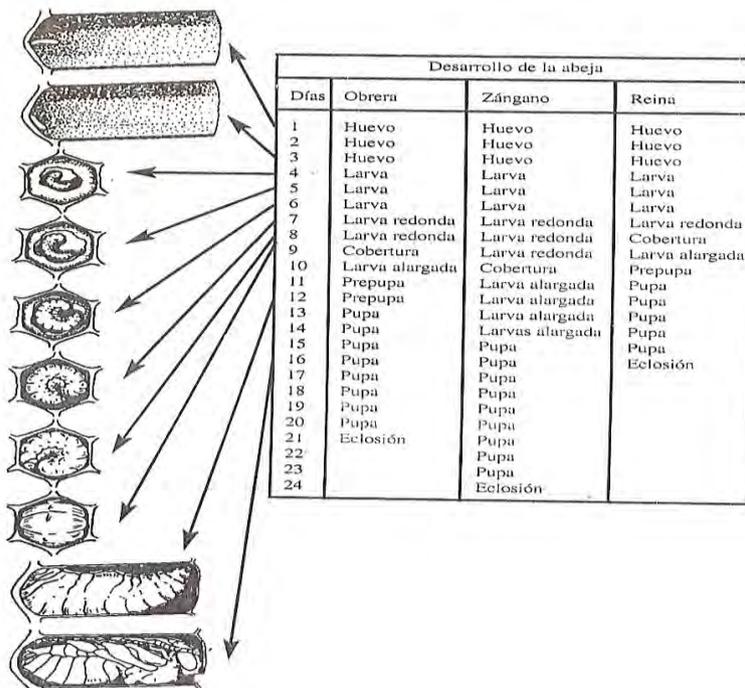
La apicultura entonces incluye una comprensión de la dinámica poblacional de la colonia y la manipulación, la cual esta ligada al ritmo estacional que condiciona en gran medida la vegetación base y sustento de las abejas, de manera que se obtenga una población de insectos adultos grande que coincida con la afluencia grande de néctar del lugar (Prost, 2001).

2.4 Metamorfosis

Existen tres tipos o castas de abejas: reina, obreras y zánganos; nacen todas de un huevo puesto y depositado por la reina en un celda. De 5mm o de 7 mm. según sea el caso. La abeja melífera es un insecto de metamorfosis completa. Esto quiere decir que hay cuatro distintas etapas en la vida de la abeja - huevo, larva, pupa y adulto (Fig. 9).

Se distinguen varios estadios larvarios separados por sus correspondientes mudas; durante este tiempo, el insecto crece sin cambiar de forma, sin embargo, en la muda del imago se dan una serie de transformaciones de naturaleza anatómica, morfológica y fisiológica que dan paso al insecto adulto (Buxadé, 1997).

Fig. 9 Desarrollo de las abejas

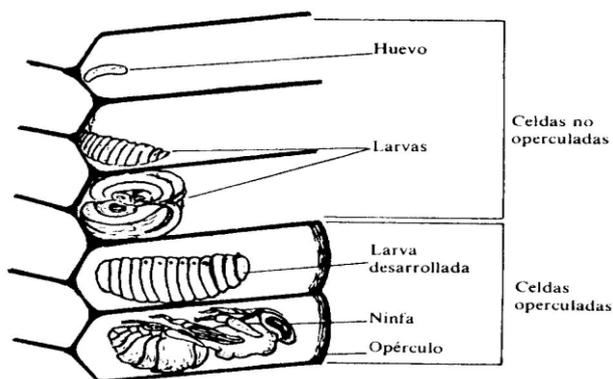


Ritter, 2001

Las etapas de huevo, larva y pupa, se desarrollan en las celdas del panal y a todas ellas se les denomina cría. Huevos y larvas están en celdas abiertas cuidadas por las obreras. Estas etapas reciben el nombre de cría abierta, destapada o desoperculada.

Cuando el huevo eclosiona, las obreras alimentan continuamente a la larva. Cuando está llegando el fin de la etapa larval, con la comida que han depositado las obreras la celda es cubierta con cera por las obreras. Esta etapa se denomina cría operculada. Una vez cubierta continúa su metamorfosis, ahora en etapa de pupa. Durante ésta etapa no consume alimento, el cuerpo se va segmentando y cubriendo de quitina hasta formarse una crisálida, la forma adulta que sale de la celda (Fig. 10).

Figura 10. Desarrollo larvario



Prost ,2001.

La evolución desde huevo hasta insecto adulto se detalla en el cuadro 2.

Cuadro 2. Duración en días de cada etapa, en la metamorfosis de Apis mellifera

Estadio	Reina	Obrera	Zángano
Huevo	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>
Larva	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>
Ninfa	<u>8</u>	<u>12</u>	<u>14</u>
Nacimiento	<u>16</u>	<u>21</u>	<u>24</u>
Longevidad	3 a 6 años	28 a 180 días	15 a 60 días

Philippe, 1990.

La Reina

La reina mide entre 18 y 22 mm. de longitud y tiene una anchura torácica de unos 4.2 mm. Existen reinas color naranja claro (muy apreciadas ya que delata su origen itálico), color ladrillo y tonalidades aún más oscuras, aunque siempre con el abdomen monocolor y no estriado, como es el caso de las otras dos castas; posee alas cortas y patas más largas que de las obreras (Philippe, 1990). La reina transcurridos de 5 a 12 días desde su nacimiento, es estimulada por las obreras, que la empujan y sacuden, produciéndose los primeros vuelos de reconocimiento y uno o más vuelos nupciales (en las horas soleadas y sin viento). Después de una o varias cópulas durante el primer vuelo, que puede durar de 18 a 30 minutos, la reina regresa a la colmena, y parte de nuevo para un segundo vuelo de acoplamiento, a los 10 minutos en promedio. Los vuelos de fecundación prosiguen hasta que la espermateca esté llena, 11.6 microlitros de semen sin mucus, acoplándose con 6 a 9 zánganos. Si al cabo de 20 ó 30 días, la reina no ha sido fecundada, se producen cambios que inhiben el acoplamiento o impiden al esperma entrar en la espermateca, entonces queda estéril para el resto de su vida, pudiendo poner huevos de los que únicamente nacerán zánganos.

Cuando los acoplamientos han terminado, la reina ha acumulado normalmente de 5 a 10 veces más espermatozoides que óvulos posee. Las reinas comienzan generalmente a poner 3 a 4 días después de la fecundación natural, una reina puede ovopositar de 1,000 a 3,000 huevos el primer año de vida (Cuadro 3). De ahí que el 98% de los óvulos que pasan por el conducto de la espermateca serán óvulos fecundados y darán nacimiento a las obreras, en tanto el 2 % restante de los óvulos no son fecundados y dan lugar a los zánganos. Y en un año una reina puede poner de 200,000 hasta 350, 000 huevos.

Las reinas llegan a vivir de cuatro a seis años de edad, lo que se debe a que la reina es alimentada durante toda su vida con jalea real (Philippe, 1990; Ravazzi, 2000).

Cuadro 3. Ovoposición de la reina acorde con su edad.

Edad (años)	huevos puestos	Mortalidad
1	Hasta 300,000	10 %
2	Hasta 350,000	25 %
3	Hasta 300,000	40 %
4	Hasta 180,000	85 %
5 a 6	Hasta 30,000	100 %

Ravazzi, 2000.

La Abeja Obrera

La obrera mide 12 a 13 mm. de longitud y tiene una anchura de tórax de 4 mm., el peso de 10,000 obreras da un kilogramo (Ravazzi, 2000).

El huevo es depositado en el fondo de celdillas de 5 mm, al cabo de unos tres días cada huevo eclosiona una larva. Los primeros tres días de vida de la larva son esenciales para la diferenciación en castas: Si está destinada a convertirse en reina su alimentación consistirá únicamente en jalea real, en cambio a las obreras, al cabo de tres días su alimentación bajará a un nivel inferior y consistirá en una mezcla de miel, polen y agua, lo cual provoca una detención y atrofia de los órganos reproductores. Al cabo de cuatro días la larva empieza a engordar y sus extremos se curvan hasta tocarse, formando una "C" en el fondo de la celdilla, luego se estira hacia arriba y rápidamente ocupa todo el espacio disponible, con la celdilla abierta y en esta fase la larva realiza varias mudas, cuyos despojos se pegan a las paredes de la celdilla oscureciendo la cera. En este momento la alimentación se interrumpe y la larva es aislada del exterior con un opérculo de pasta de cera y propóleo al noveno día, dentro de su celdilla la larva teje un capullo y se inmoviliza teniendo lugar entonces una serie de transformaciones que en 12 días le convertirán en un insecto perfecto (Fig.11).

Una vez terminada la metamorfosis la joven abeja abre el opérculo. Han pasado 21 días desde la puesta del huevo, la abeja joven es bastante clara, muy peluda y dócil (Benedetti, 1990).

Figura 11. Evolución de la obrera del huevo hasta el nacimiento.



Ravazzi, 2000.

Después de nacer, la obrera emprende una vida que será bastante breve durante la estación de las grandes recolecciones, unos cuarenta días y un poco más larga durante las estaciones en que las cosechas son escasas hasta alcanzar los seis meses de vida. Después de nacer la abeja reposa durante algunas horas para recuperarse, se alimenta y fortalece las alas.

Las funciones de las obreras son múltiples. El tipo de actividades de la abeja con relación a su edad depende esencialmente de su desarrollo fisiológico. La limpieza de los alvéolos (celdillas) es ejecutada por abejas de 1 a 2 días de edad; la alimentación de las larvas es asegurada por obreras de 3 a 12 días de edad; la secreción de cera, por las abejas va de 12 a 18 días; en donde las actividades en este periodo son la construcción de panales, el almacenamiento de polen, la recepción, el almacenamiento y ventilación de la miel, así como la colocación de los opérculos en cría y miel. Las abejas dedicadas a hacer guardia nunca serán menores a 18 días de edad y el pecoreo es una actividad reservada a las que tienen más de 20 días.

Las abejas bien alimentadas en los primeros diez días de su vida pueden vivir hasta seis meses, pero su longevidad se reduce cuanto más numerosa sea la cría que tienen que alimentar.

En los últimos días de su vida las abejas viejas ya no comen polen, sólo miel. Estas trabajan con tanto ahínco como al principio de su vida y su muerte sobreviene súbitamente (Philippe, 1990; Ravazzi, 2000).

El Zángano

El zángano tiene una longitud de 15 mm. y una amplitud torácica de 5 mm., aunque existen algunos más pequeños nacidos de obreras. La mitad de los zánganos de cada colonia son aptos para la reproducción y de esta, sólo el 65 % al 70 % alcanza la madurez sexual completa.

Los zánganos son individuos que nacen de huevos no fecundados cuya característica es el de ser haploides, es decir que tienen la mitad de la información genética debido a su reproducción partenogenética arrenotoca.

El tiempo que tardan en salir al exterior es variable, algunos han observado que lo hacen desde los 4 días de edad, el 68 % tarda hasta 16 días. Se ha observado que de 6 a 10 días de edad es cuando generalmente hacen su primera salida de reconocimiento alrededor de la colmena. Philippe (1990) señala que alcanzan su madurez sexual entre los 8 a 12 días de edad aunque algunos autores señalan 13 días. Estos ejecutan de 2 a 8 vuelos en forma cotidiana.

La duración total de los vuelos diarios, en los machos que han alcanzado su madurez sexual varía entre 3 y 5 horas; estos vuelos generalmente tienen lugar entre las 10:30 hrs y las 16:00 hrs. Su área de reunión es habitualmente entre 500 y 1,000 metros de los colmenares. Los machos en reunión vuelan a una altura de 10 a 20 metros y no persiguen a las reinas vírgenes fuera de estas alturas, se presume que las reinas vírgenes son atraídas a las áreas de reunión de los machos por el olor de una feromona que ellos también emiten; la reina al llegar a estas áreas emiten el olor de la feromona real, con lo cual es perseguida por numerosos zánganos y el promedio de individuos que copula con ella es de 8 a 9 zánganos (Philippe 1990).

En el curso del acoplamiento coloca el órgano copulador o endofalo, en la reina; el zángano se gira sobre sí mismo y emite 2.2 mm^3 de semen en promedio, después de la cópula el macho muere.

Cada zángano produce más de 10, 000,000 espermatozoides, si bien durante el apareamiento en vuelo sólo un 10 % logra penetrar en la espermateca. Por ello, la reina se aparea normalmente con más de un zángano, hasta almacenar en promedio 5, 000,000 de espermatozoides.

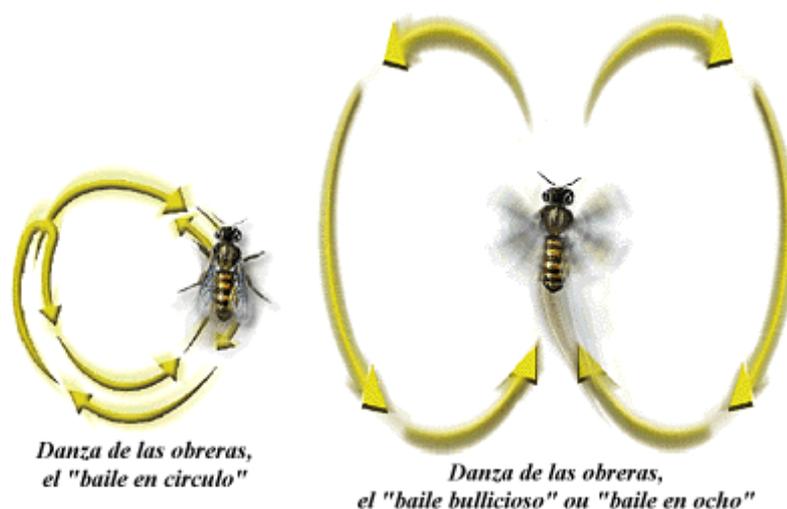
La cría de zángano comienza en primavera, los nacidos en esta estación tienen un periodo de vida hasta de 60 días; en tanto los que nacen en verano viven entre 15 y 40 días. A finales del otoño las obreras les impiden alimentarse, por tanto se debilitan y son arrastrados fuera de la colmena donde mueren. Al parecer la falta de polen es lo que determina el exterminio de los zánganos (Philippe, 1990; Ravazzi, 2000).

2.5 Actividades

La selección natural ha permitido la formación de un insecto completamente adaptado a los diferentes roles que asume en el seno de la colmena. Toda la información esencial a la organización de la colonia proviene de secreciones químicas conocidas como feromonas segregadas por la reina pero también por las obreras. Se trata de sustancias mensajeras que circulan de una a otra a través de la boca y de las antenas. Las abejas tocan y lamen ésta secreción, de donde obtienen toda la información necesaria a la organización del trabajo. Las feromonas sirven para la identificación de la colmena, localización de manantiales de néctar, de lugares propicios para que se establezca el enjambre, para que los zánganos localicen a la reina durante el vuelo nupcial, para emitir señales de alarma, controlar las reservas de comida, equilibrar la población regulando la postura de la reina, mantener constante la temperatura y la humedad dentro de la colmena. Además, las abejas tienen un lenguaje codificado muy preciso, el del baile: éste baile ejecutado por las abejas exploradoras a su llegada a la colmena, informa a las demás sobre el lugar y la distancia de una fuente de abastecimiento. El baile en círculo significa un lugar cercano menor a 25 metros, en tanto que el baile bullicioso o baile en ocho con figuras muy complicadas, indica en función de las oscilaciones abdominales y

de las vibraciones emitidas, la distancia del alimento a recoger. En la figura. 12 se observa un diagrama que expresa la danza referida (Frisch, 1994).

Fig. 12 Danza de las abejas.



Centro de Estudios Agropecuarios

Las actividades que desarrollan las obreras van modificándose conforme avanza su edad (Cuadro 4).

Cuadro 4. Actividades de las Obreras.

EDADES	ACTIVIDADES DE OBRERAS
Del día 1-2	La obrera limpia los alvéolos y la colmena, calienta la cría , alimenta larvas viejas
Del día 3-5	Alimenta larvas jóvenes
Del día 5-11	Es nodriza y ceba de jalea real las larvas de los alvéolos reales. Alimenta a las larvas jóvenes
Del día 11-17	Se convierte en almacenera: su papel consiste en almacenar el polen y el néctar en los alvéolos y en ventilar la colmena, agitando muy rápidamente sus alas, para mantener así una temperatura y humedad constante. Las

	glándulas productoras de cera de su abdomen ya desarrolladas, se vuelve cerera para la edificación de los panales.
Del día 18 al día 21	Es centinela y está de guardia a la entrada de la colmena para rechazar a los intrusos, avispas, mariposas e incluso a los zánganos.
A partir del día 22 y hasta su muerte	Irà de flor en flor a cosechar néctar, polen y propóleos, se vuelve libadora y trae la comida a la colmena.

Philippe, 1990; Ravazzi, 2000; Benedetti, 1990.

2.6 Longevidad

En cada colmena existe una única abeja reina, de mayor tamaño y hasta 30 veces más longeva que el resto de la colonia. Benedetti, (1990) describe que, la reina llega a vivir hasta 5 años, en contraste, con el promedio de vida de las obreras que es variable ya que existen factores estacionales que determinaran su longevidad; las nacidas entre los meses de enero y febrero viven aproximadamente 90 días, las que nacen de abril a mayo viven en promedio de 28 a 40 días y las nacidas en julio y agosto vivirán 80 días aproximadamente, si nacen en octubre viven 45 días y las que nacen en noviembre alcanzarán la mayor longevidad de 140 días de ahí que se les denominen “abejas longevas”. El invierno es la temporada en que el trabajo exterior es casi nulo y por lo tanto viven más tiempo. En el caso de los zánganos el otoño y la escasez de alimento son lo que determinan su vida dentro de la colonia (Benedetti, 1990).

2.7 Alimentación

Las cuatro substancias recolectadas por las obreras pecoreadoras son: néctar, polen, propóleos y agua. A partir de ahí ellas elaboran otros productos como miel, jalea real y propoleos.

El Néctar

El néctar es el elemento primordial que las abejas utilizan para la elaboración de la miel, las abejas mediante sus antenas principalmente y en menor medida otras partes de su cuerpo, pueden percibir el aroma de las flores, esta

capacidad de percepción implica que las abejas pueden distinguir las variantes sutiles de la constitución de la flor, tales como la edad, tipo y estado.

Una vez elegida la planta, la abeja se posa en ella y guarda la mayor cantidad de néctar, para luego transportarlo hasta la colonia, durante el acopio de néctar las abejas suelen ser constantes, o sea que suelen visitar generalmente la misma flor.

El néctar que se produce en una determinada zona constituye un recurso natural nada despreciable, que gracias a las abejas es recuperada. El néctar es una secreción de la savia vegetal, transmitidos al exterior en forma de gotitas minúsculas más o menos densas. La cantidad que una flor produce, es muy variable y oscila entre 0.1 miligramos y 1 gramo o más. Ravazzi, (2000), menciona que el néctar contiene de 40 a 80 % de agua, de 10 a 70% de azúcares de distinta naturaleza, sales minerales y sustancias nitrogenadas de distinto tipo, a partir de este las obreras lo combinan con sustancias propias y lo dejan madurar en los panales para transformarlo en lo que se conoce como miel, con una humedad que va de 17% a 19 %.

Según Bertrand *et al.*, (1972), la cantidad total de azúcares contenida en el néctar varía entre el 5% y 80 %. Las abejas no recogen ordinariamente el que tienen menos del 14 % de azucares, salvo si solo disponen en un momento dado de esta fuente y si ésta es abundante, son raras las plantas que exudan un néctar que contenga más del 50 % de azucares. Por otra parte, la concentración en azucares del néctar de una especie o variedad escila con la humedad atmosférica y por consiguiente con la hora del día. Durante el día los nectarios también tienen fluctuaciones productivas. Por lo general la actividad máxima se da durante la mañana en cuanto sale el sol, disminuyendo conforme avanza la tarde.

Las cantidades relativas de los tres azucares principales, sacarosa, dextrosa y fructuosa, varían mucho de una planta a otra, las proporciones entre la glucosa y fructosa del néctar influyen en las cualidades físicas de la miel; cuando predomina la glucosa la miel cristaliza rápidamente y cuando el contenido de fructosa es más elevado, la miel permanece por largo tiempo líquida, además de los azucares y el agua, el néctar contiene numerosas sustancias en estado de trazas, aunque poco importantes en peso, estas sustancias cuya

composición varía de una planta a otra, conferirán a cada miel sus características.

La cantidad de néctar producido por un género, una especie o una variedad de planta cambia mucho, según el clima, el suelo, el estado sanitario, la altitud e incluso la latitud. Para una variedad dada, la cantidad de néctar segregada es la resultante del grado de absorción mineral por la planta de su actividad fotosintética, otra variante es el número de visitas.

Cuando la flor está en el momento de máxima producción, que coincide con la maduración de las anteras y la posibilidad de fecundación, la actividad es intensa, cuantas más visitas recibe más néctar produce. Como sucede con todas las secreciones, la sustracción de producto favorece la actividad secretora, mientras que su mantenimiento inhibe esta actividad del tejido glandular. Por lo tanto la producción total de néctar no se puede calcular de forma estática, sino en función de la actividad pecoreadora de los polinizadores (Benedetti, 1990; Philippe, 1990 y Ravazzi, 2000).

El Polen

El grano de polen es el gameto masculino de las flores, liberado tras la dehiscencia de las anteras, cada antera libera una multitud de granos de polen que serán llevados por el viento o por los insectos, algunos de estos se posaran en el estigma pegajoso del pistilo receptivo de las flores, ahí se desarrolla el tubo polínico y descenderá por el estilo para alcanzar el óvulo en el gineceo. Cada uno de los óvulos será fecundado por un solo grano de polen; el número de granos de polen producidos por la antera de cada estambre varía de una especie de planta a otra y sobre todo de uno a otro género, también difiere ampliamente su diámetro de 6 micras a 140 micras (Philippe, 1990).

La producción de polen depende de todos aquellos factores climáticos, geográficos y ambientales que influyen en la flora. En la colmena el polen es en parte consumido y en parte almacenado en las celdillas que rodean a la cría.

El polen es la fuente proteica indispensable en el desarrollo de las abejas, a diferencia de la miel que proporciona casi exclusivamente energía, el pan de abeja es el único alimento que entra en la colmena y que sirve para alimentar tanto a los adultos como a la cría en desarrollo, su función es formar, renovar y mantener los tejidos de los organismos vivos, además de intervenir en el

crecimiento corporal, lo hace también en el funcionamiento de ciertos órganos, como es el desarrollo y actividad de las glándulas hipofaríngeas, o la inhibición de los ovarios de las larvas destinadas a convertirse en obreras. La alimentación de las abejas jóvenes es rica en polen y la producción de jalea real es destinada a la alimentación tanto de la reina como de la cría que tienen a su cargo. El porcentaje de proteína en las diferentes fuentes de polen es variable va del 15% al 25 %, además de proteínas y aminoácidos esenciales, el polen contiene muchas vitaminas, sobre todo las del grupo B, también posee distintas sales minerales y comparado con el néctar, una proporción pequeña de azúcares, su contenido en agua es pequeño por lo que el polen se puede considerar un alimento seco (Benedetti, 1990).

El polen constituye la principal fuente de alimento de la cría de las abejas desde la etapa larvaria hasta el de joven adulto. Una obrera cosecha polen de una sola especie o variedad de planta, pero las abejas de una misma colonia pueden recolectar de cinco hasta diez especies el mismo día; sin embargo los pólenes de varias especies pueden formar en conjunto un alimento completo, así cuanto más abundante son las floraciones las abejas más seleccionan los pólenes que les aportan un máximo de proteínas (Philippe, 1990).

El Agua

Cuando los días son muy calurosos las flores se marchitan y las pecoreadoras se quedan sin trabajo. Entonces el agua pasa a un primer plano.

Al igual que para cualquier organismo vivo, el agua es indispensable para las abejas como individuos y como colonia.

Las abejas consumen agua durante todo el año, incluido el invierno y cuando la fuente no está cerca tienen que ir a buscarla aunque esté lejos, a menudo más lejos que el néctar y el polen. El aprovisionamiento de agua es obra de las pecoreadoras, que se dedican a esta tarea en función de las necesidades de la colmena, los lugares preferidos para la recolección son la tierra empapada o las superficies húmedas que suele haber a ambos lados de los cursos de agua. En estos lugares se puede ver cómo las abejas recogen el agua con el aparato bucal extendido, chupando ínfimas cantidades. Las abejas prefieren pequeños charcos o rinconcillos húmedos y pocas veces buscan las superficies amplias, menos aún las aguas en movimiento. Este comportamiento responde a la

necesidad de obtener agua con una elevada concentración de sales minerales y materiales nitrogenados, que se encuentran muy concentrados en las aguas estancadas y residuales. Las aguas procedentes de estas fuentes, por lo menos en primavera, están más calientes que el ambiente debido a la fermentación, por lo que son preferidas.

Dentro de la colmena el agua sirve para varias cosas; para la alimentación de las larvas, si bien la dieta de estas se compone de un tercio de agua, durante el verano el agua se emplea para la termorregulación y en los periodos de sequía contribuye al mantenimiento de la humedad necesaria para la eclosión de los huevos dentro de las celdillas (Benedetti, 1990; Bartolini, 1990).

2.8 Altitud y Clima

El clima y especialmente la altitud, influyen de dos maneras en la vida de la colonia: indirectamente, a través de la vegetación o lo que es lo mismo de las reservas alimenticias de una zona; directamente sobre los estímulos que afectan a la evolución de la colmena sobre el ciclo estacional, (perturbaciones atmosféricas, temperatura, humedad, exposición al sol, etc.).

La afluencia de néctar en un sitio y en un tiempo específico depende de las especies de plantas y los factores del clima que afectan a esas plantas. Los factores climáticos y la composición del terreno determinan la flora de un sitio, afectando la afluencia potencial de néctar, lluvia, temperatura y sol afectan las plantas y determinan el flujo actual del néctar, para la mayoría de especies de plantas, las condiciones para la afluencia óptima de néctar son: lluvia adecuada antes de florecer y condiciones secas y soleadas durante el periodo de floración. La ocurrencia y cantidad relativa de periodos secos de sol varía de año en año, por eso el flujo de néctar puede ser muy variable.

Para producir una buena cantidad de miel las abejas pecoreadoras necesitan condiciones atmosféricas favorables para volar durante el periodo de flujo de néctar (Benedetti, 1990).

2.9 Control de la Temperatura

El control de la temperatura es importante para un óptimo desarrollo de la colonia, en el interior de la colmena hay una zona estable cuya temperatura

oscila entre los 34.5 °C – 35.5 °C, la cual es mantenida por aquellos individuos que se localizan en el área de cría.

Con la llegada del invierno, para que la colmena pueda hacer frente a las inclemencias del clima, se ponen en funcionamiento varios mecanismos. El primero de ellos es la suspensión de la puesta, cuando la temperatura exterior baja de cero, las abejas forman una aglomeración en racimo en la que la temperatura no baja de 15 °C que necesitan los individuos adultos para su supervivencia.

Cuando la temperatura exterior gira en torno a 13 °C, el racimo se hace permanente, este suele situar en la parte alta de la colmena, donde se escapa menos el calor y las provisiones están más a mano, de todas formas, las abejas no están inmóviles y el enjambre en conjunto puede variar su densidad, su forma y su colocación de acuerdo con las necesidades, cuando la temperatura, en las horas más templadas se eleva, el enjambre disminuye su densidad y puede volverse más “difuso”, en el centro la temperatura no baja de 15 °C, pero en algunos climas puede variar entre 15 °C y 20 °C.

A principios de la primavera el enjambre tiende a disolverse en las horas más cálidas y a volverse a formar en las más frías, durante el día algunas abejas pueden alejarse para realizar vuelos de limpieza o de purificación, excursiones cortas alrededor de la colmena durante las cuales vacían sus intestinos de las deyecciones acumuladas durante varias semanas en el período frío.

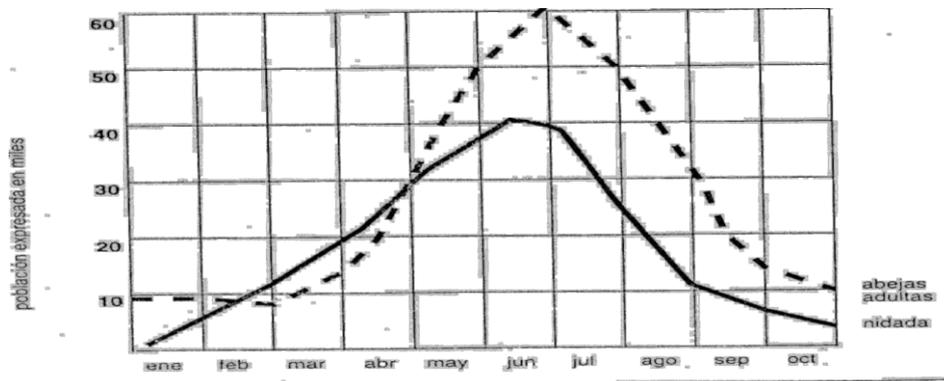
El verano también requiere un control y una regulación del microclima. Los mecanismos de enfriamiento de la colmena son aun más sofisticados que los del calentamiento invernal.

Cuando la temperatura alrededor de la puesta sobrepasa los valores medios óptimos, las obreras ventiladoras se sitúan en sus posiciones dentro del panal y empiezan a agitar sus alas, de modo que la temperatura baja rápidamente, de esta forma el aire circula y se elimina el exceso de humedad, que durante este período es abundante a causa de la maduración de la miel y del fuerte metabolismo de la colonia, si esta medida no basta y el calor aumenta, empieza a funcionar el sistema de refrigeración forzada, basada en la evaporación de agua con corrientes de aire provocadas. Las abejas caseras transmiten a las pecoreadoras la necesidad de agua, e inmediatamente estas últimas parten para el reconocimiento y la posterior recolección del líquido.

En el interior, el agua llega inmediatamente a las nodrizas, que se sitúan encima de la cría y la nebulizan con un movimiento del aparato bucal. Su evaporación y la corriente de aire provocada por las ventiladoras reducen la temperatura, otras gotitas minúsculas son introducidas en la pared superior de cada una de las celdillas que contiene una larva y el calor provoca su evaporación, entonces las ventiladoras mueven sus alas alejando la humedad excesiva, con ello el exceso de temperatura.

En una zona de clima continental: En el periodo de máximo crecimiento, hay más larvas que abejas adultas, dado que la colonia se está preparando para las grandes recolecciones de primavera y verano. Cuando la colmena haya alcanzado su máximo desarrollo, habrá siempre más abejas adultas que larvas (Fig. 13) (Philippe, 1990; Ravazzi, 2000).

Fig.13 Proporción abejas adultas-nidada en el desarrollo de una colonia



Ravazzi, 2000.

3.0 MATERIAL Y MÉTODOS

Se observó la dinámica poblacional de Apis mellifera en cuatro colmenas del Módulo de Apicultura de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM; ubicada en la Cuenca del Valle de México, perteneciente al municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México (Fig. 14); situado entre los 19° 37' y 19° 45' de latitud norte y entre los 99° 07' y los 99° 14' de longitud oeste; con una altitud media de 2,250 m.s.n.m., El clima es templado, siendo el más seco de los subhúmedos. La precipitación media anual es de 605 mm., siendo julio el mes más lluvioso, con 128.9 mm. y febrero el mes más seco con 3.8 mm. La temperatura media anual es de 26.5 °C con una oscilación media mensual de 5° a 6 °C (INEGI, 2007*; García, 1968).

Fig. 14 Localización geográfica.



Enciclopedia de los Municipios de México, 2001. *

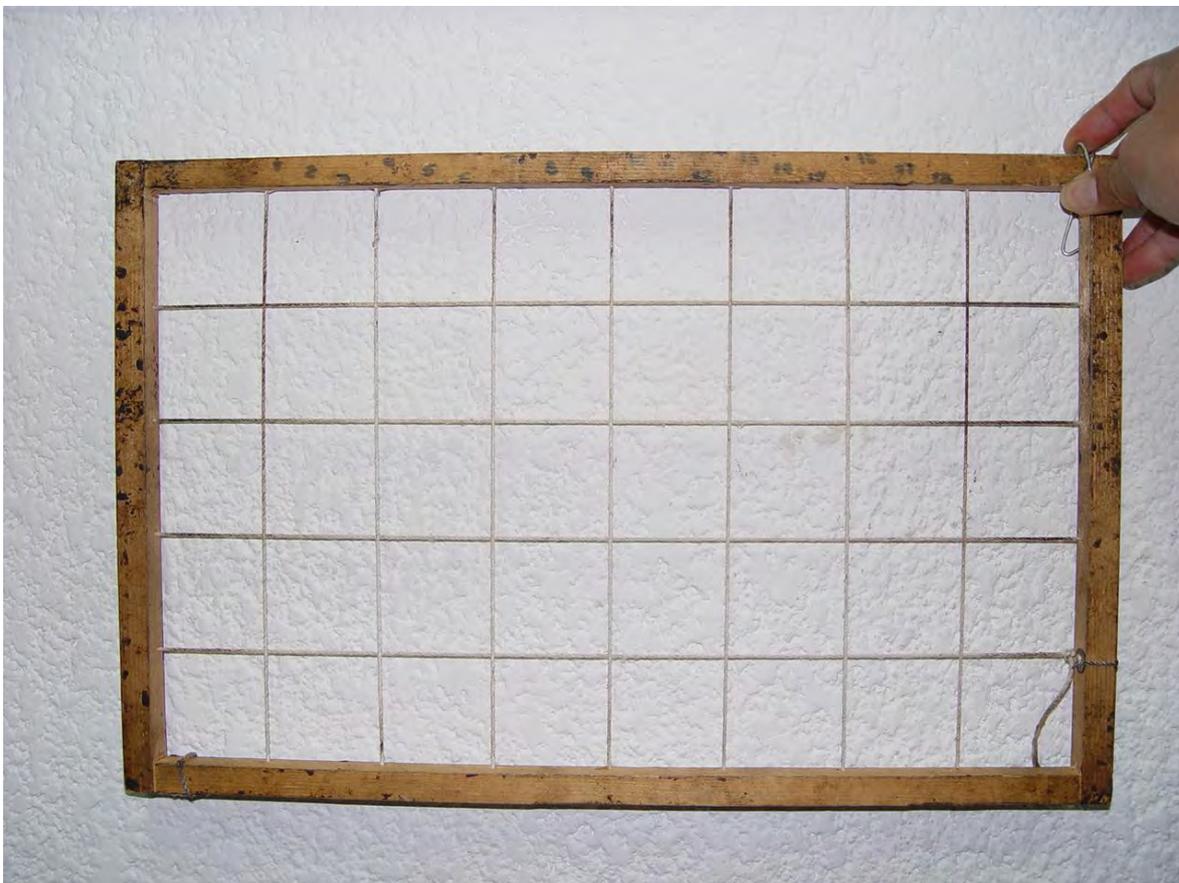
Se formaron cuatro núcleos de Apis mellifera al azar, compuestos con cuatro bastidores de cría y una reina menor de un año de edad. Identificando cada colmena con las letras: A, B, C, D, para cada uno de los bastidores se le asigno un número del 1 al 10 (Fig. 15).

Fig.15 Etiquetado de Bastidores para su identificación.



Para el conteo de las celdillas se utilizó un bastidor con 40 divisiones (Fig. 16). Cada división es de 5 cm x 5 cm, área que concentra 100 celdas, dando un promedio de 3,500 celdas por lado.

Fig.16 Bastidor Cuadriculado para conteo.



Para efectuar el conteo de las variables se fotografió el bastidor cuadrículado sobrepuesto al bastidor de cría. Previamente etiquetado con la letra correspondiente a la colmena, número de bastidor y el lado respectivo (ej. A1A, A1B.....). Ya que de hacerlo de manera directa hubiese prolongado el tiempo de exposición de la cría al medio ambiente y con ello se hubiera ocasionando una alteración en los resultados (Fig. 17).

Fig.17 Identificación por lado de un bastidor.



Las fotografías se realizaron mediante el empleo de una cámara digital Sony modelo F717 de 5 mega píxeles con un zoom de 10x, con capacidad de acercamiento de hasta 2cm., con un lente gran angular, utilizando una memoria de 128 mega bytes.

Para la recolección de datos se hizo un muestreo en intervalos semanales durante el periodo primavera-verano que comprendió los meses de marzo a agosto de 2005, habiéndose contabilizado 22 semanas.

Los bastidores se sacudieron mediante agitación manual de un solo golpe para retirar el mayor número de abejas posibles y así obtener una mejor imagen fotográfica de cada bastidor.

Para el conteo de cada variable, se utilizó el programa de computadora Adobe Photoshop 7.0[®] dando acercamientos más nítidos de cada toma.

3.1 Método Experimental

Se utilizó el método experimental deductivo (Fernández 1977; Rojas, 1981) para observar la dinámica poblacional en función de las 22 semanas que duró el estudio de campo, observando la fluctuación de la población en su incremento y decremento para posteriormente analizar las curvas de crecimiento y explicarlas mediante la función matemática que mejor se ajustó.

Cada variable se caracterizó, mediante el conteo general por cada colmena de acuerdo al procedimiento de Tukey y los estimadores estadísticos: media, desviación estándar, coeficiente de variación, error estándar, intervalo de confianza, límite de confianza superior, límite de confianza inferior.

Se contabilizaron las siguientes variables en cada lado del bastidor:

Variable independiente:

Semana de muestreo (X_i) en donde: $i = 1, 2, \dots, 22$ semanas.

Variables dependientes (\hat{Y}):

(\hat{Y}_1) = número de celdas operculadas.

(\hat{Y}_2) = número de celdas con larvas

(\hat{Y}_3) = número de celdas con huevo

(\hat{Y}_4) = número de celdas con polen

(\hat{Y}_5) = número de celdas con néctar

(\hat{Y}_6) = número de celdas vacías

3.2 Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar para comparar el comportamiento de cada colmena respecto a cada una de las variables estudiadas de acuerdo al siguiente modelo:

$$\hat{Y}_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

\hat{Y}_{ij} , representa el valor de la observación j de la colmena i ($i=1,2,\dots,4$) en cualquier variable estimada; μ , representa el valor medio, alrededor del cual oscilan los valores de todas las observaciones; τ_i , representa el efecto del comportamiento de la colmena i ; ε_{ij} , representa los desvíos o errores aleatorios o variación de muestreo, en la repetición j de la colmena i (Carmona *et al.*, 2001).

Para explicar el comportamiento de cada variable estudiada, se efectuó un regresión polinomial de 5º grado utilizando como variable independiente la semana de muestreo, acorde con el siguiente modelo:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1(x_i) + \beta_2(x_i)^2 + \beta_3(x_i)^3 + \beta_4(x_i)^4 + \beta_5(x_i)^5$$

En donde:

\hat{Y} = a cualquiera de las variables dependientes: postura, larva, pupa, néctar, polen o celdas vacías.

β_0 = Punto de intersección.

β_i = Coeficiente de regresión polinomial, ($i= 1,2,\dots,5$ polinomios).

x_i = Número de la semana de muestreo elevada a la potencia del polinomio ($i = 1,2, \dots, 22$ semanas).

El análisis de datos se efectuó con el programa de computo Statístics® V.6.

4.0 RESULTADOS Y DISCUSION

La cuantificación de las celdas que contenían: postura, larva, pupa, néctar, polen o se encontraron vacías y que se utilizaron como variables para observar la dinámica poblacional en las 22 semanas que duró el estudio se presentan por colmena en los cuadros 1 a 4.

Cuadro 1. Número de celdas en cada variable estudiada en la colmena 61.

SEMANA	POSTURA	LARVA	PUPA	NECTAR	POLEN	VACIAS
1	817	3901	6635	3982	1889	9714
2	900	1013	7525	2574	1144	13465
3	2770	1244	7565	6557	1602	18321
4	2041	2065	7109	5385	3916	16744
5	2324	5092	8008	6043	2831	14613
6	3792	2142	7661	4995	3855	13247
7	2437	4539	5447	5855	6413	11123
8	120	4010	6466	4884	4382	15938
9	0	2054	4857	4160	5277	19552
10	0	0	3197	4551	5492	21781
11	55	261	1209	3521	7589	23116
12	3108	485	656	2228	7730	21608
13	1735	5805	521	4917	8625	14185
14	1621	6792	5796	1653	5032	14916
15	2683	3620	8652	2134	6947	11764
16	1583	5252	7587	455	5684	15345
17	2740	3266	10143	3211	6339	10362
18	2814	3216	12999	1376	5764	9777
19	2114	6563	13861	511	5091	10967
20	2563	5768	15664	827	6480	10393
21	3200	6850	14502	493	6001	11595
22	1993	5196	11910	1807	6531	13096

Cuadro 2. Número de celdas en cada variable estudiada en la colmena 45.

SEMANA	POSTURA	LARVA	PUPA	NECTAR	POLEN	VACIAS
1	2599	4268	6884	5043	691	6604
2	7348	1146	7332	2759	575	10419
3	3255	914	7440	5159	493	9518
4	3287	890	7752	4407	456	8805
5	1429	1709	10071	4646	453	8988
6	1341	8334	12052	3964	853	4826
7	3131	4137	11916	4637	1602	11645
8	2529	7227	11856	3965	1413	9528
9	2901	5109	10648	3635	1757	12344
10	2359	8600	10178	2909	2442	10466
11	400	7705	11642	4335	4962	12393
12	2434	8026	15017	5020	4156	8025
13	3323	7628	14294	3640	2643	11941
14	2708	7866	12435	2043	2639	16195
15	3066	9057	13691	2169	2360	13542
16	2825	8313	15950	2757	2954	18571
17	2100	3589	16747	6552	5641	19942
18	3191	5226	18601	6178	4925	17727
19	3088	8148	16988	2998	3709	19682
20	3424	6883	19572	2280	4040	20319
21	3186	10924	19038	2657	4580	14574
22	3093	5588	18285	2616	3915	20550

Cuadro 3. Número de celdas en cada variable estudiada en la colmena 8.

SEMANA	POSTURA	LARVA	PUPA	NECTAR	POLEN	VACIAS
1	1116	3215	5329	4061	1604	10595
2	3063	1994	5432	4285	952	10455
3	3247	754	6983	5318	1355	7743
4	3372	529	7414	4789	1334	8562
5	1245	1821	10722	4452	1662	5998
6	2282	6918	10449	4165	1493	893
7	3159	3672	10091	6337	1630	7711
8	623	6914	10737	5254	1955	7217
9	2806	4136	10532	4909	2043	8174
10	2319	7886	10032	4340	2042	5981
11	0	4714	11440	5133	6973	10040
12	2884	8236	12057	4802	7392	3629
13	2822	5689	12168	7532	4210	13049
14	2140	6000	11167	7116	4159	14617
15	3336	6759	9814	5575	2533	17183
16	2925	8336	12543	4251	4022	13123
17	3112	4134	14983	8385	7132	13654
18	2942	3302	13627	7959	4789	18309
19	2166	8227	13637	4792	4341	17592
20	3159	4863	14520	4027	5877	18354
21	3268	6634	13473	4556	6754	22315
22	3292	4605	12538	5538	6068	23486

Cuadro 4. Número de celdas en cada variable estudiada en la colmena 9.

SEMANA	POSTURA	LARVA	PUPA	NECTAR	POLEN	VACIAS
1	3523	546	5248	15	608	15910
2	3031	703	5621	1220	1242	14869
3	2813	1044	5598	1403	1367	13979
4	1843	1750	9302	1797	1653	10030
5	1195	8575	8934	843	2994	5411
6	3667	1603	9434	630	3323	7722
7	88	7291	9553	500	3205	5819
8	2635	3694	8684	1246	2498	7693
9	590	5693	9233	590	2892	7290
10	815	3812	8975	1158	4408	6752
11	1711	4400	8748	1069	6091	7259
12	2050	3455	8590	2221	4101	9333
13	2695	2699	7790	1356	3051	12255
14	2064	2884	5557	1788	3372	14111
15	1458	8025	5363	1135	3371	11031
16	1498	2982	9041	5478	4508	7842
17	2023	3273	7442	3846	4536	11475
18	1964	3811	9379	2469	4218	10768
19	2262	4161	9513	2544	3883	11854
20	3008	4365	10792	2235	4145	7390
21	2480	6166	11080	2951	2877	5438
22	761	3508	10887	1908	3022	10678

El comportamiento de cada una de las variables estudiadas, analizado mediante un diseño completamente al azar mostró en todos los análisis de varianza significancia estadística ($P < 0.05$) procediéndose a efectuar la prueba de Tukey para la comparación múltiple de medias. En los cuadros 5 a 10 en la columna referente a las medias, literales distintas indican significancia ($P < 0.05$) estimada mediante el procedimiento de Tukey.

Cuadro 5. Estimadores estadísticos de la variable: Postura, literales distintas indican significancia ($P < 0.05$) mediante el procedimiento de Tukey.

<i>Colmenas</i>	<i>Semanas (n.)</i>	<i>Media</i>	<i>Desvest</i>	<i>CV (%)</i>
45	22	2864.4 a	1254.9	43.8
8	22	2512.6 ab	953.6	38.0
9	22	2007.9 b	949.1	47.3
61	22	1882.3 b	1129.4	60.0

Respecto a la postura en la cuatro colmenas estudiadas es evidente el mejor comportamiento de la reina de la colmena 45, superando en 12% a la colonia número 8, si bien tal diferencia no es estadísticamente significativa, no obstante esta colmena 45 supera en 25.5% a la media del conjunto b, formado por las colonias 8, 9, 61 ($P < 0.05$) por lo que esta variable puede ser un buen indicador del comportamiento productivo. Cabe señalar que la colmena 61, fue disminuyendo su postura y en la semana 9 ya no se detectaron huevos, lo que indica que probablemente la reina padeció alguna noxa y murió, observándose nuevamente postura en la semana 11, correspondiente a la reina nueva; por lo que se procedió a efectuar un análisis por separado para explicar el inicio de la dinámica poblacional con la presencia de la nueva reproductora; la comparación entre la reina vieja y la nueva se presentan en las gráficas 19 a 30 (Apéndice 7.0).

Cuadro 6. Estimadores estadísticos de la variable: Larva, literales distintas indican significancia ($P < 0.05$) mediante el procedimiento de Tukey.

<i>Colmena</i>	<i>Semanas (n.)</i>	<i>Media</i>	<i>Desvest</i>	<i>CV</i>
45	22	5967.6 a	2919.3	48.9
8	22	4969.9 ab	2406.8	48.4
9	22	3838.2 b	2212.7	57.6
61	22	3597.0 b	2192.2	60.9

Respecto a la cantidad de larvas observadas en las cuatro colmenas estudiadas es evidente el mejor comportamiento de la reina de la colmena 45, superando en 16.7% a la colonia número 8, si bien tal diferencia no es estadísticamente significativa; no obstante esta colmena 45 supera en 30.7% a la media del conjunto b, formado por las colonias 8, 9, 61 ($P < 0.05$).

Cuadro 7. Estimadores estadísticos de la variable: Pupa, literales distintas indican significancia ($P < 0.05$) mediante el procedimiento de Tukey.

<i>Colmenas</i>	<i>Semanas (n.)</i>	<i>Media</i>	<i>Desvest</i>	<i>CV</i>
45	22	13108.6 a	4018.8	30.7
8	22	10894.9 ab	2685.3	24.6
9	22	8398.4 b	1833.1	21.8
61	22	7635.0 bc	4274.8	56.0

Respecto a la cantidad de pupa observada en las cuatro colmenas estudiadas es evidente el mejor comportamiento de la reina de la colmena 45, superando en 16.9.7% a la colonia número 8, si bien tal diferencia no es estadísticamente significativa, no obstante esta colmena 45 supera en 31.5% a la media del conjunto b, formado por las colonias 8, 9, 61 ($P < 0.05$), también es de notar que la colmena 8 supera en 26.4% al promedio del conjunto formado por las colmenas 9 y 61; en esta variable se nota con más intensidad el detrimento poblacional que se observó en la colmena 61.

Cuadro 8. Estimadores estadísticos de la variable: Néctar, literales distintas indican significancia ($P < 0.05$) mediante el procedimiento de Tukey.

<i>Colmenas</i>	<i>Semanas (n.)</i>	<i>Media</i>	<i>Desvest</i>	<i>CV</i>
8	22	5344.4 a	1304.8	24.4
45	22	3835.0 b	1284.2	33.5
61	22	3278.1 b	1968.4	60.0
9	22	1745.5 c	1222.1	70.0

En cuanto al número de celdas de la cámara de cría ocupadas con néctar, la colmena 8 superó en 28.2% a la colmena 45, que en las otras variables postura, larva y pupa se manifestó con los valores más altos, sin embargo ello puede indicar que la colmena 45 optimizó mejor los bastidores de cría, dado que el néctar debe depositarse en las alzas para miel, lo mismo pudiera indicarse con respecto al comportamiento de la colmena 9.

Cuadro 9. Estimadores estadísticos de la variable: Polen, literales distintas indican significancia ($P < 0.05$) mediante el procedimiento de Tukey.

<i>Colmenas</i>	<i>Semanas (n.)</i>	<i>Media</i>	<i>Desvest</i>	<i>CV</i>
61	22	5209.7 a	2005.8	38.5
8	22	3650.9 b	2227.2	61.0
9	22	3243.9 b	1265.8	39.0
45	22	2602.7 b	1681.5	64.6

Respecto al número de celdas ocupadas con polen, la colmena 61 superó en 39.2 % al promedio del conjunto formado por las colonias 8, 9 y 45; es de notar que el acopio de mayor cantidad de polen en esta colonia puede ser atribuido a sus necesidades para alimentar a una nueva población.

Cuadro 10. Estimadores estadísticos de la variable: Celdas Vacías, literales distintas indican significancia ($P < 0.05$) mediante el procedimiento de Tukey.

<i>Colmenas</i>	<i>Semanas (n.)</i>	<i>Media</i>	<i>Desvest</i>	<i>CV</i>
61	22	14619.2 a	4078.5	27.9
45	22	13027.5 ab	4765.7	36.6
8	22	11758.2 ab	5964.4	50.7
9	22	9768.6 b	3163.7	32.4

Observando el número de celdas vacías, el promedio del conjunto a, formado por las colmenas 61, 45 y 8 supera en 45.3% al promedio del conjunto b formado por las colmenas 45, 8 y 9, siendo este conjunto el que mejor utilizó los bastidores de cría.

La cuantificación del desarrollo del huevo, larva y pupa en cuatro poblaciones de Apis mellifera. Mostró que la postura presentó coeficientes de variación del 38% al 60% con el promedio más alto de 2,864 celdas con huevo; las celdas con larva dan un coeficiente de variación de 48% a 61% con el promedio mayor de 5,968 celdas; la pupa varió entre 22% y 56% con el promedio más alto de 13,109 celdas.

La comparación del crecimiento poblacional de Apis mellifera en las cuatro colonias estudiadas respecto a los cambios semanales observados en las variables estudiadas, mostró diferencias significativas entre colmenas.

El porcentaje de alimento acumulado durante el periodo de primavera - verano varió entre 39% y 65% en el caso de las celdas con polen, cuantificándose 5,210 celdas como promedio mayor; en el caso de las celdas con néctar, se observó una variación entre 24% y 70% con el promedio mayor de 5,344 celdas.

Es importante destacar que el manejo brusco y el trabajarlas bajo condiciones climáticas poco favorables, no afectaron la dinámica poblacional de las colmenas, por el contrario las colonias tuvieron un buen comportamiento reproductivo ya que al finalizar el trabajo de investigación se observó un buen desarrollo poblacional que se ve reflejado en el aumento del número de bastidores con cría, habiendo iniciado con 3 bastidores de cría y uno de

alimento en todas las colmenas estudiadas. En el cuadro 11, se anota el número de bastidores con cría con los cuales terminó el estudio.

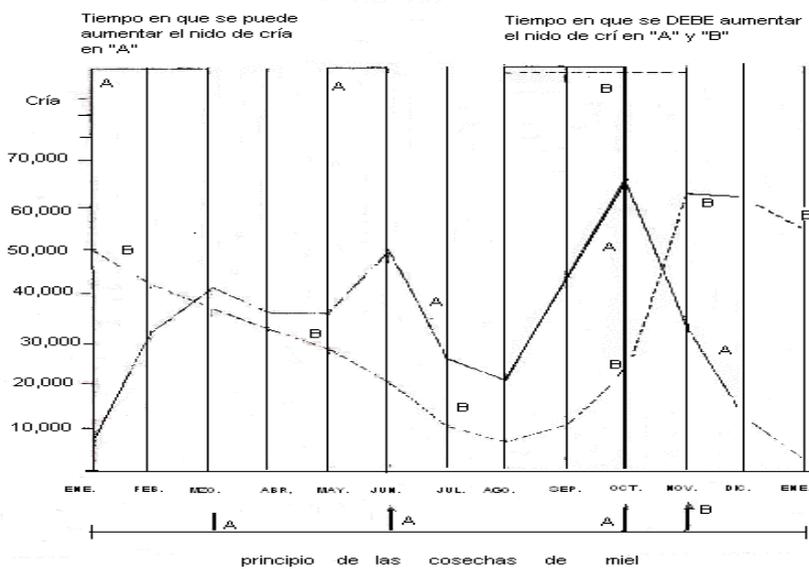
Cuadro 11. Bastidores con cría con los cuales terminó el estudio.

Colmena	Bastidores con cría
45	9
8	9
9	5
61	7

Respecto a los estudios de dinámica poblacional en Apis mellifera efectuados en México se puede consultar a Delgado (1984) quien estudió 4 zonas en el Valle de Uxpanapa en el SE. del Estado de Veracruz, evaluando 4 colonias en cada una; cuantificó: huevos, larvas, pupas y adultos observando correlación significativa entre cada uno de esos estadios y el polen sin embargo sus resultados no son comparables con este estudio dado que utilizó una metodología distinta. Cabe destacar que en la búsqueda bibliográfica no se encontraron trabajos relativos al tema, aunque Wulfrat y Speck (1955) señalan que el crecimiento de nido de cría y su reducción en modo alguno está relacionado directamente con las reservas de miel que las obreras tienen a su disposición en las alzas o en la cámara de cría. Al principio de la cosecha los cajones están muy llenos de cría y casi no tienen reservas de miel y polen mientras que cuando se llenan disminuye la cantidad de cría. El cambio del nido de cría es provocado por un instinto de las abejas que les indica con que cantidad de néctar en las plantas pueden contar en las próximas semanas y esto ajusta la alimentación de la reina, la preparación de celdas para la postura y con esto la cantidad de cría. Los citados autores presentan un diagrama que demuestra el aumento del nido de cría en los diferentes meses del año comparando dos colmenas (Fig.18). Otro ejemplo de esto se observa en las

gráficas presentadas por Salvachúa (1997) y Ravazzi (2000), donde el primero marca que la mayor producción de miel se da entre los meses de marzo a septiembre, coincidiendo con Ravazzi (2000) quien muestra que el incremento en el número de la cría está correlacionado con la producción de miel. (Fig. 8).

Fig. 18. Aumento del nido de cría en los diferentes meses del año.



Wolfrath, 1955.

5.0 CONCLUSIONES

Durante las 22 semanas de estudio fue posible observar que el crecimiento poblacional en Apis mellifera se vio influenciado por el acopio de néctar y polen lo que se reflejó en el aumento de bastidores con cría.

Se observó la dinámica poblacional de Apis mellifera en cuatro colmenas del apiario de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, la cual fue posible explicar mediante un polinomio del 5º grado en las variables: huevo, larva, pupa, néctar, polen y celdas vacías.

Finalmente habría que señalar que cada población tiene una dinámica poblacional diferente, aunque en algunos casos sea similar, por ejemplo es factible explicar la curva de evolución mediante un polinomio del 5º grado.

La observación de la dinámica poblacional que se efectuó en esta investigación fue lenta y laboriosa, tardando 30 minutos en la toma de fotografías de cada colmena lo que implicó un manejo excesivo en la población con el peligro que ello repercutiera en un enfriamiento de la cría y por ende en una observación sesgada, por este motivo, sólo fue posible estudiar el comportamiento de cuatro colonias; no obstante el apicultor tiene que conocer este crecimiento y descenso orgánico del nido de cría para saber cuando puede estimular a la colonia para incrementar mediante un adecuado manejo zootécnico la población de abejas y así obtener una mejor cosecha.

6.0 BIBLIOGRAFIA

1. Bartolini, C ,A. 1999. Cría rentable de las abejas. Ed. De vicchi Barcelona, España.
2. Bailey, L. 1984. Patología de las abejas. Ed. Acribia, España.
3. Benedetti, L. y Pieralli, L. 1990. Apicultura, Ed. Omega, España.
4. Buxade, C. 1997. Zootecnia. Bases de la producción Animal. Ed. Mundi Prensa. España. Tomo XIII, producciones Cinegéticas, Apícolas y Otras.
5. Carmona, M. M.A; Rubio, T.C; Lemus, F.C. 2002. Curso Taller Estadista aplicada ala Investigación. Programa Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. Facultad de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit.
6. Carreño, V. M. 1996. Diccionario de términos ecológicos, Ed. Paraninfo, Madrid, España.
7. Dajoz, R. 1979. Tratado de ecología. Ed. Mundi Prensa, España.
8. Delgado, R. M. 1984. Apicultura y Dinámica de poblaciones de Apis mellifera en una zona tropical húmeda. México.
9. Fernández, G. R. 1968. Metología de la Investigación. Ed. Trillas, México.
10. Frisch, K. V. 1994. La vida de las abejas. Ed. RBA coleccionables, España.
11. García, E. 1968. Modificaciones al Sistema Climático de Köpen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Ed. UNAM. México.
12. Hernández, P. E. 1924. Las pinturas prehistóricas de las cuevas de Araña (Valencia). Mem Com.invest.Paleont., Madrid. n°. 34.
13. Persano, A. L.1987 Apicultura práctica, Ed. Hemisferio sur S. A., Argentina
14. Philippe, J. M. 1990. Guía del Apicultor. Ed. Mundi-Prensa. Madrid
15. Prost, J. P. 2001. Apicultura. Ed. Mundi-Prensa, España
16. Ravazzi, G. 2000 Curso de apicultura, Ed. De vicchi, Barcelona, España.
17. Ritter, W. 2001 Enfermedades de las abejas, Ed. Acribia, España.
18. Rojas, S. R. 1981. El Proceso de la Investigación Científica. Ed. Trillas, México.
19. Salvachúa, J. C. 1997. Bases de la Producción animal. Tomo XII. Producciones Cinegeticas, apicolas y otras. Coordinador y director C. Buxadé Carbó. Ed. Mundi-prensa. Madrid.
20. Santiago, R. O. 1976 Elementos de ecología, Ed Hemisferio sur, Argentina.

21. Saruhkan, K, J. 1987. Introducción a la ecología de poblaciones. Ed. Continental, México.
22. Sepúlveda G, J. M. 1980. Apicultura. Ed. Aedos, España.
23. Silvernade, M. N. 1976. Zoología. Ed. Continental. S:A México.
24. Statistica. Versión 6, Copyright©statsoft, Inc. 19842001.
25. Terradas, J. 1992. Ecología hoy. Ed. Teide, Barcelona, España.
26. Wolfrath, A. y Speck, J. 1955. Enciclopedia apícola. Miel carlota, Ediciones Mexicanas, México. Tomo 1.

Cibergrafía:

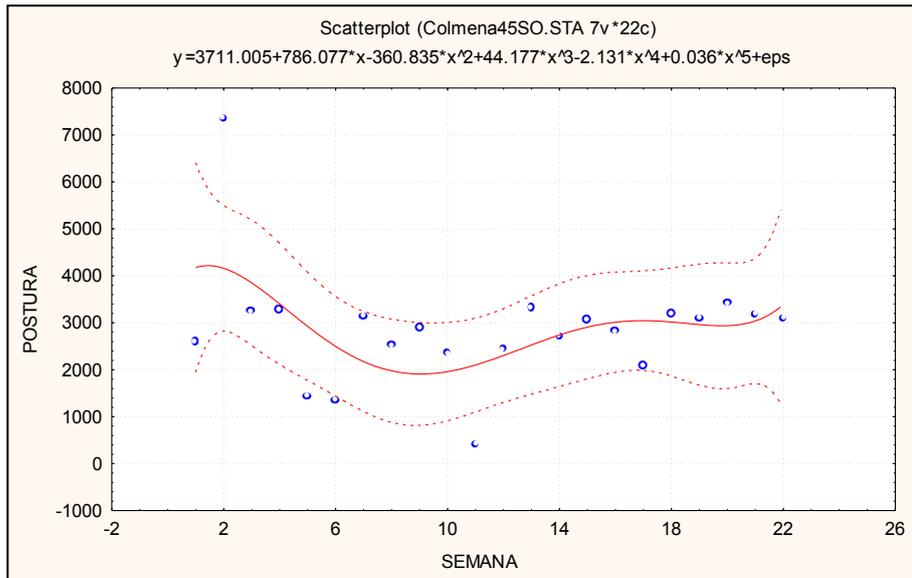
1. Calatayud, Fernando, Historia de la apicultura: evolución y conceptos básicos, (Internet). Disponible desde: <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/historia/historia%20de%20la%20apicultura.rtf> (Acceso 03 de febrero 2006)
2. Carmona M. M.A.; Salinas RJC.; Palacios Ch R. Recursos Genéticos en la Flora de la F.E.S. Cuautitlán determinados a través del análisis polínico de la miel de Apis mellifera. Ciencia, Biodiversidad y Tecnología Agropecuaria. (Internet) Disponible desde: <http://www.congresocbta.unam.mx/PA02.htm> (Acceso Abril 2006)
3. INEGI. 2007 disponible desde www.inegi.gob.mx. (Acceso febrero 2007)
4. La Esencia de la apicultura, Disponible desde: http://www.beekeeping.com/articulos/pequena_apicultura/esencia_apicultura.htm (Acceso abril de 2006)
5. Portal Apícola, (mayo 2003), Anatomía de la Abeja Melífera I, (Internet) Disponible desde: www.apicultura.entupc.com (Acceso marzo 2006).
6. Revista apícola El colmenar digital, Curso de apicultura, Capítulo V: Colmenares a través de la historia (I), (Internet). Disponible desde: <http://www.elcolmenar.org/curso.html> (Acceso enero del 2006)
7. Decoding the language of the bee. PDF 127 Kb. Karl Von Frisch. Nobel Lecture, December 12, 1973. Disponible desde: http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/conducta/133_frisch-lecture.pdf

8. Enciclopedia de los municipios de México. 2001 disponible desde:
<http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC> Lo encontraste

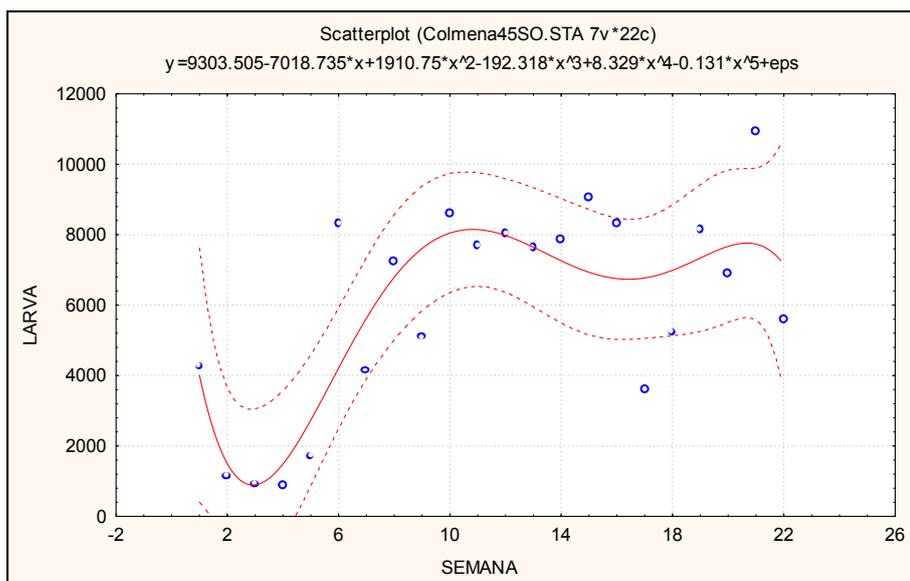
7.0 APENDICE

Las gráficas de la regresión polinomial para cada variable así como los valores del polinomio utilizado se presenta en las graficas 1 a 36

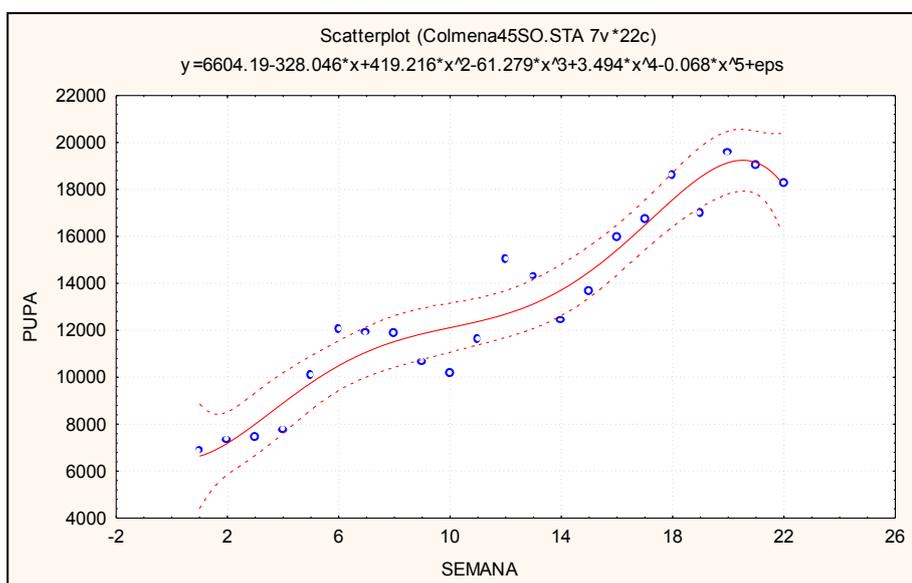
Gráfica 1. Evolución de la postura observada en la colmena 45 durante 22 semanas



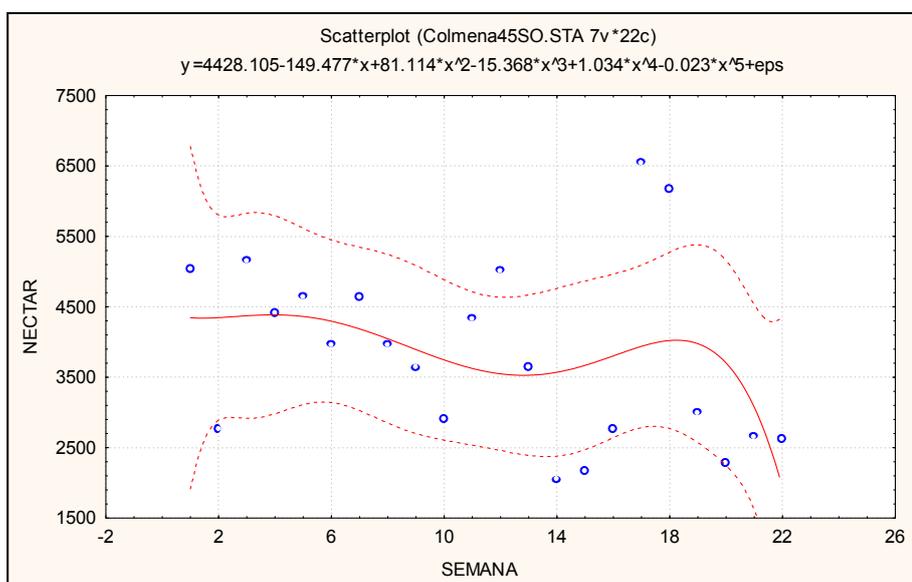
Gráfica 2. Evolución de larva observada en la colmena 45 durante 22 semanas



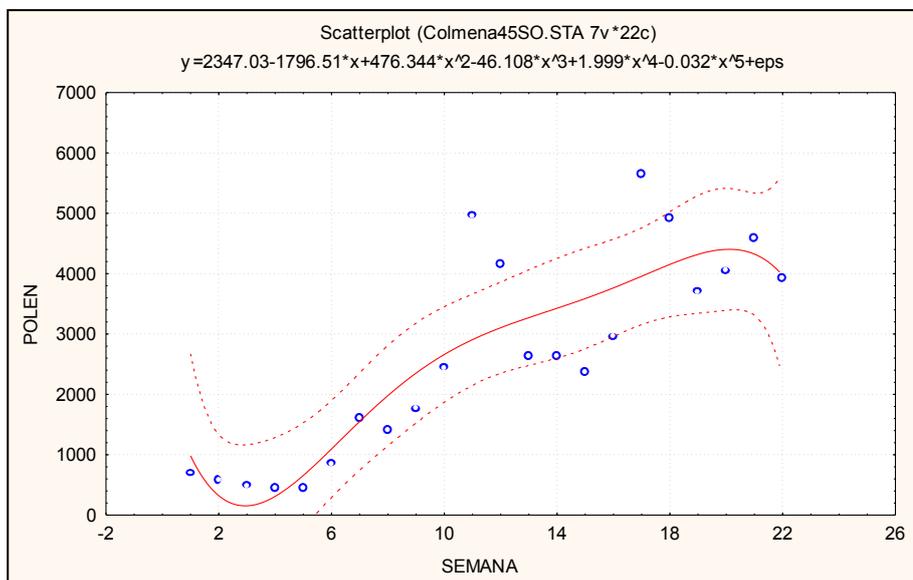
Gráfica 3. Evolución de la pupa observada en la colmena 45 durante 22 semanas



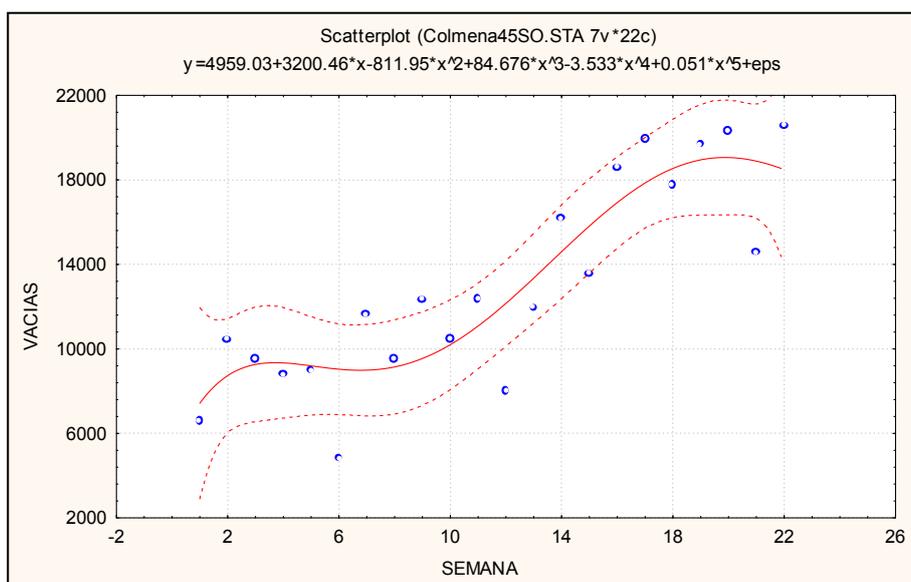
Gráfica 4. Evolución de néctar observada en la colmena 45 durante 22 semanas



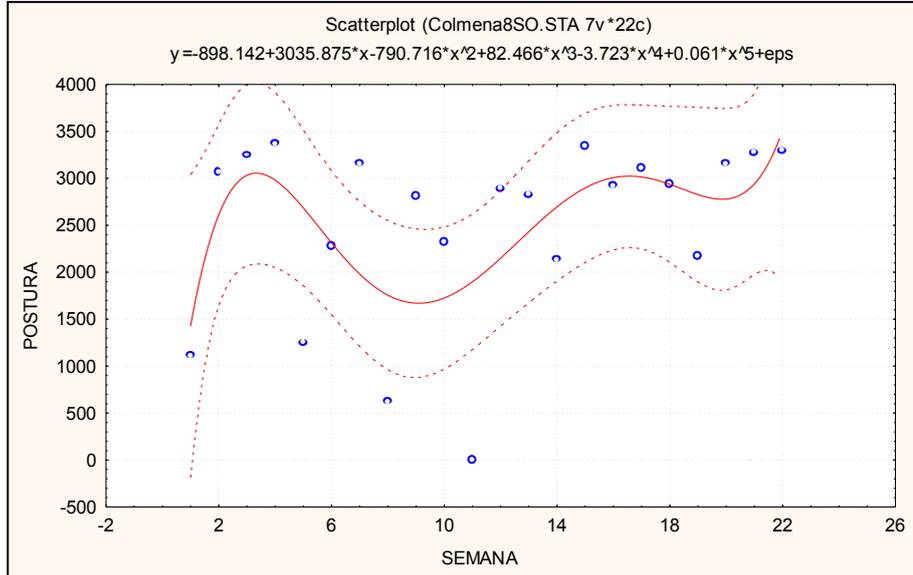
Gráfica 5. Evolución de polen observada en la colmena 45 durante 22 semanas



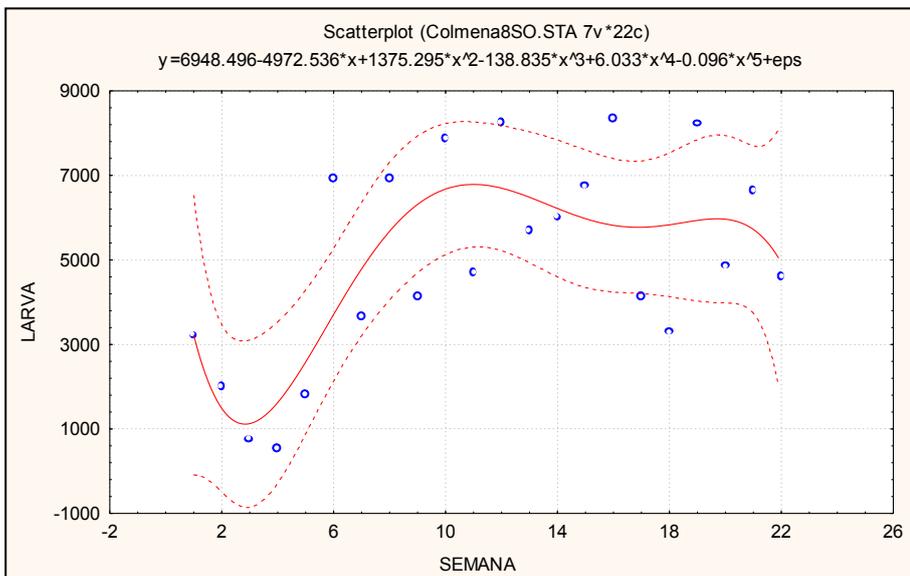
Gráfica 6. Evolución de celdas vacías observada en la colmena 45 durante 22 semanas



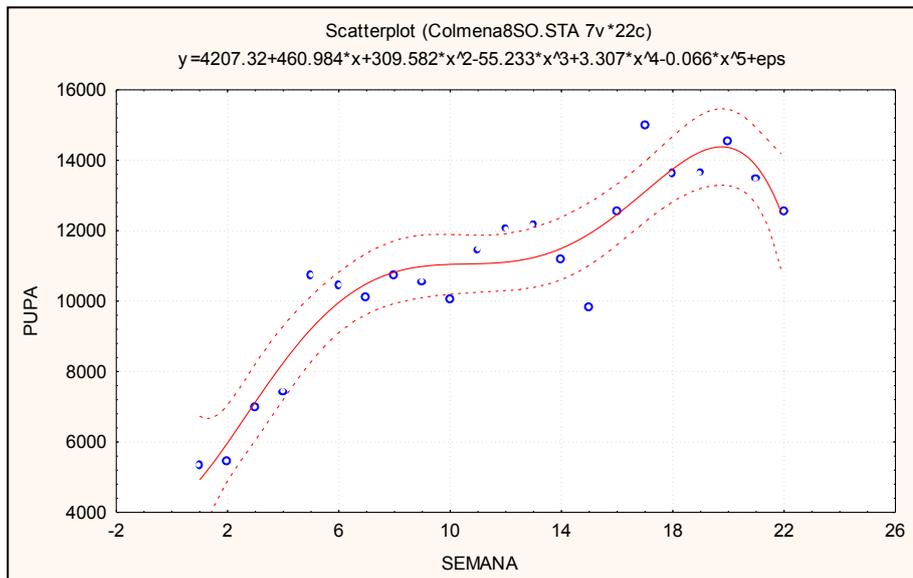
Gráfica 7. Evolución de la postura observada en la colmena 8 durante 22 semanas



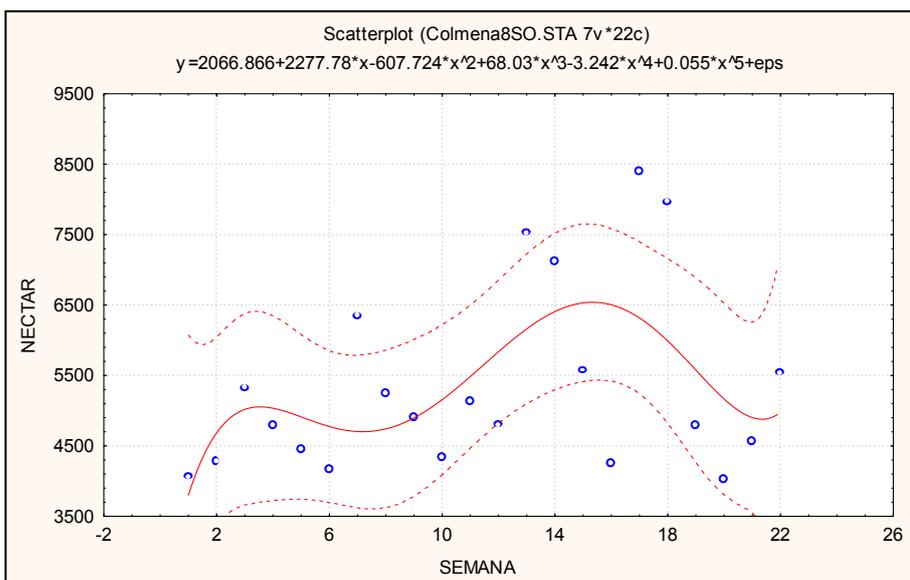
Gráfica 8. Evolución de larva observada en la colmena 8 durante 22 semanas



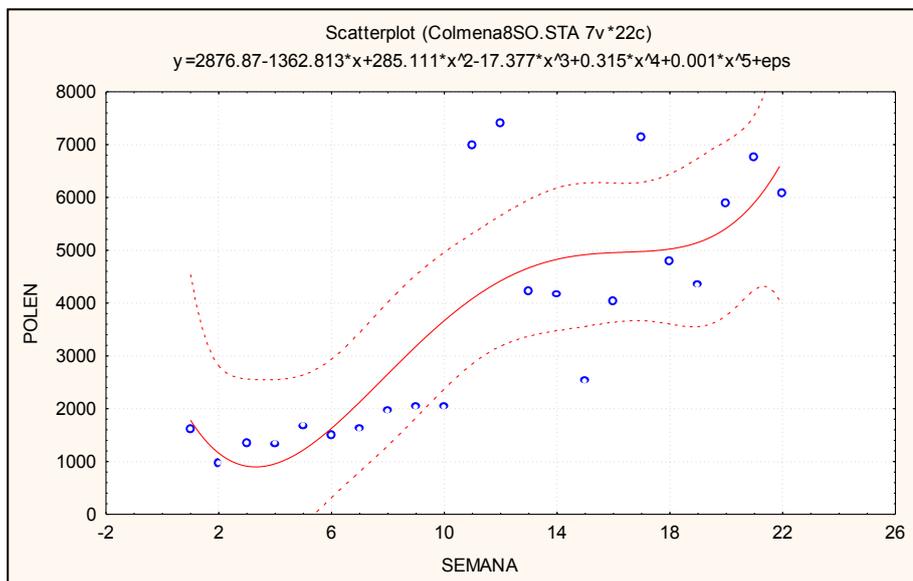
Gráfica 9. Evolución de la pupa observada en la colmena 8 durante 22 semanas



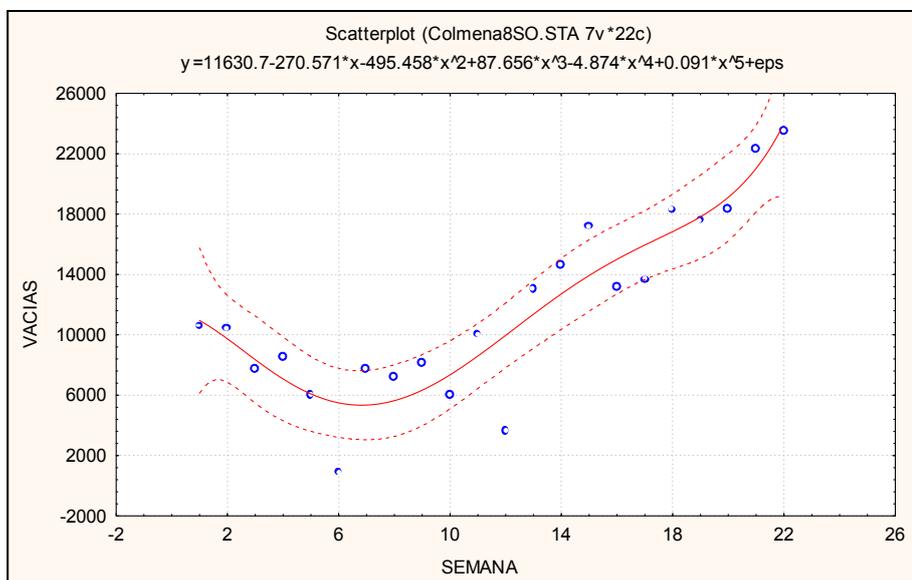
Gráfica 10. Evolución de néctar observada en la colmena 8 durante 22 semanas



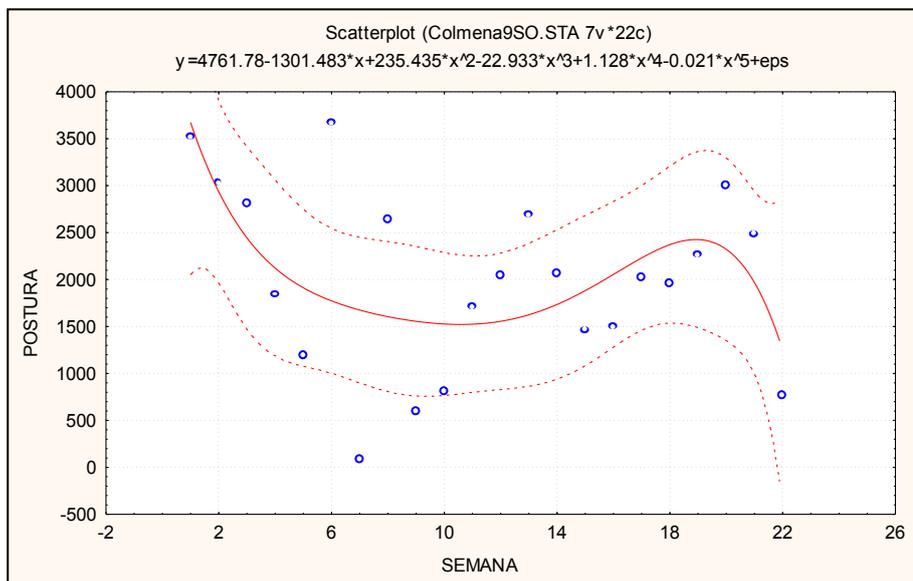
Gráfica 11. Evolución de polen observada en la colmena 8 durante 22 semanas



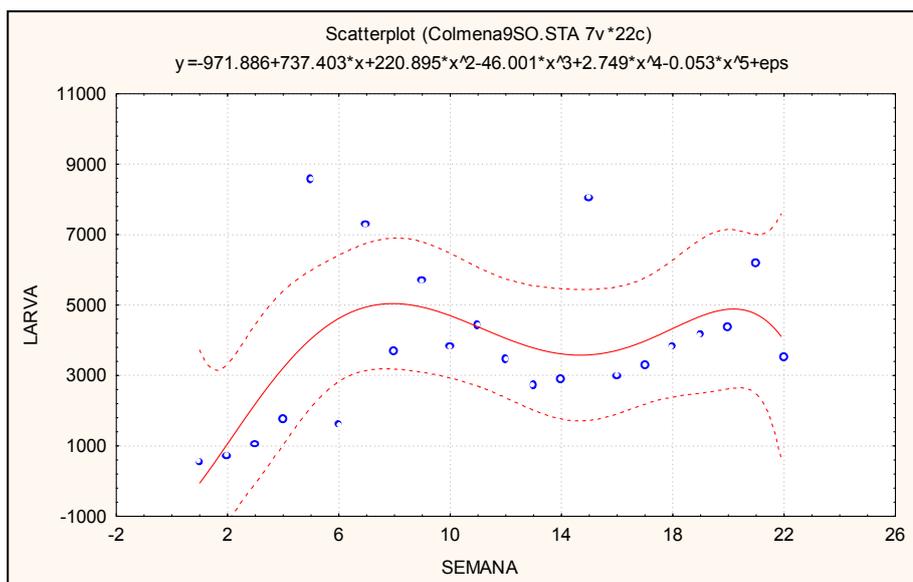
Gráfica 12. Evolución de celdas vacías observada en la colmena 8 durante 22 semanas



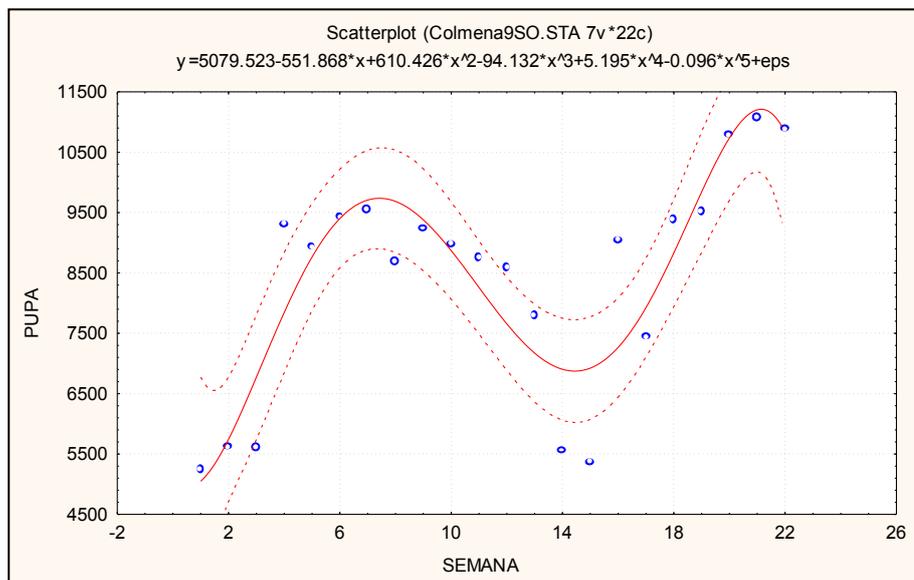
Gráfica 13. Evolución de la postura observada en la colmena 9 durante 22 semanas



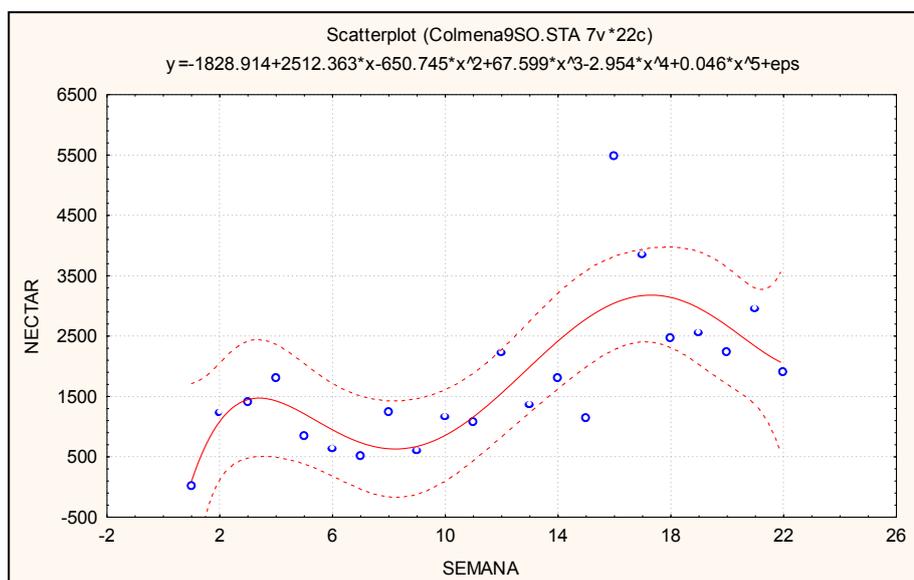
Gráfica 14. Evolución de larva observada en la colmena 9 durante 22 semanas



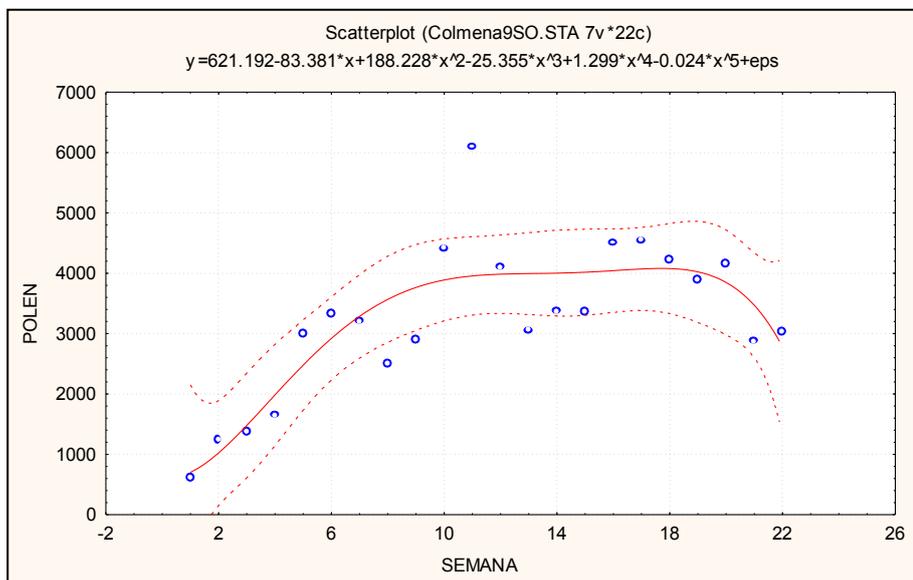
Gráfica 15. Evolución de la pupa observada en la colmena 9 durante 22 semanas



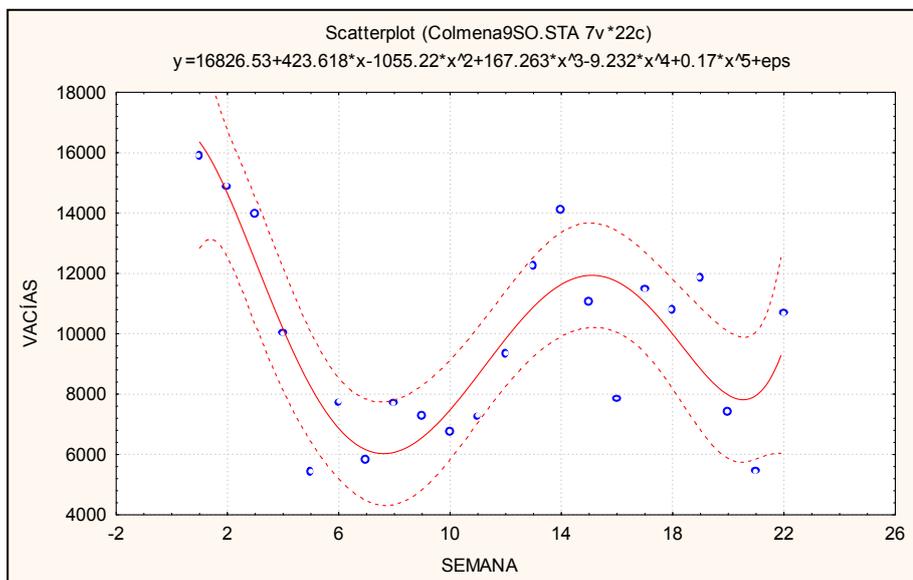
Gráfica 16. Evolución de néctar observada en la colmena 9 durante 22 semanas



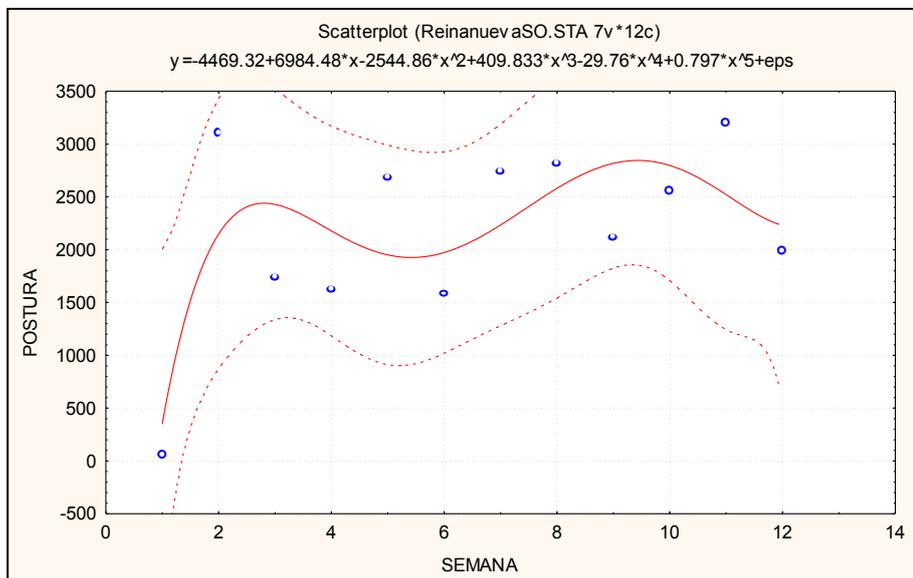
Gráfica 17. Evolución de polen observada en la colmena 9 durante 22 semanas



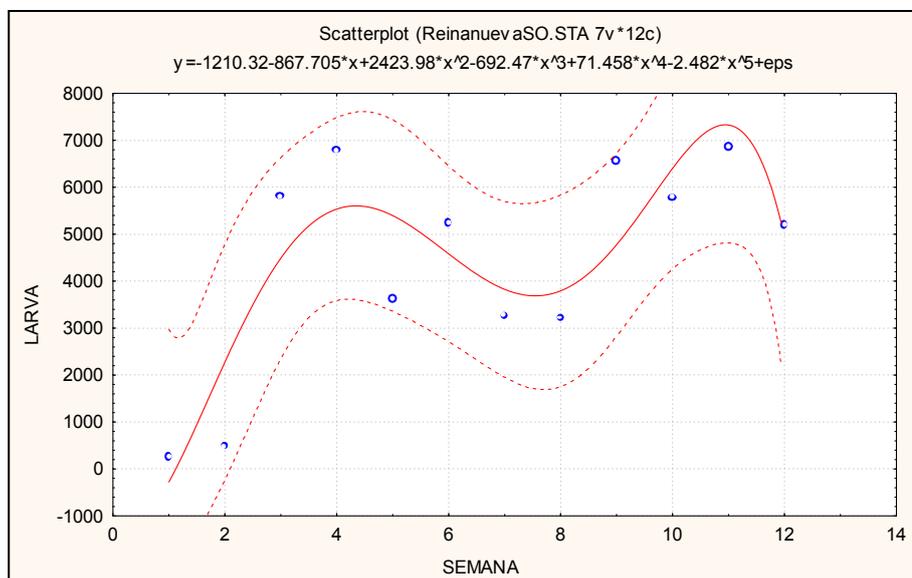
Gráfica 18. Evolución de celdas vacías observada en la colmena 9 durante 22 semanas



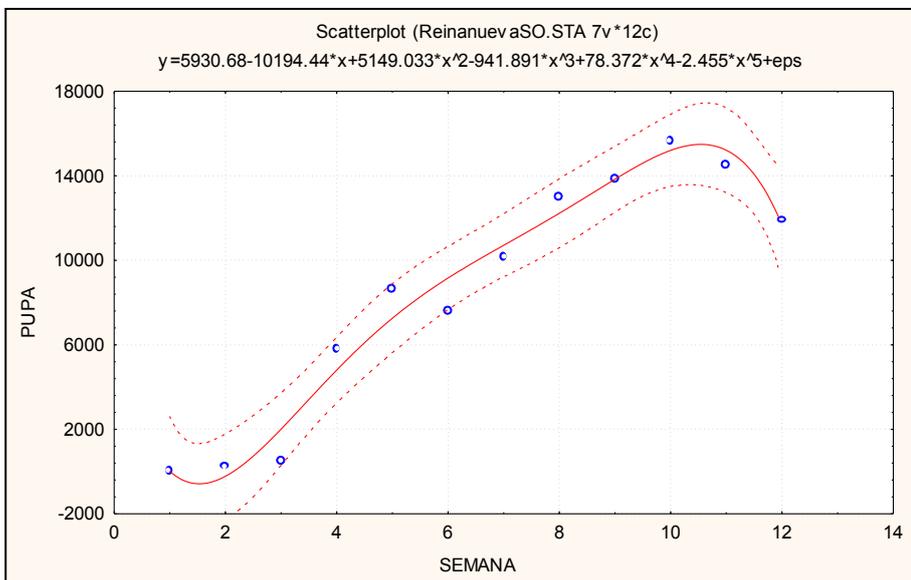
Gráfica 19. Evolución de la postura reina nueva observada en la colmena 61 durante 22 semanas



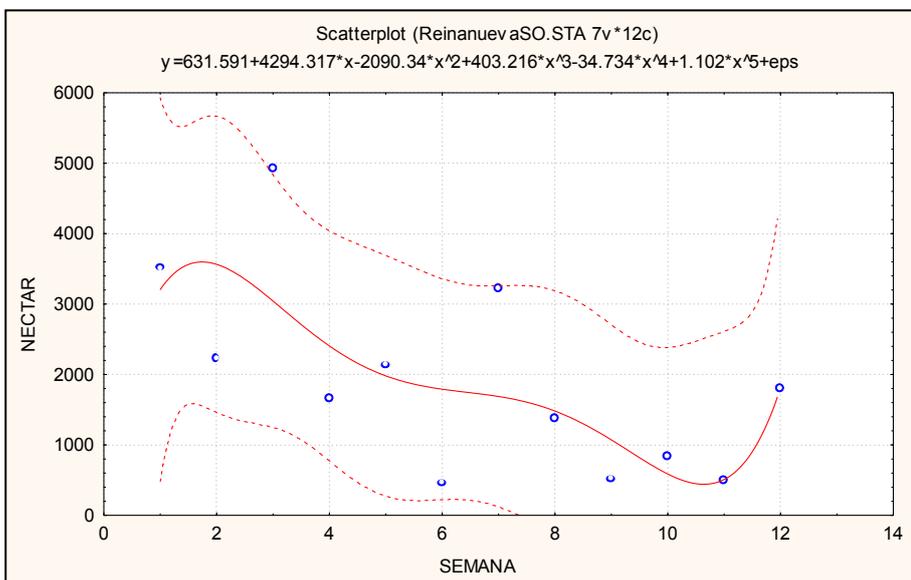
Gráfica 20. Evolución de larva reina nueva observada en la colmena 61 durante 22 semanas



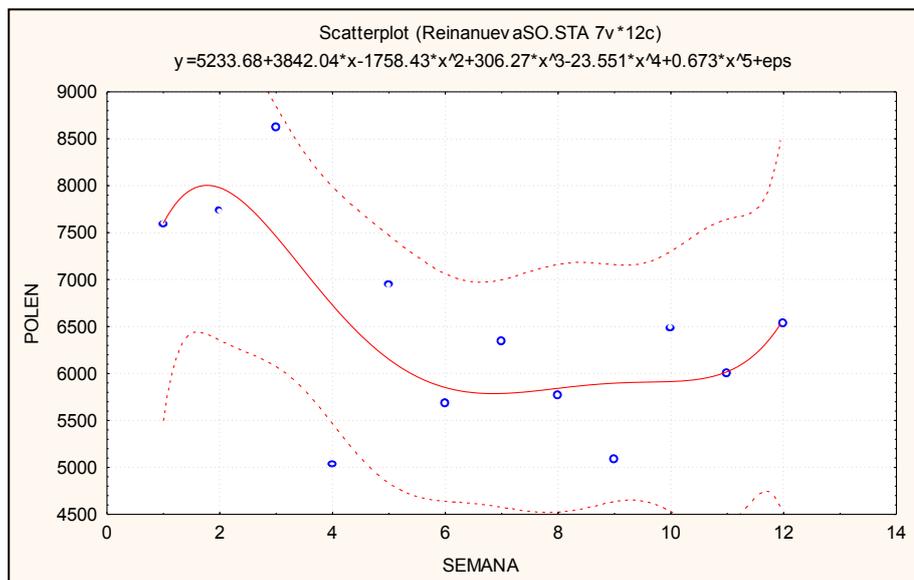
Gráfica 21. Evolución de la pupa reina nueva observada en la colmena 61 durante 22 semanas



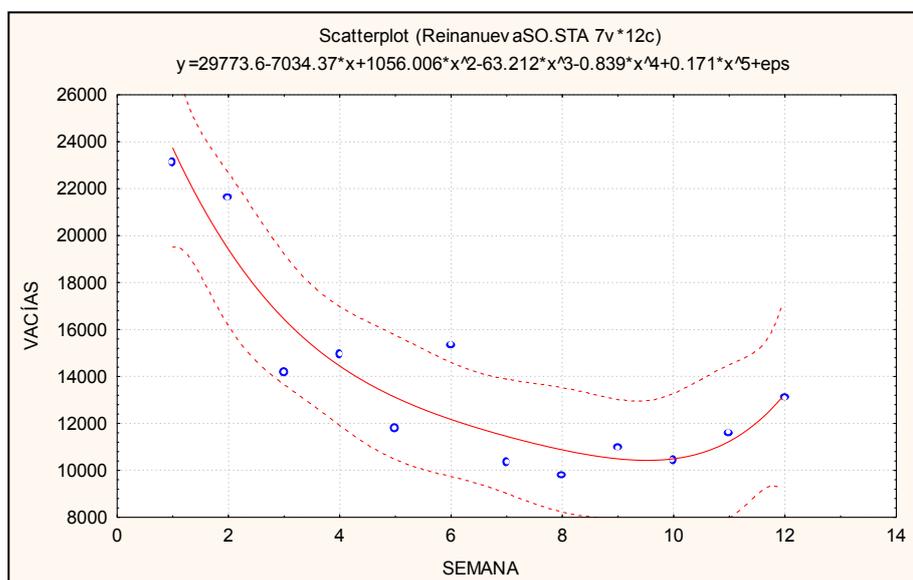
Gráfica 22. Evolución de néctar reina nueva observada en la colmena 61 durante 22 semanas



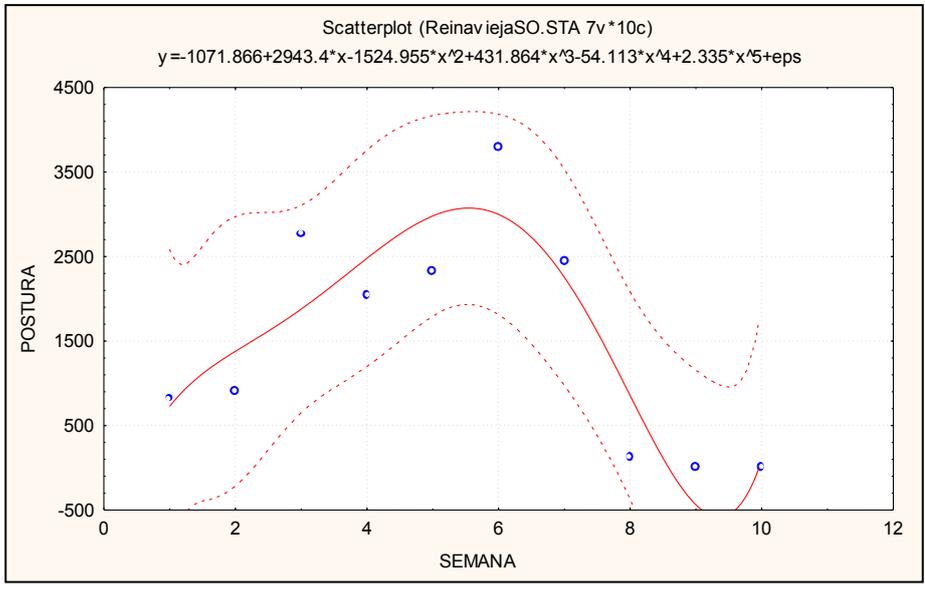
Gráfica 23. Evolución de polen reina nueva observada en la colmena 61 durante 22 semanas



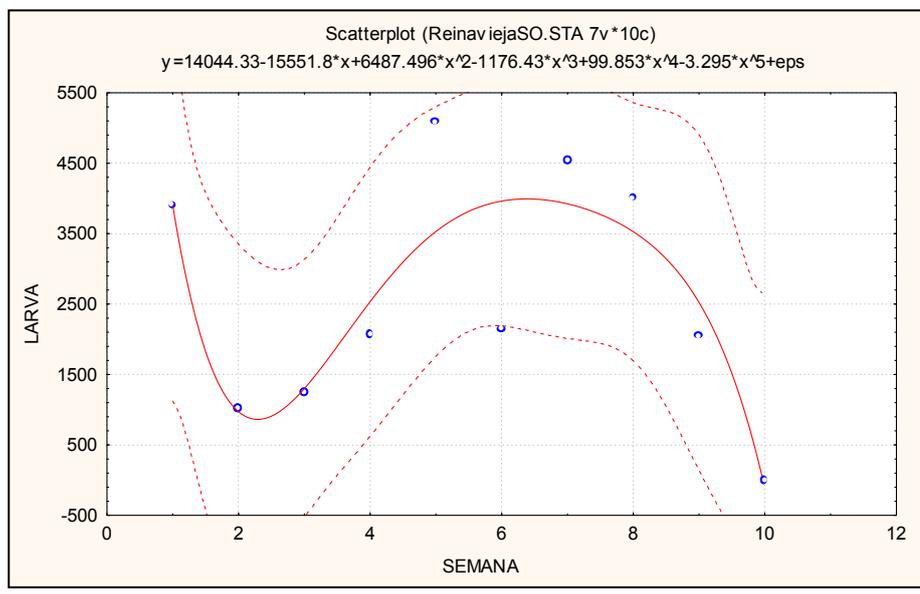
Gráfica 24. Evolución de celdas vacías reina nueva observada en la colmena 61 durante 22 semanas



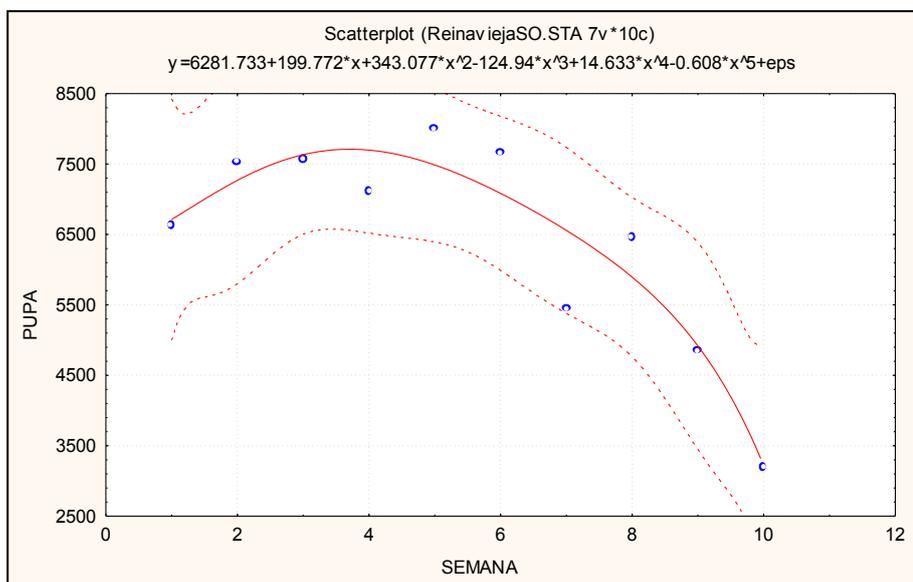
Gráfica 25. Evolución de la postura reina vieja observada en la colmena 61 durante 22 semanas



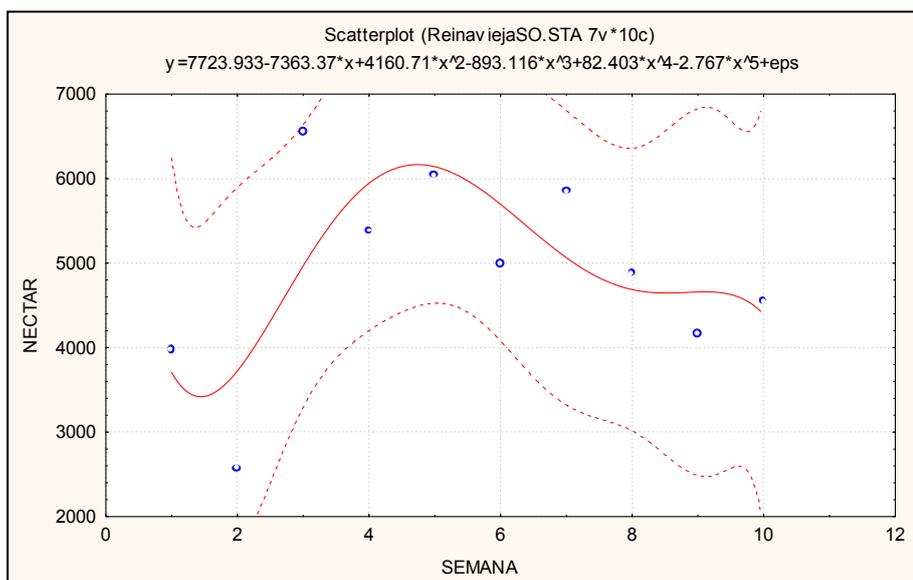
Gráfica 26. Evolución de larva reina vieja observada en la colmena 61 durante 22 semanas



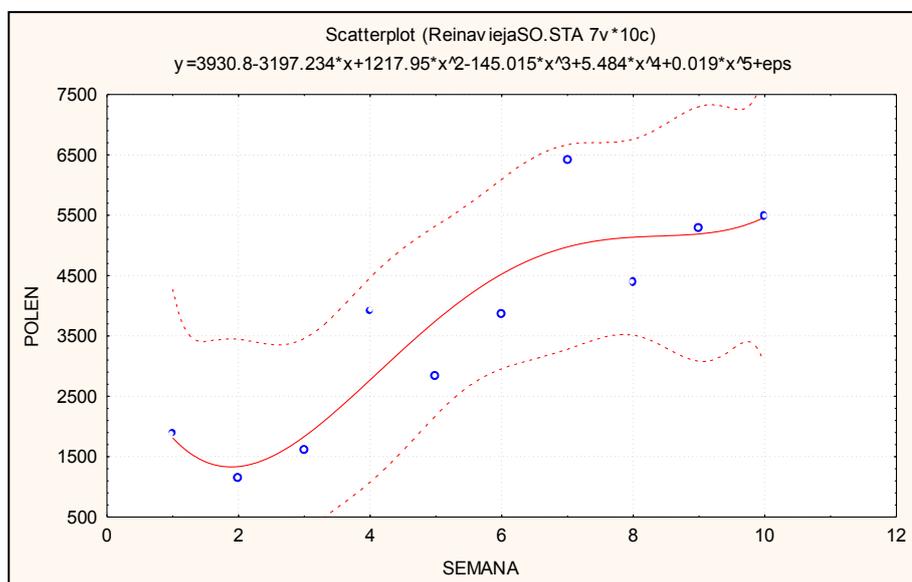
Gráfica 27. Evolución de pupa reina vieja observada en la colmena 61 durante 22 semanas



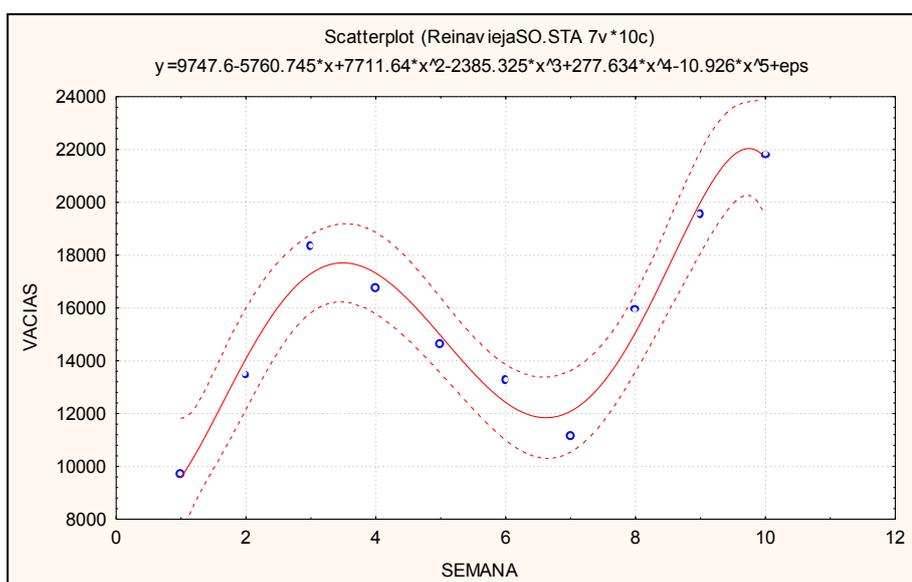
Gráfica 28. Evolución de néctar reina vieja observada en la colmena 61 durante 22 semanas



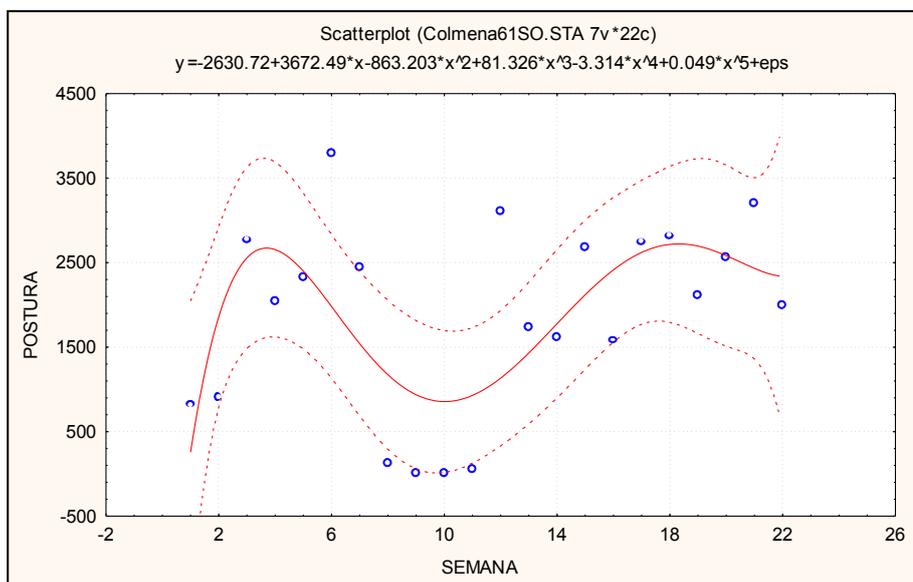
Gráfica 29. Evolución de polen reina vieja observada en la colmena 61 durante 22 semanas



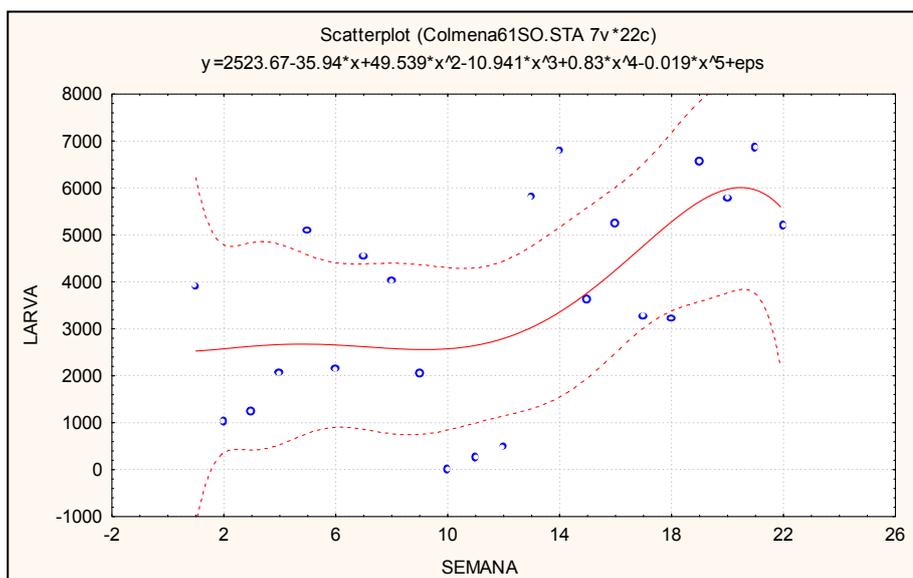
Gráfica 30. Evolución de la postura, reina vieja observada en la colmena 61 durante 22 semanas



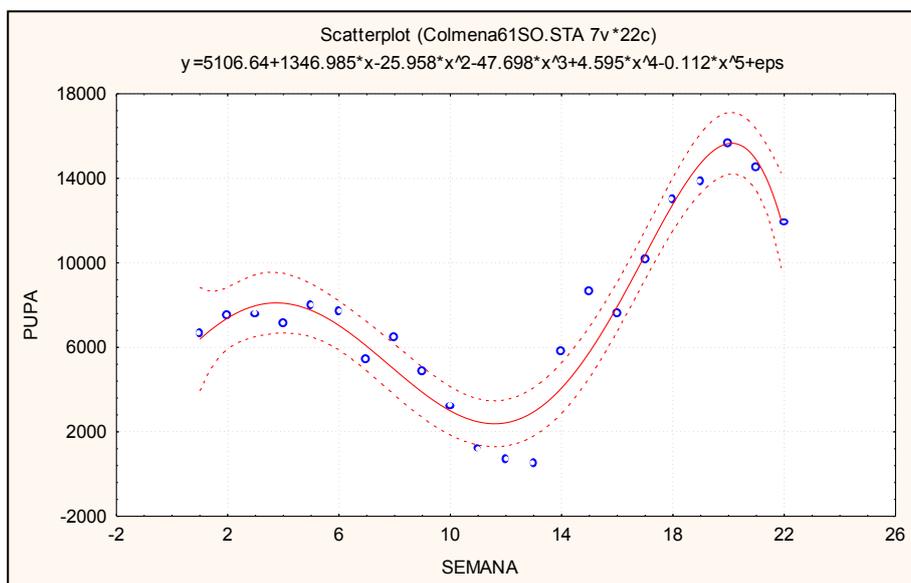
Gráfica 31. Evolución de la postura observada en la colmena 61 durante 22 semanas



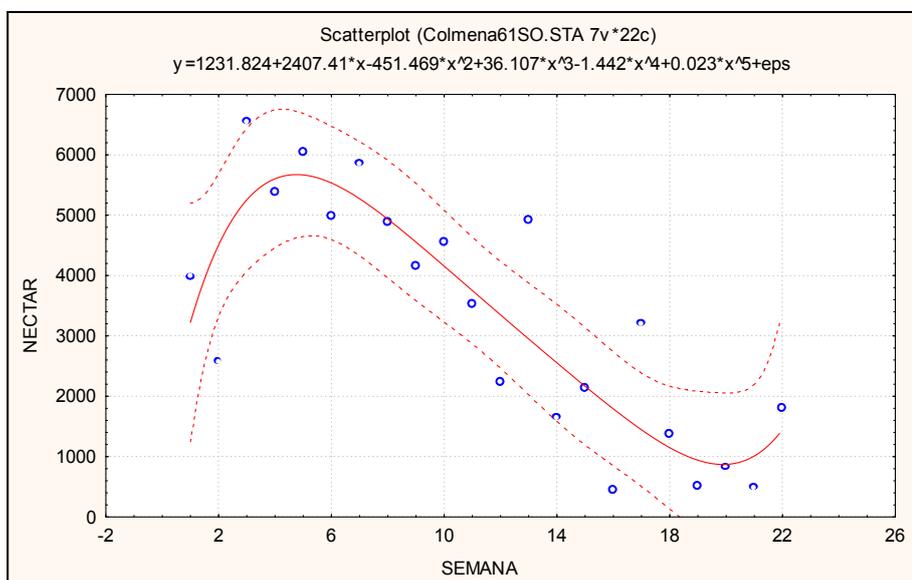
Gráfica 32. Evolución de larva observada en la colmena 61 durante 22 semanas



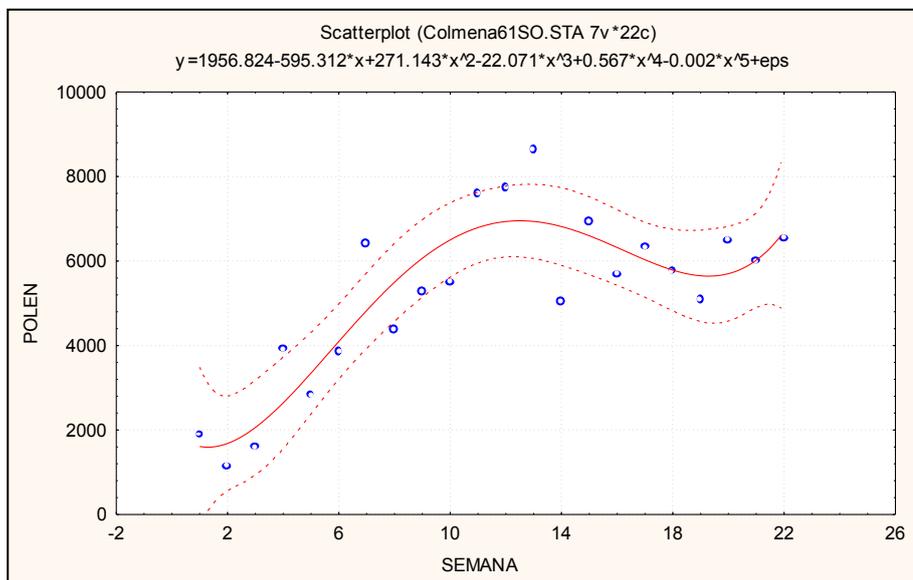
Grafica 33. Evolución de la pupa observada en la colmena 61 durante 22 semanas



Gráfica 34. Evolución de néctar observada en la colmena 61 durante 22 semanas



Gráfica 35. Evolución de polen observada en la colmena 61 durante 22 semanas



Gráfica 36. Evolución de celdas vacías observada en la colmena 61 durante 22 semanas

