

1
de 3



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO
BIOECOETOLOGICO
DEL GUSANO BLANCO DE MAGUEY

Aegiale (Acentrocne) hesperiaris K.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

DIVISION DE ESTUDIOS PROGRESIVOS
Arturo Aguilar Rosas

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

México, D.F.

1995

FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO BIOECOTOLOGICO
DEL GUSANO BLANCO DE MAGUEY
Aegiale (Acentrocneme) hesperiaris K.

realizado por Arturo Aguilar Rosas

con número de cuenta 8122433-7 , pasante de la carrera de Biología.

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario DRA. JULIETA RAMOS-ELORDUY BLASQUEZ.

Propietario M. en C. JOSE MANUEL PINO MORENO.

Propietario DRA. NORA ELIZABETH GALINDO MIRANDA.

Suplente M. en C. MARIA DE LOURDES ZUNIGA TELLEZ.

Suplente BIOL. JUAN MARQUEZ LUNA.

Elorduy

Pinom

Miranda

Maria Zuniga Tellez

Marquez Luna

Consejo Departamental de Biología

[Firma]

18 de Julio de 1984

D E D I C A T O R I A S

A mi esposa :
Edith Pérez Maldonado.

Por ser una gran mujer a la que debo en gran medida la realización de este trabajo, y sobre todo por el apoyo y comprensión brindados desde el momento en que unió su vida a la mía.

A mi pequeño hijo:
Mauricio Aguilar
Pérez.

Porque con su alegría y cariño ha llenado de calor nuestro hogar, consolidando cada vez más la unión familiar.

A mis padres :
Mercedes Rosas García y
Luis Pedro Aguilar Pérez.

Porque lo que soy, lo que tengo y lo que he logrado se lo debo a ellos.

A mi hermano :
José Luis Aguilar R.

Por los inolvidables momentos que hemos compartido juntos, y el gran apoyo incondicional brindado.

A G R A D E C I M I E N T O S

A la Comisión Dictaminadora de esta Tesis:

Dra. Julieta Ramos-Elorduy Blásquez.
Directora de Tesis

 Mi más sincero agradecimiento por el apoyo incondicional que siempre me brindo en las diferentes etapas de mi preparación profesional, como estudiante, ayudante, colaborador y amigo.

 He de resaltar que su valiosa experiencia en el campo de la Biología y su sabia manera de inducir a aquellos, que como en mi caso, nos acercamos a tan valiosa académica, con un amplio reconocimiento tanto nacional como internacional, encontramos en sus enseñanzas la pauta a seguir en nuestros caminos del quehacer cognositivo.

 Lo anterior, así como la magnífica dirección del presente trabajo, contribuyó de manera definitiva a elevar la calidad de esta tesis, ya que una vez más mostró los pasos a seguir rumbo a la calidad total y a la excelencia que todo buen estudiante ha de profesar en su vida profesional como un ejemplo de las raíces académicas que nos brinda la Universidad Nacional Autónoma de México a través de sus profesores, Universidad a la que orgullosamente pertenezco.

 En el sentido humano, vaya mi reconocimiento total y absoluto a una persona con amplios valores humanos como lo son su sinceridad, franqueza, sencillez, honradez y amistad por citar sólo algunos de ellos. Es así, que el estudiante encuentra la confianza necesaria para realizar sus iniciativas y probar su creatividad, obviamente con las bases científicas que nos son otorgadas a través de la Dra. Ramos-Elorduy y que con dicha confianza hace parecer todo más fácil ya que es inmejorable su trato como persona y amiga.

 No me resta más que decirle, Dra. Julieta Ramos-Elorduy Blásquez
MUCHAS GRACIAS!!.

M. en C. José Manuel Pino Moreno.

Por su valiosa enseñanza en aquellos recobecos que a veces olvidamos, la organización tanto de trabajo como de ideas, lo que permitió que mi trabajo contara con una estructura adecuada de ponencia, resaltando las ideas principales que aunque pequeñas no deben pasar inadvertidas.

Como amigo me reitero como su seguro servidor, ya que mediante el vínculo de amistad es como ha logrado transmitirme el mensaje de sus consejos y la mano del apoyo sincero.

Dra. Nora Elizabeth Galindo Miranda.

En agradecimiento a su capacidad analítica y de abstracción que, conjuntamente con el apoyo de los demás miembros de la Comisión Dictaminadora, logró resaltar con claridad los resultados obtenidos en este trabajo, colaboración que aprecio y de la cual, me llevo sus enseñanzas para ser cultivadas en mi vida profesional.

**M. en C. María Lourdes Zúñiga Téllez.
Biol. Juan Márquez Luna.**

Para ambos mi más sincero agradecimiento por la objetividad de sus comentarios, el tiempo dedicado a la revisión del presente trabajo, por su actitud y disponibilidad para hacer de esta tesis un trabajo que no demerita en calidad sino por el contrario y gracias a ustedes fué un aspecto por demás cuidado.

A las personas que determinaron taxonómicamente los organismos colectados en campo :

Dr. Aurelio Ramírez Bautista. (Reptiles)
Tec. Fransico Ramos Marchena. (Flora)
M. en C. Absaí García. (Magüeyes)

A los técnicos del Lab. de Bacteriología de la Facultad de Veterinaria, UNAM.

Por la determinación de los microorganismos que atacan a las larvas del gusano blanco de magüey.

Al INSTITUTO DE BIOLOGIA DE LA UNAM

Por las facilidades otorgadas en la realización de este trabajo.

A mi "Alma Mater"; **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

INDICE GENERAL

	Pag.
1.- INTRODUCCION	1
1.1 Aspectos sobre el Hambre	1
1.2 Importancia de los Insectos Comestibles	3
1.3 Generalidades del Gusano Blanco	5
1.4 Objetivos	8
2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SITIOS DE ESTUDIO	9
3.- ANTECEDENTES	20
4.- MATERIAL Y METODO	23
4.1 FASE DE CAMPO	23
4.1.1 Muestreo de huevecillos en los diferentes sitios de estudio	23
4.1.2 Observaciones etológicas en condiciones naturales	23
4.1.3 Parásitos en los diferentes estados de desarrollo	24
4.1.4 Registro de la temperatura interna de la penca	24
4.2 FASE DE LABORATORIO	24
4.2.1 Desarrollo en maguey	24
4.2.2 Estimación del grado de parasitoides, infertilidad y abundancia a nivel de huevo, para cada localidad	25
4.2.3 Observaciones etológicas en condiciones de cautiverio	27
4.2.4 Desarrollo en trozos de maguey	28
4.2.5 Desarrollo en macetas	28
4.2.6 Elaboración de dietas experimentales	29
4.2.7 Desarrollo en dieta artificial	29
4.2.8 Técnicas de lavado y esterilizado	29
4.2.9 Aparato reproductor	29
4.2.10 Cruzas manuales	34
4.2.11 Inseminaciones artificiales	34

5.- RESULTADOS	35
5.1 EVALUACION DE LAS CONDICIONES DE OVIPOSICION EN LOS SITIOS DE ESTUDIO	35
5.1.1 Estado de México	35
5.1.1.1 San Mateo	35
5.1.1.2 Zumpango	35
5.1.1.3 San Juan Zitlaltepeltl	36
5.1.1.4 San Bartolo Morelos	36
5.1.1.5 Sto. Tomás Apipihuilco	36
5.1.1.6 San Bartolo Oxtotitlán	36
5.1.2 Hidalgo	37
5.1.2.1 Sto. Tomás	37
5.1.2.2 Tepeapulco	37
5.1.2.3 Apan	37
5.1.3 Tlaxcala	38
5.1.3.1 Calpulalpan	38
5.2 EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PARASITOIDES, FERTILIDAD Y ABUNDANCIA A NIVEL DE HUEVO	38
5.3 EVALUACION DE LA TEMPERATURA INTERNA DE LA PENCA	40
5.4 OBSERVACIONES ETOLOGICAS EN CONDICIONES NATURALES	41
5.4.1 Conducta del adulto	41
5.4.1.1 Alimentación	41
5.4.1.2 Sitios de refugio	41
5.4.1.3 Cortejo	42
5.4.1.4 Cópula	42
5.4.1.5 Oviposición	42
5.4.2 Conducta larval	43

5.5 OBSERVACIONES ETOLOGICAS EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO	43
5.5.1 Conducta del adulto	43
5.5.1.1 Alimentación	43
5.5.1.2 Sitios de refugio	44
5.5.1.3 Cortejo	44
5.5.1.4 Cópula	44
5.5.1.5 Oviposición	44
5.5.2 Conducta larval	44
5.5.3 Observaciones a nivel de pupa	47
5.5.4 Surgimiento de la mariposa	47
5.6 PARASITOS Y DEPREDADORES	47
5.6.1 Huevo	47
5.6.2 Larva	47
5.6.3 Pupa	48
5.6.4 Adultos	48
5.7 APARATO REPRODUCTOR	48
5.7.1 Descripción del aparato reproductor masculino de <u>Aegiale (Acentrocneme) hesperiaris K</u>	48
5.7.2 Descripción del aparato reproductor femenino de <u>Aegiale (Acentrocneme) hesperiaris K</u>	49
5.8 CICLOS DE VIDA EN DIFERENTES CONDICIONES	49
5.8.1 En cautiverio Jaula 1	49
5.8.2 En cautiverio Jaula 2	51
5.8.3 En macetas	52
5.8.4 Dieta cuatro	53
5.8.5 Dieta siete	54
5.8.6 Maguey en trozos	55

5.9 ANALISIS COMPARATIVO DE LOS CICLOS DE VIDA EN DIFERENTES CONDICIONES	60
5.10 ENSAYOS DE REPRODUCCION	62
5.10.1 Cruzas manuales	62
5.10.2 Inseminaciones artificiales	63
6.- DISCUSION	64
6.1 Abundancia de huevecillos en las diferentes localidades	64
6.2 Porcentaje de parasitoides a nivel de huevo	64
6.3 Porcentaje de infertilidad a nivel de huevo	65
6.4 Porcentaje de mortalidad a nivel de huevo	65
6.5 Alimentación artificial de larvas	65
6.6 Conducta larval	66
6.7 Evaluación de la temperatura interna de las pencas	66
6.8 Alimentación de adultos	67
6.9 Cópula	67
6.10 Ciclo de vida del gusano blanco de maguey en diferentes condiciones	67
6.11 Ensayos de reproducción	69
7.- CONSIDERACIONES FINALES	70
8.- LITERATURA CITADA	72

1. INTRODUCCION.

1.1 ASPECTOS SOBRE EL HAMBRE.

En el umbral del siglo XXI, a pesar de que el hombre ha efectuado impresionantes avances científicos y tecnológicos, en todas las áreas del saber (comunicaciones, robótica, computación, aeronáutica espacial, medicina, biología, etc.), en diversas partes del mundo se presenta un grave problema, EL HAMBRE.

El hambre se puede definir como la sensación que acompaña y traduce a la imperiosa necesidad orgánica de alimentarse que experimenta todo hombre, y al estado biológico de desequilibrio resultante de la satisfacción parcial o integral de ésta necesidad (Córdoba et al., 1991).

Se ha estimado que 500 millones de personas se encuentran en los límites de supervivencia y 130 millones no cubren sus requisitos dietéticos básicos, ésta cruel hambruna afecta principalmente a Africa, Asia y América Latina (Anónimo, 1982).

El hambre se puede clasificar de diversas formas, considerándose en general tres tipos básicos: hambre de proteínas, de vitaminas y minerales (Avila, 1990).

La primera es la más grave y difundida, en esta no se ingieren los aminoácidos esenciales en la cantidad y calidad que el desarrollo humano necesita, igualmente se presenta una deficiencia calórica, menor resistencia a las enfermedades y por lo tanto proliferación de parásitos. Se estima que el requerimiento de proteínas es de 60 gr. por día per cápita de los cuales 30 gr. deben ser de origen animal (Sepúlveda, 1991).

La segunda se conoce técnicamente con el nombre de avitaminosis y es debida a la carencia de algunas vitaminas, ocasionando graves enfermedades como el raquitismo, el escorbuto, etc.

La tercera se debe a la carencia de ciertos oligoelementos como el yodo, sodio, potasio, hierro y calcio entre otros, los cuales son indispensables en el metabolismo celular.

México está considerado como uno de los países de ingreso medio cuyos tipos de nutrición en algunos estados es mala y muy mala, ya que aunque tiene grandes recursos, estos no están bien aprovechados, debido principalmente a su mala distribución, y al bajo nivel adquisitivo de la gente, ocasionando severos daños físicos y mentales a sus pobladores, es decir que su alimentación es tan deficiente como la de Sri Lanka, Filipinas o Centroamérica (Toledo, 1990).

A mayor abundamiento en la República Mexicana el 21% de los habitantes no consumen carne, el 24% leche, el 28% huevo y el 8% no ingieren pescado.

Además se concentra el mayor consumo de estos productos en la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey, los cuales absorben el 42% de la producción de alimentos del país (INEGI, 1993).

El S.A.M. (Sistema Alimentario Mexicano), detectó en las zonas rurales que el 90% de esa población presenta un subconsumo calórico y protéico, o sea 21 millones de personas aproximadamente, de los cuales 9.5 millones tienen déficit calórico en una proporción del 25 al 40% respecto a las 2,750 calorías diarias por persona recomendadas por el I.N.N.S.Z. (Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán). Encuestas realizadas por ésta institución revelan que solamente el 22% de los niños menores de cuatro años en las zonas rurales y el 40% en las áreas urbanas tienen el peso y la estatura adecuada (Espinoza et al., 1987).

Consecuentemente en el área rural el 49% de los niños sufre desnutrición de primer grado. Mientras que en el área urbana se estima que la población preescolar tienen un rango de desnutrición de 0.8 % al 32 % (Vázquez, 1995).

El CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) estimó que dos millones de niños nacían anualmente, de los cuales 100,000 morían en los primeros años de vida a causa de la mala nutrición, mientras que un millón sobrevivían con defectos físicos o mentales (Sepúlveda, 1991).

El I.N.N.S.Z. regionalizó al país en diferentes zonas en base al tipo de nutrición, clasificándolas como se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO 1 : TIPOS DE NUTRICION

Nutrición	Localización	Calorías	Desnutrición
A: Buena	Frontera norte de Baja California y Sinaloa	2,300	—
B: Regular	Comprende el norte y ambas costas	2,124	1.0
C: Mala	Centro del país	2,064	3.5
D: Muy mala	Guerrero, Chiapas y el resto del sureste	1,893	4.1

Modificado de Zubirán et al., (1974).

El fantasma apocalíptico del hambre ha acompañado a la humanidad por muchas generaciones y en diferentes situaciones como son las guerras, los grandes

desastres naturales, las sequías y las plagas. Sin embargo, debido a que los alimentos se producen de manera aritmética y la población mundial crece de manera geométrica (Malthus, 1798; citado en Odum, 1985), esta situación se vuelve cada vez más real.

Para el nuevo milenio el planeta tendrá que ser capaz de alimentar a más de 6,100 millones de habitantes (O.N.U., 1986) de los cuales 100 millones serán mexicanos (INEGI, 1990), por lo que se vuelve indispensable el control de la tasa de natalidad en los diferentes países y por otro lado el incrementar la producción de alimentos, mejorar los sistemas de distribución, así como obtener otras fuentes alternativas de alimentación (Carbajal, 1985).

1.2 IMPORTANCIA DE LOS INSECTOS COMESTIBLES.

Una opción alimenticia importante la constituyen los insectos ya que este grupo animal es el más abundante en el planeta, tanto en número de especies como de individuos (Metcalf, 1974), además de poseer un gran potencial reproductivo así como un alto contenido proteico (Conconi, 1993).

Otro aspecto que apoya a los insectos como los candidatos ideales, es la teoría de la evolución orgánica o biogénesis, la cual menciona que los insectos tienen una alta capacidad de adaptarse rápidamente a cualquier cambio ambiental, diversificándose y multiplicándose sin interrupción (Metcalf, 1974).

Es indudable que los insectos se han consumido en diversas culturas alrededor del mundo desde hace varios siglos, principalmente en las áreas rurales en donde forma parte de sus tradiciones y misticismos (Ramos-Elorduy y Pino, 1989). En la actualidad este tipo de alimento se ha difundido a las grandes ciudades del mundo, porque los hábitos de consumo de nutrimentos se han diversificado, constituyéndose inclusive en platillos de Gourmet (Ramos -Elorduy y Conconi, 1995).

Algunos ejemplos de insectos que se consumen en diferentes partes del mundo son los siguientes:

Al sur de Africa: Se consumen langostas y saltamontes del género Locusta y Schistocerca acompañados con maíz.

En Australia y China: Consumen varias especies de lepidópteros en estado de larva y pupa.

América del sur: En la Cuenca del Amazonas se ingieren larvas del picudo de la palma Rhyncophorus palmarum L. Además de hormigas sauba Atta cephalotes (Wallace, 1852), además de varias larvas de lepidópteros (Lima, 1945).

Archipiélago Malayo: Larvas del picudo de la palma.

Sureste de Africa: Elaboran una pasta con una especie llamada " Mosca de mayo" *Caenis* sp. (orden Ephemeroptera) consumiendo también larvas de coleópteros y de himenópteros.

En la India: Se consumen larvas y ninfas de abejas y hormigas de varias especies.

En Inglaterra : Consumen el queso que contiene "gusanos saltadores" *Phiopila casei* L. del orden Diptera (Step, 1960).

En México se han reportado 303 especies de insectos comestibles (Ramos - Elorduy y Pino, 1992), los cuales se consumen en diferentes estados de desarrollo, como platillo principal o como condimento de otro (Ramos - Elorduy y Conconi, 1995).

En el país los diversos grupos étnicos subsisten mediante el aprovechamiento de diferentes recursos naturales como son los insectos comestibles, además, en México la gran diversidad de organismos se debe a que se encuentra ubicado en la confluencia de dos regiones biogeográficas; la neártica y la neotropical, ésta situación le confiere un sin fin de hábitats para los insectos.

Algunos ejemplos representativos de insectos que se consumen en México son los siguientes:

CUADRO 2: ALGUNOS INSECTOS COMESTIBLES DE MEXICO

Nombre vulgar	Nombre científico	Lugar de consumo
Chapulines	<i>Sphenidium magnum</i> M. <i>Schistocerca gregaria</i> B. <i>Trimerotropis</i> sp. <i>Melanoplus mexicanus</i> S. <i>Boopodon flaviventris</i> S.	Oaxaca, Michoacán, Guerrero, Puebla, Hidalgo, Veracruz, Morelos
Jumiles	<i>Edessa conspersa</i> S. <i>Aiktes laxicornis</i> A.	Estado de México, Guerrero
Ahuautle "caviar mexicano"	<i>Krizousacoris azteca</i> J. <i>Krizousacoris lemoralis</i> G. <i>Corisella mercenaria</i> S. <i>Corisella texcocana</i> J. <i>Nolonecia unifasciata</i> G.	Estado de México, Guanajuato, Michoacán
Botijas	<i>Scyphophorus acupunctatus</i> G.	Estado de México, Hidalgo
Xamusa	<i>Pachila nigra</i> B.	Estado de México, Hidalgo, Querétaro
Vinkos u hormigas mieleras	<i>Myrmecosistus meliger</i> W.	Hidalgo
Hormiga chicalana	<i>Atta mexicana</i> B.	Comidas en todo el sur del país
Panal de tierra	<i>Vespula squamosa</i> D.	Oaxaca

Nombre vulgar	Nombre científico	Lugar de consumo
Avispa rayada	<i>Polybia occidentalis</i> H.	Oaxaca
Gusano de palos	<i>Cerambyx</i> sp <i>Callipogon barbatus</i> F.	Michoacán, Guerrero, Puebla, Oaxaca
Periquitos del aguacate	<i>Hopliphonon monogramma</i> G.	Estado de México, Michoacán, Oaxaca
Escamoles	<i>Liomelopus apiculatum</i> M.	Hidalgo
Gusano blanco de maguey	<i>Aegiale (Acentrocne) hesperiaris</i> K.	Estado de México, Hidalgo
Gusano rojo de maguey	<i>Cossus (edembacheri)</i> H.	Oaxaca, Hidalgo, Estado de México
Gusano del nopal	<i>Lanifera cyclades</i> D.	Hidalgo, Distrito Federal

Tomado de Ramos - Elorduy, (1982).

Para muchos de ellos se ha reportado su distribución, hábitos alimenticios, valor nutritivo etc; sin embargo, para algunos otros la información es limitada, por ejemplo, el gusano blanco de maguey es, dentro de la entomofauna asociada al maguey un caso típico.

1.3 GENERALIDADES DEL GUSANO BLANCO.

El gusano blanco de maguey se encuentra ubicado en la siguiente posición taxonómica (Borror y Long, 1976).

Clase : Insecta
 Orden : Lepidoptera
 Suborden : Rhopalocerca
 Superfamilia : Hesperoidea
 Familia : Megathymidae
 Género : Aegiale
 Subgénero : Acentrocne
 Especie : A. (A.) hesperiaris K.

A mayor abundamiento:

El suborden Rhopalocerca, comprende mariposas de cuerpo robusto con la cabeza más ancha que el tórax. Las bases de las antenas están separadas entre sí.

La superfamilia Hesperoidea comprende mariposas de talla pequeña y mediana, de cuerpo robusto, las tibias posteriores presentan dos pares de espinas.

La familia Megathymidae comprende mariposas de cuerpo robusto,

presentan la masa antenal recta. Las tibias posteriores presentan un par de espinas (Beutelspacher, 1980).

En México el género Aegiale está representado por una sola especie A. (A.) hesperiaris K. y en E.U.A. por A. yucae cuyas características morfológicas generales son:

Adultos: cuerpo robusto, cubierto totalmente de escamas y vellosidades, ojos prominentes, carece de ocelos, las antenas son capitadas cubiertas de finas escamas blanquecinas, los palpos son blancos y cortos. El tórax, abdomen y patas cubiertas de pubescencia gris.

El primer par de patas corresponde al protórax, son de menor tamaño que los otros dos pares (Beutelspacher, 1980).

Chen y Osorno, (1984) definieron el dimorfismo sexual en estado de pupa, ya que las diferencias sexuales externas son más conspicuas, estas se manifiestan en la parte ventral de los segmentos abdominales 8º, 9º y 10º a saber; en la hembra los segmentos 8º y 9º se encuentran divididos por un surco en la región media, en el macho el 8º segmento no se encuentra dividido y en el 9º segmento se localiza una pequeña protuberancia en la parte central.

Normalmente se emplea como alimento las larvas y se conoce como "gusano blanco de maguey", el cual se puede encontrar desde los 1,800 a los 2,700 m.s.n.m., siempre en zonas áridas y semiáridas, parasitando las pencas de varias especies de maguey entre las cuales se encuentra Agave pseudotequiliana, A. salmiana, A. lenmannis y A. maximiliana principalmente (Beutelspacher, 1980).

Su distribución en el país comprende los estados de Chihuahua, Durango, Jalisco, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Michoacán, Oaxaca, Guerrero, Estado de México y el Distrito Federal (Chen y Osorno, 1984).

El gusano blanco de maguey se considera endémico de México y representa una fuente alimenticia importante para las comunidades rurales, que viven en condiciones ambientales donde proliferan las especies de agaves antes mencionadas y no pueden producir, por un lado, la cantidad y calidad de alimentos que cubran sus necesidades, y por otro, tampoco pueden tener producciones que les resulten en ingresos que les permitan adquirir alimentos ricos en proteínas, como es el caso de las fuentes animales convencionales (carne, huevo, leche etc.).

Este insecto forma parte de las costumbres tradicionales de alimentación del pueblo mexicano y ha sido consumido desde la época prehispánica (Ramos-Elorduy y Pino, 1989).

Asimismo, ha sido objeto de diversos estudios químicos, por ejemplo Análisis Bromatológicos expresado en base seca (cuadro 3).

**CUADRO 3 :ANALISIS BROMATOLOGICO DEL GUSANO BLANCO
CON BASE SECA**

Materia seca	100.00
Humedad	0.00
Proteína	30.88
Estracto Etereo	58.55
Sales Minerales	2.29
Fibra cruda	3.45
Estracto libre de nitrógeno	4.85

Datos tomados de Pino, (1978).

Por otro lado, el gusano blanco por su delicado sabor tiene una alta demanda en restaurantes nacionales y extranjeros, además de ser un platillo exótico y exquisito, el cual genera jugosas ganancias, pues un platillo puede llegar a costar N\$180.00, con 30g o 40g de gusanos y en los mercados se cotiza hasta N\$300.00 por litro (600 gr.) in situ, los intermediarios los venden, a los restaurantes de un 50 a 150 % más caro, es decir equivaldría a N\$450.00 o N\$800.00, dependiendo del grado de desarrollo, de la oferta y de la demanda existente, así como de las condiciones de conservación en que el material se ofrezca.

Sin embargo, las poblaciones naturales de este insecto han disminuido alarmantemente en las últimas décadas tanto por su sobreexplotación a través de intensas e irracionales extracciones de sus poblaciones naturales, sin darle tiempo para que éstas se recuperen, como por el desconocimiento de su ciclo de vida, ecología y etología (Cisneros, 1988).

Además en un tiempo, éste fue considerado como una plaga, atacándola fuertemente con insecticidas los cuales eran asperjados por avionetas en la mayor parte de las zonas magueyeras (Halfher, 1957).

Aunado a esto se debe considerar, que no sólo el hombre hace uso de él, sino también varios depredadores (Cisneros, 1980), y que como cualquier organismo vivo está sujeto a las variables tan acentuadas hoy en día, de las condiciones abióticas del planeta, por lo que, si a esto le sumamos la depredación natural mencionada que el gusano blanco tiene en sus diferentes estados de desarrollo, se deduce que las poblaciones naturales de este insecto han disminuido drásticamente.

Por estas razones los estudios biológicos, ecológicos y etológicos son importantes en el caso de los insectos comestibles, para crear técnicas idóneas que permitan su cultivo en áreas adecuadas para explotarlos racionalmente y en base a los resultados, incrementar las poblaciones naturales, y buscar alternativas que permitan su permanencia en los ecosistemas para que puedan también satisfacer la gran demanda que de ellos existe.

Es en este sentido que la presente tesis trata de contribuir con más conocimientos sobre esta especie, los que al integrarse en una manera bioecotológica, puedan ayudar al desarrollo de técnicas que permitan su reproducción controlada, para lo que se han planteado los siguientes objetivos:

1.4 OBJETIVOS:

- 1.- Estudiar diferentes aspectos bioecotológicos sobre el gusano blanco de magüey como un recurso natural renovable en condiciones naturales y de laboratorio.
- 2.- Conocer la variación del ciclo de vida del gusano blanco de magüey en diferentes condiciones.
- 3.- Conocer la etología de cada uno de los estados de desarrollo del gusano blanco de magüey en diferentes condiciones.
- 4.- Reconocer las estructuras del aparato reproductor de esta especie.
- 5.- Inducir la reproducción a través de cruces manuales e inseminaciones artificiales, que permitan obtener huevecillos fértiles.
- 6.- Obtener dietas apropiadas para el mantenimiento de larvas y adultos que no alteren los aspectos reproductivos.

2. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SITIOS DE ESTUDIO.

Estado de México.

Se encuentra entre los paralelos 18° 27' 02" y 20° 17' 03" de latitud norte, y los meridianos 98° 37' y 100° 28' de longitud oeste respecto del meridiano de Greenwich (CETENAL, 1970).

Limita al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo, al oriente con Hidalgo Tlaxcala y Puebla, al occidente con los estados de Guerrero y Michoacán, y al sur con los estados de Guerrero y Morelos. (Secretaría de Gobernación, 1988a).

A continuación se presentan las características abióticas de cada uno de los sitios de estudio de este estado, así como su vegetación característica y edafología.

San Mateo, Zumpango y San Juan Zitlaltepétl.

Se caracterizan por presentar un clima templado subhúmedo C(Wo), con lluvias en verano, el porcentaje de lluvia invernal es menor del 5%. El régimen pluvial medio anual oscila entre 600 y 800 mm; la mayor precipitación en el año se registra en junio y oscila entre los 120 y 130 mm, siendo la mínima en el mes de febrero con un valor menor a 5mm (gráfica 1 y 2).

La temperatura media anual varía entre los 12° y 16° C., y la más cálida se registra en el mes de mayo con un valor entre 18° y 19° C., siendo la más fría en diciembre y enero con 9° - 10° C. (CETENAL, 1970).

Vegetación.

Presentan principalmente pinos (*Pinus montezumae* L.), encinos (*Quercus* spp.), madroño (*Arbustus glandulosa* M. y G.) y estrato arbustivo. Presenta 5,132.54 Km² de tierras de temporal, en donde se cultiva principalmente maíz, frijol, haba y chícharo. Además de la agricultura mecanizada, la cual produce papa, remolacha, alfalfa y cebada.

Existen algunas plantaciones de maguey destinadas para la producción de pulque, otras intercaladas con cultivos de avena, cebada y trigo, además éstas plantas son utilizadas para limitar las propiedades (INEGI, 1984).

San Bartolo Morelos y San Bartolo Oxtotitlán.

Presentan un clima templado subhúmedo C(Wo), con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5%. La precipitación media anual es mayor de 800 mm, presentando la mayor incidencia de lluvia en julio con 150 a 160 mm. La sequía se presenta en los meses de diciembre a febrero con un valor menor de 10 mm (gráfica 3).

La temperatura media anual oscila entre 12° a 18° C, siendo mayo el mes más cálido con temperaturas de 14° a 18° C, y enero el más frío con 11° C.

Vegetación.

Presentan bosques de pino, oyamel y encino; la agricultura es de temporal y es llevada a cabo por la labranza de tracción animal, debido a la obstrucción superficial o acidez, estos suelos se encuentran en pendientes de 15 a 25 %, con cultivos de maguey pulquero y cebada.

Edafología.

San Mateo	Vertisol pélico.
Zumpango	Feozem haplico.
San Juan Zitlalpetl	Feozen calcareo.
San Bartolo Morelos	Feozen haplico.
San Bartolo Oxtotitlán	Feozen haplico.

Estado de Hidalgo.

Se encuentra ubicado entre los paralelos 19° 36' 01" y 21° 24' de latitud norte y los meridianos 97° 58' y 99° 54' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Limita con el estado de Veracruz y San Luis Potosí, al sureste con el estado de Tlaxcala, al oriente con el estado de Puebla, al sur con el Estado de México, y al occidente con el estado de Querétaro (Secretaría de gobernación, 1988b)

A continuación se presentan las características abióticas de cada uno de los sitios de estudio de este estado, así como su vegetación característica y edafología.

Tepeapulco.

Presenta un clima frío con temperatura media anual de 14° C, la precipitación pluvial media anual es de 590 mm, con periodo de lluvias de junio a septiembre (gráfica 4).

Vegetación.

Se compone principalmente de bosques de pino - encino, matorral espinoso y cactáceas. La agricultura es de temporal, se cultiva maíz, haba, frijol, avena, calabaza y chilacayote.

Santo Tomás.

Presenta un clima templado subhúmedo C(Wo), con lluvias en verano, su temperatura media anual se encuentra entre los 12° y 18° C, presenta un período de heladas que oscila entre - 6° y - 2° C, en los meses de diciembre y enero (gráfica 5). Su coeficiente de precipitación P/T es 43.2 y su porcentaje de lluvia invernal es menor de 5% (García, 1970).

Vegetación.

Se caracteriza por presentar bosques de pinos y juniperos, matorrales de encinos, nopaleras, matorral espinoso, magueyes y cactáceas, (INEGI, 1984).

Apan.

Es de clima frío, registra una temperatura media anual de 15° C y precipitación pluvial de 324 milímetros por año (gráfica 6).

Vegetación.

Está constituida principalmente por "magueyes".

Edafología.

Tepeapulco.....	Lluvisol (suelos rojos moderadamente ácidos con poca materia orgánica).
Sto. Tomás	Lluvisol.
Apan.....	Chernozen.

Estado de Tlaxcala.

Se localiza en la parte centro-sur oriente del país, sobre el eje neovolcánico transversal, entre los paralelos 19° 05' 43" y 19° 44' 07" de latitud norte, y entre los 97° 37' 07" y 98° 42' 51" de longitud oeste del meridiano de Greenwich (Secretaría de Gobernación 1988c).

Calpulalpan.

Es de clima templado frío con un régimen de lluvia en los meses de abril a septiembre. Los meses más calurosos son de abril a junio. La dirección de los vientos, en general, es de norte a sur y de oriente a poniente; por otra parte, se han presentado nevadas que forman capas de 35 a 40 cm de espesor en el mes de enero. La precipitación pluvial media es de 640 milímetros al año (gráfica 7).

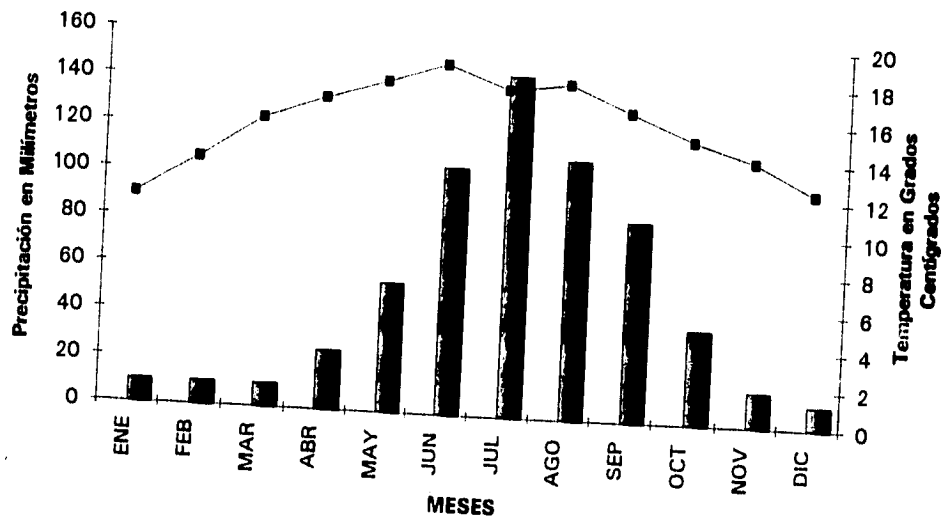
Vegetación.

Es predominantemente de tipo estepario, los árboles más comunes son el tepozan, capulín, sabino, ocote, pino, oyamel, encino y tejocote.

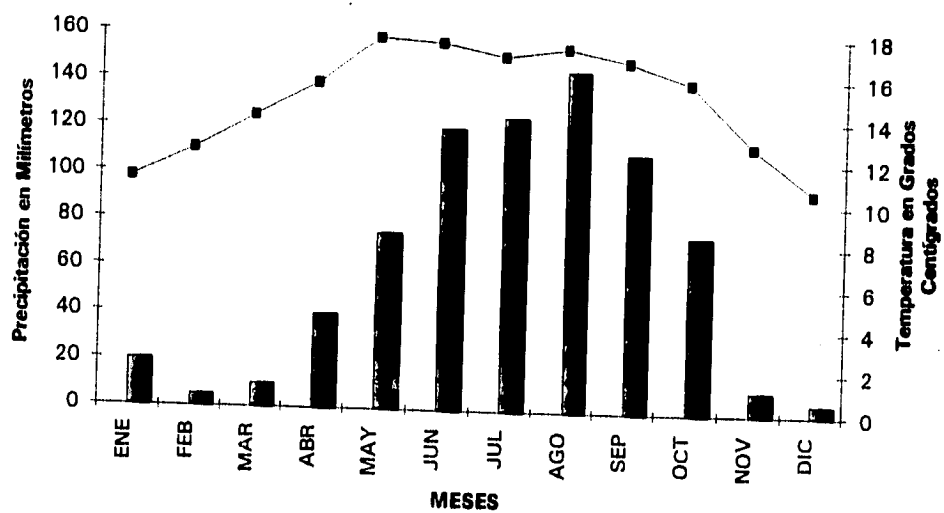
Edafología.

Calpulalpan..... Toba intermedia.

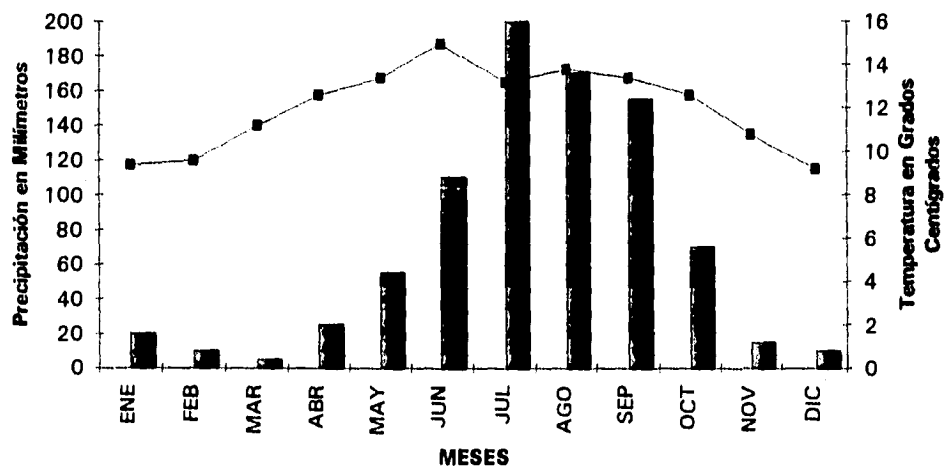
GRAFICA 1: Climograma ordinario para la localidad de San Mateo Ixtacalco C(w0)(w)bi



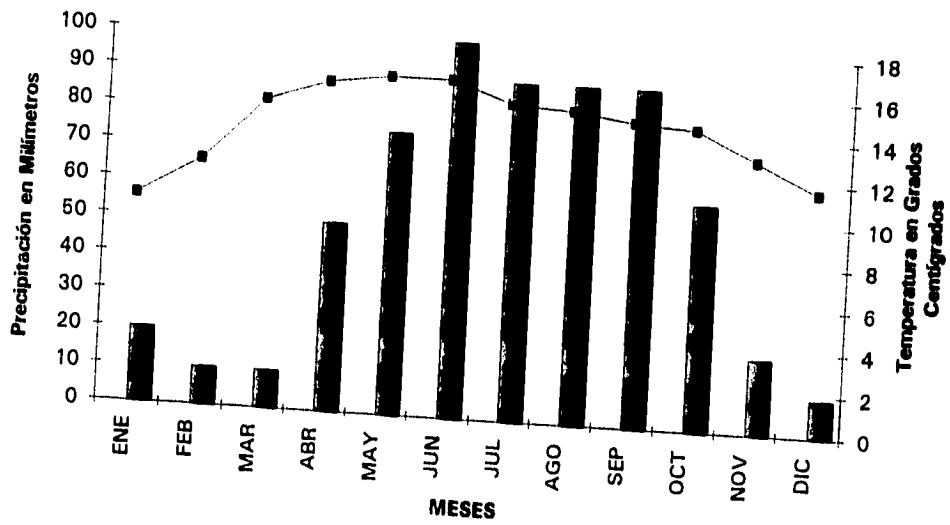
GRAFICA 2: Climograma ordinario para la localidad de San Juan Z. y Zumpango C(w0)(w)bi



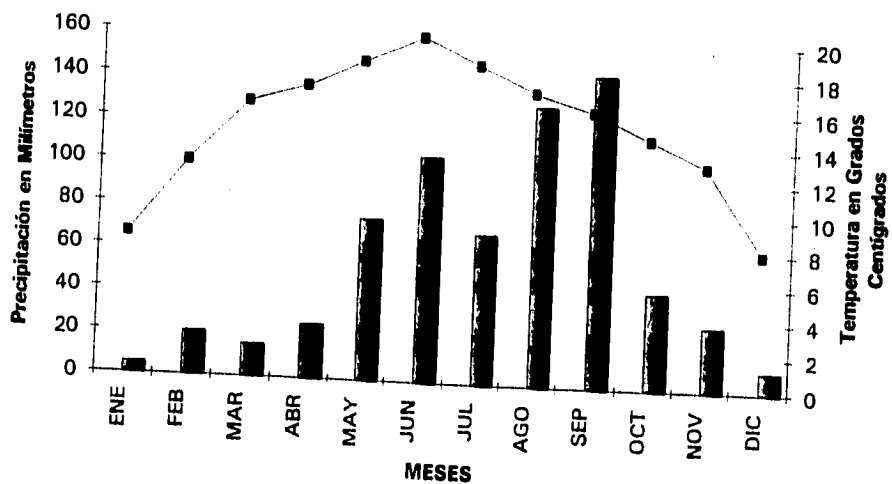
GRAFICA 3: Climograma ordinario para la localidad de San Bartolo, Morelos y San Bartolo Oxtotitlán, Edo. Mex. C(w0)(w)bi



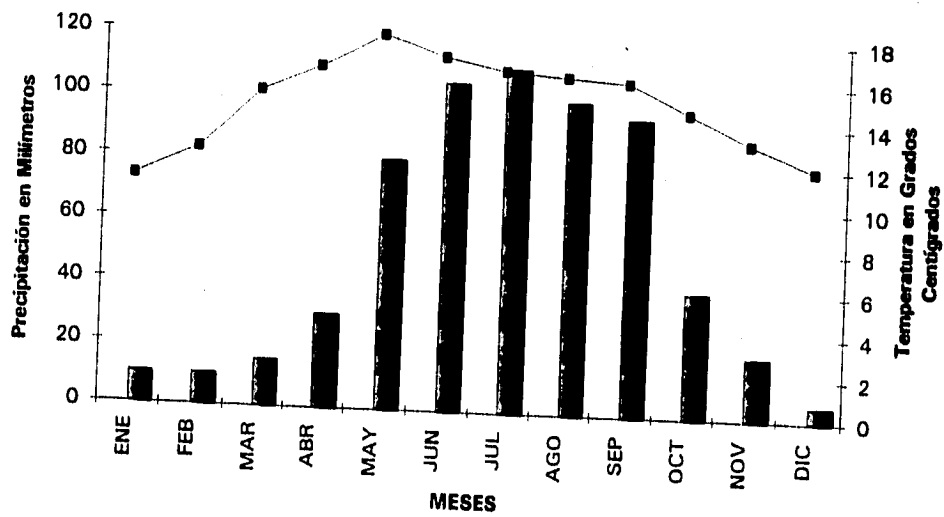
GRAFICA 4: Climograma ordinario para la localidad de Tepeapulco C(w0)(w)bi



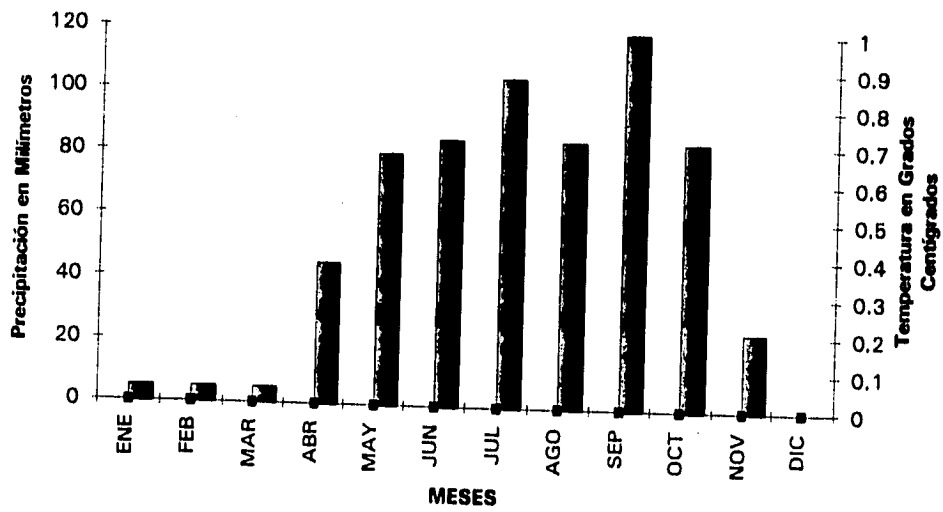
GRAFICA 5: Climograma ordinario para la localidad de Santo Tomás, Hgo. C(w0)(w)bi



**GRAFICA 6: Climograma ordinario para la localidad de Apan,
Hgo. C(w0)(w)bi**



GRAFICA 7: Climograma ordinario para la localidad de Calpulalpan C(w0)(w)bi



3. ANTECEDENTES.

Los trabajos donde se ha hecho referencia a la especie son los siguientes:

Sahagún (1565), reportó en el Códice Florentino, que los antiguos mexicanos acostumbraban consumir al gusano blanco (Sahagún, [1565] 1980).

Alzate (1795), publicó sus observaciones sobre las características específicas del gusano blanco de maguey y una breve descripción del huevecillo (Alzate, [1795] 1975).

El primero en clasificar al gusano blanco fue Walker en 1856 con el nombre de Castnia hesperiaris; después, éste ha sido modificado por varios autores (Freeman, 1969):

Felder	1860	<u>Aegiale kollari</u>
Blásquez	1870	<u>Teria agavis</u>
Scudder	1875	<u>Acentrocneme kollari</u>
Druce	1896	<u>Acentrocneme hesperiaris</u>
Kirby	1924	<u>Aegiale (Acentrocneme) hesperiaris</u>

Blásquez (1889), describe algunos aspectos del ciclo de vida del gusano blanco.

Dampf (1924), realizó un estudio morfológico de la larva de primer estadio, e indica la importancia de éste organismo desde el punto de vista filogenético entre lepidópteros diurnos y nocturnos.

Ancona (1934), realizó un estudio histológico de la larva describiendo el sistema digestivo, respiratorio y circulatorio. También hizo estudios en cortes histológicos de larvas y crisálidas recién formadas para reconocer los sitios donde se originan las células lisígenas y los elementos fagocitarios que operan en la destrucción gradual de los tejidos durante la formación de la pupa.

Hoffman (1941), incluyó Aegiale (Acentrocneme) hesperiaris K. en su catálogo sistemático y zoogeográfico caracterizando a la especie como de tierra fría, ubicándola en la Mesa Central, Puebla, Michoacán, Jalisco, Durango, Sierra Volcánica Transversal y Valle de México.

Bachsteyz (1945), investigó las características y composición de la grasa en la larva de Aegiale (Acentrocneme) hesperiaris K.

Cravioto y Massieu (1951), efectuaron el Análisis bromatológico de la larva del gusano blanco y lo seleccionaron por la riqueza de vitaminas y sales minerales que tiene entre otros insectos.

Lezama (1952), señaló entre otros aspectos la distribución geográfica del gusano blanco, la descripción morfológica del adulto, las fechas de postura y nacimiento de los huevecillos, así como sus parásitos en los estados de larva y pupa, también menciona su control mecánico y químico mediante la aplicación de insecticidas, considerándolo como una plaga del maguey pulquero.

Cravioto, Massieu y Guzmán (1953), consideraron al gusano blanco del maguey como un alimento mexicano de alto contenido de grasa y proteína.

Halfter (1957), describió algunos hábitos y características del ciclo de vida, así como los daños ocasionados al maguey tequilero Agave tequilana W.

Massieu, Cravioto y Figueroa (1959), demostraron la calidad de la proteína presente para varios tipos de insectos, como es el caso del ahuautille, axayácatl, jumiles y gusano blanco de maguey.

Ramos-Elorduy y Pino (1979), determinaron los macroelementos del gusano blanco, mencionando que el mayor componente es la grasa con un 59.50 %

Pérez (1980), describió la morfología general de todos los estados de desarrollo, indicando la importancia de la larva como alimento.

Cisneros (1980), estudió la entomofauna del maguey pulquero, e indicó los métodos de colecta del gusano blanco, las características generales del ciclo de vida, los daños que causa al maguey, las medidas de combate, así como su distribución geográfica.

Chen y Osorno (1981), realizaron un estudio de la biología del gusano blanco, en condiciones de laboratorio, indicando los estados de desarrollo, hábitos de vida, parásitos y enfermedades asociadas.

Pineda (1983), publicó la importancia que tiene este insecto como plaga y describió de manera general el ciclo de vida, así como los daños causados al maguey.

Chen y Osorno (1984), criaron artificialmente al gusano blanco, probando cuatro dietas, no logrando el crecimiento y desarrollo óptimo. Además efectuaron pruebas de apareamiento, obteniendo huevecillos solo con una muy alta densidad de adultos.

Cisneros (1988), estudió las características selectivas de oviposición con respecto a los puntos cardinales y a los vientos dominantes elaborando además, un calendario referente a la distribución estacional de la especie.

Manzano (1989), elaboró una recopilación histórica del gusano blanco, además de tocar algunos aspectos etológicos.

4. MATERIAL Y METODO.

4.1 FASE DE CAMPO.

Se realizaron una serie de salidas mensuales a lo largo de dos años y medio, a tres estados de la República Mexicana y dentro de ellos a diferentes localidades del Estado de México: San Bartolo Morelos, San Bartolo Oxtotitlán, Zumpango, San Juan Zitlaltepétl, San Mateo y Apipihuilco; del estado de Hidalgo: Santo Tomás, Tepeapulco Apan y de Tlaxcala: Calpulalpan, todos ellos lugares en donde se desarrolla la mariposa del gusano blanco de magüey Aegiale (Acentroceme) hesperiaris K.

Estas salidas se hicieron con la finalidad de analizar los siguientes puntos:

4.1.1 MUESTREO DE HUEVECILLOS EN LOS DIFERENTES SITIOS DE ESTUDIO.

Para determinar el grado de parasitoides a nivel de huevo, se hicieron colectas manuales de éste estado de desarrollo colocándose en cajas de petri previamente rotuladas con el nombre y los datos de la localidad, trasladándose posteriormente al laboratorio de entomología del Instituto de Biología de la U.N.A.M.

4.1.2 OBSERVACIONES ETOLOGICAS EN CONDICIONES NATURALES.

CONDUCTA DEL ADULTO

Determinación del tipo de alimentación

Se hicieron observaciones en las zonas de estudio y en las horas de mayor actividad de las mariposas, poniendo especial cuidado a las plantas que estaban en periodo de floración, las cuales se colectaron con todos sus datos para su posterior determinación en el Herbario del Instituto de Biología de la U.N.A.M.

Sitios de refugio

Se hicieron seguimientos de las mariposas en sus horas de actividad, para poder definir los lugares de reposo y refugio.

Cortejo y Cópula

Estas observaciones se hicieron al amanecer y en el ocaso, incluso en los días de luna llena hasta altas horas de la noche, con la finalidad de recopilar información al respecto.

HUEVO

Se registraron datos referentes a forma de oviposición y número de puestas con relación a la penca.

LARVA

Se observó la forma de eclosión del huevo, elección del sitio de penetración y la barrenación de la penca.

PUPA

Se hicieron observaciones referentes a la posición y surgimiento de la mariposa.

4.1.3 PARASITOS EN LOS DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO

Todos los organismos que afectaban en algún estado de desarrollo (huevo, larva, pupa o adulto) al gusano blanco de maguey, se determinaron en el Laboratorio de Entomología del Instituto de Biología de la UNAM., en base a claves taxonómicas y consulta con los especialistas, para ratificar o rectificar los nombres científicos.

4.1.4 REGISTRO DE LA TEMPERATURA DENTRO DE LA PENCA

Debido a que el estado larvario es el que dura más tiempo dentro del ciclo de vida de este organismo, se consideró evaluar la temperatura interna de la penca de maguey, ya que este parámetro es relevante en su crecimiento, para ésto, se utilizó un termistor marca **AVE Chicago 60, 648 modelo 8525-20** el cual registró las variaciones de temperatura a diferentes niveles de las pencas y a diferentes horas, anotándose todos los datos para su posterior análisis.

4.2 FASE DE LABORATORIO

4.2.1 DESARROLLO EN MAGUEY

Para el desarrollo natural controlado del gusano blanco de maguey, se trajeron magueyes de diferentes localidades infestados con diferente número de huevecillos y se les colocó en dos jaulas diseñadas en el Instituto de Biología de la UNAM.

Estas se construyeron con las siguientes dimensiones: 3.7m x 2.0 m x 2.0 m (jaula 1) y 5.3 m x 2.5 m x 2.0 m (jaula 2), con armazón de madera, cubiertas totalmente de tela de alambre de 0.5 pulgadas y tül (fig. 1). Para ello, primero se acondicionó el terreno en el interior de éstas con tezontle y tierra de hoja, excepto en la jaula 2.

En la jaula 1 se transplantaron ocho magueyes de tres y cinco años de edad procedentes de Santo Tomás (Hidalgo) y de Xalatlaco (Edo. México).

En la jaula 2 se trasplantaron ocho magueyes, procedentes de San Bartolo Oxtotitlán (Edo. México) y Santo Tomás (Hidalgo), de dos y cuatro años de edad. Estos fueron determinados con el auxilio del especialista, M. en C. Abisai García del Jardín Botánico de la misma institución.

En los magueyes de la jaula 1, se tenían 300 larvas (L1), en la jaula 2 se tenían 276 larvas.

En éstas jaulas se realizaron las observaciones etológicas en cautiverio.

4.2.2 ESTIMACION DEL GRADO DE PARASITOIDES, INFERTILIDAD Y ABUNDANCIA A NIVEL DE HUEVO, PARA CADA LOCALIDAD

Los huevecillos colectados eran revisados periódicamente, separando aquellos huevecillos que a trasluz se veían oscuros en otra caja de petri rotulada con los mismos datos de procedencia, al poco tiempo el huevo era horadado, emergiendo las nuevas avispas, inmediatamente estas eran separadas por medio de un pincel suave del número cero, previamente humedecido, pasándolas a un frasco con alcohol al 70% para fijarlas y posteriormente determinarlas taxonómicamente.

Con este proceso se trataba de evitar que otros huevecillos fuesen parasitados.

Para obtener el porcentaje de infertilidad, se contabilizaba el número de huevecillos que no originaban larvitas.

La abundancia se estimó con base en el número de huevecillos encontrados en un área determinada.

JAULA EXPERIMENTAL I

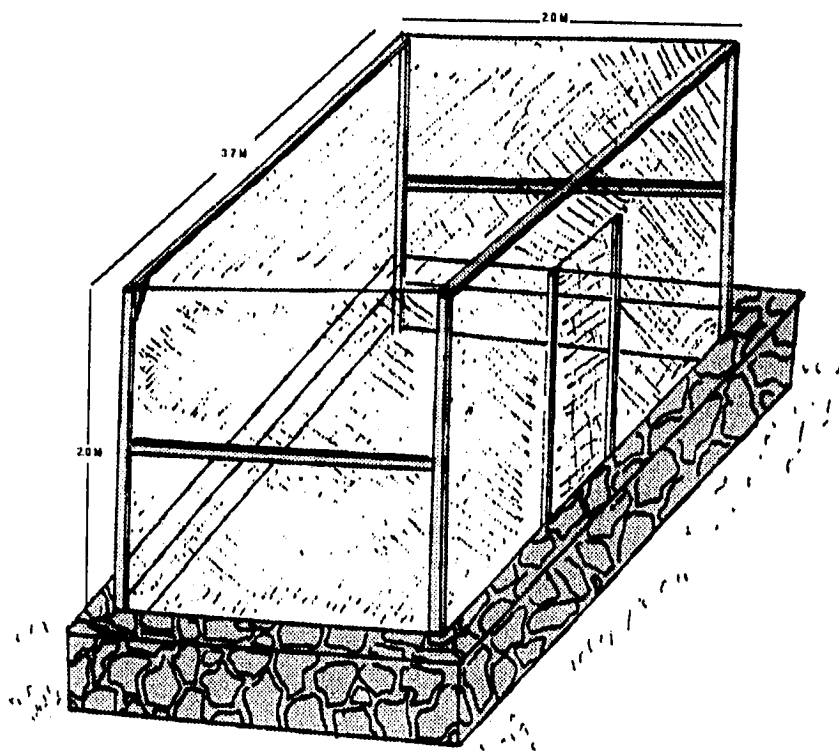


FIGURA 1

4.2.3 OBSERVACIONES ETOLOGICAS EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO.

CONDUCTA DEL ADULTO

Determinación del tipo de alimentación

Se colocaron dentro de las jaulas experimentales varias cajas de petri con algodones embebidos con las siguientes diluciones de azúcar: 70 %, 50 % y 25 %, además de las mismas diluciones hechas con miel de abeja. También se trasplantaron las plantas con flores que se observaron en los hábitats naturales en la época de actividad de las mariposas y por último se colocó una inflorescencia de maguey.

Sitios de refugio

Se diseñaron e hicieron " nichos" de unicel, los cuales simulaban las oquedades donde las mariposas suelen esconderse, estos se colocaron en los vértices superiores de las jaujas; además se colocaron algunas ramas secas de los árboles que se encuentran en el hábitat de éstas.

Cortejo

Se hicieron observaciones periódicas en el ocaso y en el amanecer, sólo en un par de ocasiones se observaron durante toda la noche.

Cópula

En la jaula 1 (Fig. 1), se dejaron desarrollar las larvas sin perturbaciones hasta obtener mariposas, las cuales se sexaron y observaron en las mismas condiciones que en el caso anterior.

HUEVO

Se buscó una manera de diferenciar los huevecillos fértiles de los parasitados, lo cual se logró sólo en aquellos que les faltaban pocos días para eclosionar, para ello, éstos se observaban a trasluz bajo el microscópio estereoscópico, determinado así la existencia o ausencia de larvas.

LARVA

Todas las observaciones en el interior de la galería se realizaron en la Jaula 2, para ésto, se hacían cortes periódicos de diferentes pencas infestadas con larvas para poder determinar el grado de desarrollo, además de los aspectos etológicos y parasitarios a este nivel.

La Jaula 1 se mantuvo intacta, para que por un lado proveyera de organismos vigorosos desarrollados en su medio natural, los cuales fueron utilizados para observar los cortejos, acoplamientos y conducta en condiciones de cautiverio y por otro lado para realizar con estos mismos organismos pruebas encaminadas a determinar el tipo de alimentación de las mariposas.

PUPA

Al igual que en el caso anterior, todas las observaciones de las pupas dentro de la galería se hicieron en la Jaula 2, siguiendo el mismo procedimiento, sólo que en este caso las pupas ya maduras se sexaron y separaron, colocándose en condiciones controladas en una cámara de cultivo con humedad y temperatura controlada, para que emergieran las mariposas y luego utilizar machos y hembras vírgenes en los ensayos de acoplamiento artificial.

4.2.4 DESARROLLO EN TROZOS DE MAGUEY

En el laboratorio de Entomología del Instituto de Biología UNAM, se pusieron en cajas de Petri de 15 cm de diámetro, los huevecillos recolectados, estas fueron previamente etiquetadas con la fecha, número de huevecillos y lugar de procedencia.

Conforme eclosionaban las larvas se trasladaban con un pincel suave del número cero a trozos de maguey colocados en frascos de vidrio de 10 cm de largo por 3.5 cm de diámetro, posteriormente éstos se cerraban con tapas modificadas a las cuales se les había quitado la parte superior para ser substituida por una malla de cobre muy fina, la cual le permitía a la larva el intercambio gaseoso.

Los frascos se pusieron en posición tangencial, simulando la posición natural de la penca, en una cámara de cultivo marca "Felisa", modelo FE133A, a una temperatura de 24 a 26 grados centígrados y 75% de humedad en completa obscuridad, cambiándose el trozo de maguey cada tres días, hasta que llegaron al estado de prepupa, posteriormente eran colocadas en frascos ya sin alimento, sexándose al pupar y manteniéndose en éstas condiciones hasta poco antes de emerger las mariposas.

4.2.5 DESARROLLO EN MACETAS

Para saber cuál era la talla ideal del maguey en el desarrollo del gusano, se optó por plantar hijuelos de los magueyes infestados con huevecillos en macetas de plástico del número 9, estos tenían una talla de 30 a 50 cm.

Ya sembrados los magueyes, se acondicionaron en un cuarto con buena iluminación y termómetro, éstos se regaron dos veces por semana.

4.2.6 ELABORACION DE DIETAS EXPERIMENTALES.

Para tratar de criar las larvas de Aegiale (Acentrocneme) hesperiaris K., en el laboratorio se elaboraron dietas merídicas y oligídicas (cuadro 5), las cuales contenían los nutrimentos básicos para este organismo, ensayándose, con el objeto de lograr que se desarrollaran vigorosamente, de tal suerte que en estado adulto se obtuviera una óptima reproducción, y demostrar que de ésta manera se puede ayudar a repoblar en sitios adecuados a la especie utilizando ésta técnica.

4.2.7 DESARROLLO EN DIETA ARTIFICIAL.

Para lograr el desarrollo larval en dieta artificial se procedió a elaborar y diseñar un dispositivo experimental (fig. 2 y 3), en el cual se pudiere colocar, retirar y limpiar las dietas artificiales, además de permitir un manejo práctico y adecuado de estos organismos en el laboratorio.

En el dispositivo experimental se colocaron 150 larvas para cada dieta las cuales se obtuvieron de los huevecillos colectados en el campo; todas las larvitas fueron manipuladas con un pincel fino del número cero.

4.2.8 TECNICAS DE LAVADO Y ESTERILIZADO.

Por otro lado, debido a que las larvas eran muy susceptibles de ser contaminadas por hongos y bacterias, se tuvo especial cuidado en esterilizar y limpiar todos los utensilios y materiales que se emplearon en el manejo de estos organismos, siguiendo varias técnicas asepticas como las que se muestran en el cuadro número cuatro (Gaviño et al., 1975).

4.2.9 APARATO REPRODUCTOR.

Para realizar este estudio, se escogieron mariposas hembras y machos vírgenes, sexualmente maduros provenientes de los ejemplares obtenidos en cautiverio. Para esto, se sacrificó a la mariposa en una cámara letal que contenía bisulfuro de carbono, acomodándose posteriormente con alfileres en una caja de petri acondicionada con cera de campeche para hacer su disección y esquema bajo el microscopio estereoscópico marca **American Optical**.

DISPOSITIVO EXPERIMENTAL
PARA LA CRIA DE LARVAS EN
DIETAS ARTIFICIALES

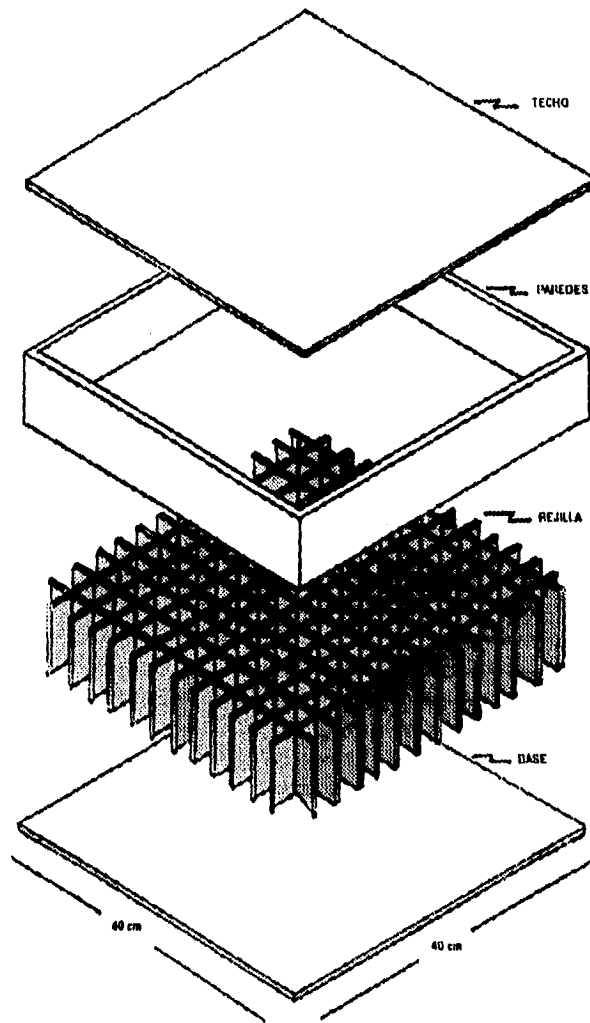


FIGURA 2

DETALLE DEL DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

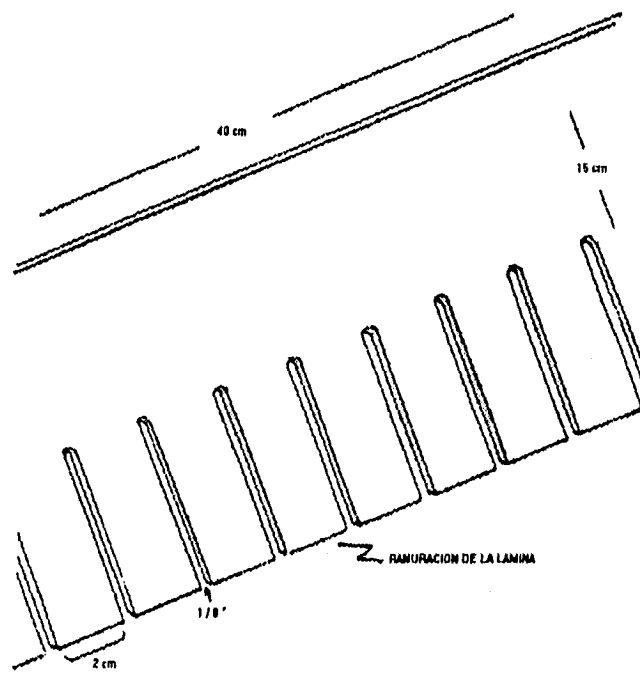


FIGURA 3

CUADRO 4: TECNICA DE LAVADO Y ESTERILIZADO DEL MATERIAL UTILIZADO EN EL LABORATORIO.

Material de cristalería.

OPCION 1

- i) Lavar con agua y jabón utilizando escobillones.
- ii) Enjuagar con agua corriente de la llave, se deja escurrir.
- iii) Esterilizar con calor húmedo a 20 grados centígrados y 20 libras de presión por 20 minutos.

OPCION 2

- i) Lavar con agua y jabón utilizando escobillones.
- ii) Enjuagar con agua corriente de la llave.
- iii) Dejar 24 horas en una solución de hipoclorito de sodio al 10%.
- iv) Enjuagar con agua y se dejan secar.

OPCION 3

- i) Lavar con agua y jabon utilizando escobillones.
- ii) Enjuagar con agua corriente de la llave.
- iii) Dejar enbebidos en una solución de Yodo (20 gotas por litro) durante 24 horas.
- iv) Enjuagar y dejar secar.

OPCION 4

- i) Lavar con agua y jabón.
- ii) Enjuagar.
- iii) Limpiar con alcohol.
- iv) Flamear.

Material de metal.

- i) Todos se lavan con agua y jabón.
- ii) Se flamean con alcohol.

Pencas de maguey y zanahoria.

- i) Lavar con agua y jabón.
- ii) Cortar en pedazos chicos.
- iii) Esterilizar con calor húmedo a 120 grados centígrados y 20 libras de presión.

CUADRO 5: COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Dieta 1		Dieta 2		Dieta 3	
Zanahoria	30 g	* DOC	30 g	Grenetina	25 g
Magüey	30 g	Magüey	30 g	Magüey	30 g
Salvado	22 g	Salvado	20 g	Gérmen de trigo	30 g
Levadura	2.5 g	Levadura	2.5 g	Calcio	1 g
Agar	3.5 g	Agar	16.5 g	Azúcar	10 g
Minerales	3 g	Minerales	3 g	Acido Benzóico	0.2 g
Calcio	1 g	Calcio	1 g	Aureomicina	0.1 g
Azúcar	5 g	Azúcar	7 g	Estreptomicina	0.1 g
Acido Benzóico	0.2 g	Acido Benzóico	0.2 g	Vitamina	0.5 g
Aureomicina	0.1 g	Aureomicina	0.1 g		
Estreptomicina	0.1 g	Estreptomicina	0.1 g		
Vitamina	0.5 g	Vitamina	0.5 g		

Dieta 4		Dieta 5		Dieta 6	
Zanahoria	30 g.	Grenetina	16 g.	Magüey	80 g.
Magüey	30 g.	Magüey	30 g.	Agar	20 g.
Gérmen de trigo	22 g.	Gérmen de trigo	15 g.	Colesterol	0.2 g.
Levadura	2.5 g.	Harina de soya	15 g.	Acido Benzóico	0.2 g.
Agar	10 g.	Calcio	1 g.	Aureomicina	0.1 g.
Minerales	1 g.	Azúcar	10 g.	Estreptomicina	0.1 g.
Caseína	3 g.	Colesterol	0.2 g.		
Calcio	1 g.	Acido Benzóico	0.2 g.		
Azúcar	5 g.	Aureomicina	0.1 g.		
Colesterol	0.3 g.	Estreptomicina	0.1 g.		
Acido ascórbico	0.3 g.	Vitamina	0.5 g.		
Acido sórbico	0.5 g.				
Acido Benzóico	0.2 g.				
Aureomicina	0.1 g.				
Estreptomicina	0.1 g.				
Vitamina	0.5 g.				

Dieta 7					
Pulpa de Magüey	30 g.	Agar	10 g.	Acido ascórbico	0.3 g.
Acido sórbico	0.5 g.	Acido Benzóico	0.2 g.	Estreptomicina	0.1 g.

* D.O.C.: Desechos orgánicos caseros.

4.2.10 CRUZAS MANUALES

Para lograr el acoplamiento artificial, se sexaron y fecharon las pupas, incubándolas a 25° C y 80 % de humedad relativa. Todos los días se revisaron las pupas cuidadosamente y cuando una presentaba características de emergencia (obtenidas como se explicó en el punto 4.2.3) se trasladaba a una jaula hecha de tül (con dimensiones de 50 X 50 X 50 cm) para que ahí emergiera, anotando el día de surgimiento de la mariposa.

Una vez emergidas, se dejaban cuatro días para asegurar su madurez sexual y sólo entonces, se tomaban parejas de hembras y machos vírgenes de edad reproductiva similar para ser acoplados.

El acoplamiento consistía en estimular manualmente los genitales de las mariposas para luego presionar con los dedos índice y pulgar en un sentido dorsoventral, para que el macho evertiera sus estructuras copuladoras y la hembra abriera sus valvas o placas genitales, una vez logrado esto, se acoplaban manualmente bajo un microscopio estereoscópico presionando un poco más al macho, imitando los movimientos típicos del acoplamiento (reportados previamente en otras especies) para asegurar la eyacuación, separándoseles al final.

Después la hembra era aislada nuevamente en una jaula de tül más grande (de 1.30 X 1.50 X 2.00 mts.), que contenía hijuelos de magueyes en macetas, para verificar la oviposición si es que se presentaba, contando el número y evaluando la fertilidad de los huevecillos.

4.2.11 INSEMINACION ARTIFICIAL.

Para realizar ésta técnica se utilizaron machos vírgenes sexualmente maduros, obtenidos como se describió en el punto anterior, los cuales se sacrificaron y disectaron bajo microscopio con la finalidad de obtener muestras de esperma, el cual fué recolectado con una micropipeta marca **Pipetman Gilson modelo 611025-N**, al mismo tiempo se preparó una hembra virgen sexualmente madura, la cual fué estimulada manualmente para abrir sus valvas e introducir inmediatamente por medio de la micropipeta 0.001 ml de la muestra colectada; posteriormente la hembra era aislada en una jaula de tül para ser observada.

5. RESULTADOS

5.1 EVALUACION DE LAS CONDICIONES DE OVIPOSICION EN LOS SITIOS DE ESTUDIO

5.1.1 Estado de México

5.1.1.1 San Mateo

En ésta localidad se encontraban largas hileras de magueyes utilizadas para separar las diferentes milpas, siempre junto a canales de riego, cabe decir que había varias casas alrededor de los campos de cultivos y que las hileras de magueyes se encontraban al lado de una terracería muy transitada por camiones y gente, es decir muy alterada.

Se contaron 921 huevecillos, rastreados en un área aproximada de dos kilómetros cuadrados; la oviposición se presentó principalmente en la parte media e interna de las pencas; encontrándose cúmulos de uno a quince huevos, siendo más frecuentes las acumulaciones de tres, cuatro y seis huevecillos.

Aquí fue interesante encontrar un huevecillo ovipositado sobre un anuncio de papel que estaba adherido a un poste de madera; otro aspecto llamativo fue el encontrar un huevecillo ovipositado encima de otro.

En esta localidad no se encontraron parasitoides en los huevecillos, y la infertilidad fue de 1.19 %.

5.1.1.2 Zumpango

Aquí los magueyes también se encontraban en hilera separando campos de cultivo, como a unos 300 mts. de la laguna de Zumpango, se rastreó un kilómetro cuadrado, encontrándose 102 huevecillos. Este sitio es utilizado para hacer días de campo por lo que en ciertas temporadas hay muchos visitantes, y perturbación temporal para las mariposas.

La oviposición se observó en las pencas internas y externas, con cúmulos de dos y cuatro huevecillos

El porcentaje de parasitoides en los huevos fue de 1.96 % y el de infertilidad también fue de 1.96 %.

5.1.1.3 San Juan Zitlaltepetl.

Este lugar presentaba una parte con milpas y casas delimitadas por hileras de magueyes, y otra de campo abierto con magueyes silvestres (Agave atrovirens), en la primera zona fué donde se encontraron la mayoría de los huevecillos.

El área rastreada fué de aproximadamente un kilómetro cuadrado, encontrando 112 huevecillos, ovipositados en cúmulos de uno a doce, en la parte interna y externa de las pencas.

El porcentaje de parasitoides en los huevecillos fué de 1.78 % y el de infertilidad de 1.78 % .

5.1.1.4 San Bartolo Morelos

Esta zona se encuentra en terrenos inclinados las construcciones son pocas, sólo en algunos terrenos se siembra maíz, la distribución de los magueyes es irregular.

Se contaron 37 huevecillos en un área de 0.5 kilómetros cuadrados, la oviposición se presentó en las pencas internas.

El porcentaje de parasitoides fue de 10.81% y el de infertilidad de 2.70%.

5.1.1.5 Apipihuilco

Esta zona se encuentra al lado de la carretera federal, en una pendiente ligera, presenta unas pequeñas magueyeras.

Sólo se contaron 48 huevecillos, en un área de aproximadamente un kilómetro cuadrado, la oviposición se presentó en la parte media.

El porcentaje de parasitoides observado en los huevecillos colectados fué de 8.33 % y el de infertilidad de 2.08 %.

5.1.1.6. San Bartolo Oxtotitlán

Las observaciones se hicieron en un lugar enclavado entre varios montes de pino y oyamel, en el cual se han intercalado algunos cultivos de maguey. Aquí se contaron 68 huevecillos ovipositados en un área de 1.5 kilómetros cuadrados, estos estaban colocados en las pencas medias e internas.

Hubo un 11.76 % de huevecillos con parasitoides y 2.90 % de infertilidad con respecto al total colectado.

5.1.2. Hidalgo

5.1.2.1. Sto Tomás

En ésta localidad se montó una estación para acopio de información, la cual se ubicaba específicamente en un cerro llamado el tezontlito, aproximadamente a tres o cuatro kilómetros del pueblo, presenta varias hectáreas sembradas con maguey.

Aquí se contaron 691 huevecillos ovipositados en un área de seis kilómetros cuadrados, estos se encontraban en las pencas medias y externas, en cúmulos de tres a ocho.

El porcentaje de parasitoides en los huevecillos fué de 13.02 % y el de infertilidad de 2.90%.

5.1.2.2 Tepeapulco

Se rastreó en 0.5 kilómetros cuadrados, observándose en ésta zona cultivos de maíz y trigo, los magueyes se encontraban en hileras delimitando las propiedades de ese lugar, otros estaban distribuidos al azar en grupos de tres a cinco magueyes, al lado de aquellas había depósitos de agua estancada de olor fétido, también se observaron aves de corral escarbando cerca de los magueyes.

Se localizaron de uno a seis huevecillos por grupo en el primer tercio y en la parte media de la penca tanto en el haz 5% como en el envés 95%, se contaron 39 huevecillos. La oviposición fué en las pencas medias y externas.

El porcentaje de parasitoides fué de 10.25 % y el de infertilidad de 2.5%.

5.1.2.3 Apan.

Tradicionalmente fué considerada como la capital del gusano blanco, debido a la gran cantidad de magueyeras que existían, las cuales eran destinadas a la elaboración de pulque, sin embargo en la actualidad, debido a la baja rentabilidad de la producción de pulque, varios de estos cultivos fueron cambiados por otros como: cebada, avena y maíz, de tal suerte que hoy en día quedan pocas hectáreas sembradas con maguey.

En ésta localidad se puede apreciar claramente que las poblaciones naturales han disminuido drásticamente, al punto que después de recorrer una amplia zona no se encontró actividad de las mariposas.

5.1.3 Tlaxcala

5.1.3.1 Calpulalpan

En ésta zona las magueyeras son muy extensas, se encuentran cerca de la carretera, aquí los agricultores se dedican a la explotación del pulque y para evitar plagas se ven obligados a usar insecticidas los cuales son asperjados por avionetas; las construcciones son escasas y casi no hay árboles.

Sólo se contaron 58 huevecillos ovipositados en una área de cuatro kilómetros cuadrados; el porcentaje de parasitoides fué de 10.34 % y el del huevecillos infértiles fué de 1.72 %.

5.2 EVALUACION DEL PORCENTAJE DE PARASITOIDES, INFERTILIDAD Y ABUNDANCIA A NIVEL DE HUEVO.

En el siguiente cuadro se presentan los datos resumidos de abundancia, parasitoides e infertilidad de los huevecillos de cada una de las localidades aquí estudiadas.

CUADRO 6: EVALUACION DE LA VIABILIDAD EN HUEVECILLOS

Localidad	Huevecillos (No.)	Area (Km ²)	* Abundancia relativa (H/Km ²)	Parasitoides (%)	Infertilidad (%)	Pérdida Total (%)
San Mateo	921	2.0	408.5	0.00	1.19	1.19
Zumpango	102	1.0	102.0	1.98	1.98	3.92
San Juan Z.	112	1.0	112.0	1.78	1.78	3.57
San Bartolo M.	37	0.5	74.0	10.81	2.70	13.51
Apipihuilco	48	1.0	48.0	8.33	2.08	10.41
San Bartolo Ox.	68	1.5	45.0	11.76	2.90	14.70
Sto. Tomás	691	6.0	115.0	13.02	2.90	15.91
Tepespulco	39	0.5	78.0	10.25	2.50	12.75
Calpulalpan	58	4.0	14.5	10.34	1.72	12.06
TOTAL	2076	17.0				
PROMEDIOS			110.68	7.68	2.18	9.78

* H/km²: Cantidad de huevecillos encontrados por kilómetro cuadrado.

En la segunda columna del cuadro seis se presentan los datos del número de huevecillos encontrados en las diferentes localidades estudiadas, éstos se presentaban agrupados en cuadrantes, o sea que sólo existían en algunas partes de la zona y en otras no, debido principalmente a la conducta de oviposición que presentan las mariposas.

Se puede apreciar que la abundancia de huevecillos por Km² es muy variable, presentándose las mayores densidades en San Mateo y Santo Tomás, y las menores en San Bartolo Oxtotitlán, Calpulalpan y Apipihuilco, estas desigualdades tan acentuadas manifiestan indirectamente las presiones a las que se ven sometidas

las diferentes poblaciones de mariposas, debido principalmente, a la aplicación de insecticidas (Calpulalpan y Apipihuilco) o por el consumo y comercialización no reglamentados que se dan en estas localidades.

En lo que se refiere al porcentaje de parasitoides, se puede apreciar que hay tres localidades donde los porcentajes de infección son muy bajos (San Mateo, Zumpango y San Juan Z.), en comparación con las demás localidades y con el valor promedio de 7.58 obtenido para toda la colecta. Esta diferencia se debe a que los huevecillos de estas tres localidades fueron colectados al inicio de la temporada de oviposición.

La infertilidad observada en todas las localidades, e incluso el valor promedio de 2.19 obtenido para toda la colecta, es bastante homogéneo, ya que las diferencias entre cada localidad no son significativas.

La pérdida total a nivel de huevecillos, está dada por el porcentaje de parasitoides más el de infertilidad, o sea, que es el resultado de todos aquellos huevecillos que no originaron larvas.

Todos estos parámetros a nivel de huevecillos es importante evaluarlos porque por un lado permiten comparar los resultados de viabilidad natural con la viabilidad obtenida en las cruzaas manuales e inseminaciones artificiales, y por otro lado, para estimar indirectamente el impacto poblacional que han sufrido las mariposas en los sitios de estudio.

5.3. EVALUACION DE LA TEMPERATURA INTERNA DE LAS PENCAS.

Debido a que el estado larvario de esta especie es el que dura más tiempo en el ciclo de vida, se consideró registrar las variaciones en la temperatura interna de la peca, para poder inferir los cambios en el desarrollo larval con base a este importante parámetro, los valores obtenidos se presentan en el cuadro siete.

CUADRO 7: TEMPERATURAS REGISTRADAS EN DIFERENTES ALTURAS DE LAS PENCAS DE Magueyes DE DIFERENTES LOCALIDADES.

Localidad	Temperatura Ambiente °C	Hora	Temperatura interna de la Peca °C			Posición de la Peca	Altura del Maguey (mts.)
			APICAL	MEDIA	BASAL		
San Mateo	12	9:00	12.0	14.0	14.0	externa	1.20
	12	9:02	12.0	12.0	12.0	externa	0.50
	12	9:03	12.0	13.0	14.5	externa	1.80
Zumpango	20	11:00	20.0	19.0	18.0	externa	1.87
	20	11:02	20.0	20.0	19.0	externa	1.30
	20	11:04	20.0	21.0	21.5	externa	0.80
Sanito Tomás	12	13:08	12.0	18.0	18.0	externa	1.60
	12	13:12	12.0	18.0	18.0	externa	1.53
	12	13:15	12.0	18.0	18.0	externa	1.80
	12	13:20	12.0	18.0	18.0	externa	1.68
	12	13:25	12.0	18.0	18.0	externa	1.65
	12	13:30	12.0	18.0	18.0	externa	1.69
San Juan Zifampet	12	18:18	12.0	14.0	14.0	externa	1.10
	12	18:23	12.0	13.0	14.0	externa	1.25
	12	18:30	12.0	14.0	15.0	externa	1.32
	12	18:42	13.0	14.0	14.0	externa	1.12
Distrito Federal Ciudad Universitaria (Jaulas)	15	15:00	18.0	18.0	18.0	externa	1.60
	15	15:02	18.0	18.0	18.0	externa	1.50
	15	15:04	18.0	18.0	18.0	externa	1.45
	15	15:05	18.0	18.0	18.0	externa	1.50
Tepeapulco	15	15:05	15.0	18.0	18.0	externa	1.20
	15	15:10	16.0	17.0	18.0	externa	1.23
	15	15:17	15.0	18.0	18.0	externa	1.27
	15	15:23	15.0	15.0	17.0	externa	1.21
Calpulalpan	28	17:00	40.0	38.0	33.0	externa	1.75
	28	17:03	29.0	32.0	30.0	media	1.75
	28	17:07	27.0	31.0	29.0	interna	1.50
	28	17:09	34.0	30.0	32.0	media	1.50
	28	17:10	29.0	33.0	35.0	media	1.50
	28	17:12	28.0	35.0	34.0	media	1.50
	28	17:14	33.0	35.0	33.0	interna	1.50
	28	17:20	29.0	34.0	35.0	media	0.50
	28	17:25	28.0	36.0	36.0	media	0.60
	28	17:25	28.0	36.0	36.0	media	0.60
San Bartolo Morelos	19	19:00	18.0	23.0	24.0	externa	1.68
	17	19:04	18.0	20.0	23.0	media	0.80
	18	19:08	18.0	18.0	20.0	externa	0.30
	18	19:10	18.0	19.0	22.0	externa	0.20

Con base en los valores de temperatura medidos en el interior de las pencas, de diferentes magueyes ubicados en las localidades de estudio, y a diferentes horas, se puede concluir, que ésta varía dependiendo de su grosor, cuando la peca es más gruesa tarda mucho en absorber el calor generado por los rayos del sol y consecuentemente tarda mucho en perderlo, en cambio cuando es delgada se incrementa rápidamente su temperatura y de la misma manera lo pierde al enfriarse el medio ambiente en el que se encuentra.

Otro factor que influye notablemente en la temperatura interna de la penca es la posición que ésta guarda con respecto a las demás, ya que normalmente algunas pueden quedar a la sombra por algunas horas, ocasionando que tarden un poco más en calentarse cuando hay sol y lógicamente se enfrían más rápido cuando este se oculta.

Por otro lado también influye la posición de la penca con respecto a los rayos solares, ya que las pencas que están más perpendiculares a éstos, absorben mucho más calor que aquellas que se encuentran más tangencialmente, y como consecuencia las primeras se calientan más rápidamente que las segundas.

5.4 OBSERVACIONES ETOLOGICAS EN CONDICIONES NATURALES

5.4.1 CONDUCTA DEL ADULTO

5.4.1.1 Alimentación

En los diferentes sitios de estudio, la vegetación es muy similar, encontrándose en el otoño (época de la actividad de las mariposas), las siguientes especies en floración:

- | | |
|---------------------------------------|------------------|
| - <u>Castilleja cadenses</u> B. | (Florulaleaceae) |
| - <u>Salvia</u> sp. | (Labiaceae) |
| - <u>Moruxia</u> sp. | (Bignoneaceae) |
| - <u>Loesenia mexicana</u> L. y B. | (Compositae) |
| - <u>Stevia tomentosa</u> H., B. y K. | (Compositae) |
| - <u>Bouvardia ternifolia</u> C. y S. | (Rubiaceae) |
| - <u>Dalea bicolor</u> B. | (Leguminoseae) |

Además de las flores de los magueyes de la región Agave atrovirens K. y A. salmiana (Gentry, 1982), sin embargo, sólo en raras ocasiones se pudo observar que se posaran las mariposas en alguna de esas flores, pero sin libar absolutamente nada, por lo que se puede concluir que esta especie no se alimenta en estado adulto.

5.4.1.2 Sitios de Refugio

Las mariposas sólo presentan actividad en el ocaso y en el amanecer, ocultándose durante el resto del día, concluyendo que son de hábitos crepusculares.

En campo abierto las mariposas se ocultan en las ramas de las siguientes plantas: los mezquites, huizaches, pirules, encinos y oyameles, en donde logran un efecto de criptosis formidable, además entre las pencas de los magueyes, en cuevas y oquedades.

Cuando se encuentra alguna construcción cerca de los magueyes, éstas se ocultan en los tejados, en los socavados de los muros de roca ó adobe, en las bodegas, en potreros y en corrales techados.

5.4.1.3 Cortejo

Esta actividad se observa en las primeras horas de la mañana cuando empiezan a salir los rayos del sol y en el ocaso cuando éstos desaparecen, combinado con poco viento y una temperatura no menor a 4° C.

Entonces las mariposas aparecen volando en grupo, normalmente más machos que hembras en proporción de tres a uno, cuando las parejas se forman, éstas se separan del grupo y realizan varias series de vuelos rápidos y cortos, describiendo figuras elípticas en forma de ochos, intercalándolas con círculos, las cuales se hacen gradualmente más cortos, desplazándose de esa manera por varios metros, ascendiendo y descendiendo hasta que se pierden en el firmamento, esto no dura más de cuatro minutos.

Cabe señalar que en todo este proceso se escucha un zumbido muy particular que realizan normalmente las hembras con sus alas.

5.4.1.4 Cópula

Se hicieron varios seguimientos de las mariposas en todas las localidades en los horarios de actividad de éstas, sin embargo no se pudo observar este evento debido a que después del cortejo volaban tan rápido que se perdían en el firmamento, además la orografía de esos lugares era muy abrupta, y con muchos arbustos y cactáceas, lo que sumado a la obscuridad dificultaba considerablemente el realizar ésta observación.

5.4.1.5 Oviposición

Esta se pudo apreciar en pocas ocasiones y sólo en las primeras horas de la mañana (entre las 4:30 y 6:30 Hrs.), en general las mariposas ya gravidas están más pesadas por lo que sus vuelos son más cortos y erráticos, cuando se posan en un maguey en el 98 % de los casos se dirigen hacia el envés de la penca, una vez allí inclinan su abdomen hasta casi tocar la cutícula, entonces abren sus valvas y depositan el huevecillo adheriéndolo inmediatamente con una substancia cementante a la penca, generalmente al principio de la oviposición adhiere los huevecillos en la penca formando cúmulos que van de 3 a 6 y en raras ocasiones de hasta 15 huevecillos, al cabo de unos días, hacia el final de su periodo de oviposición, pone huevecillos aislados ó cuando mucho en parejas.

5.4.2 CONDUCTA LARVAL.

No se pudo estudiar adecuadamente en el campo debido a que, como todo el desarrollo larval se lleva a cabo en el interior de la penca y los dueños de las magueyeras en general no permitían que se podaran las pencas de sus plantas, mencionando que se perjudican mucho por la extracción de un gusano; por tal motivo las observaciones que se hicieron en el campo fueron muy limitadas, sin embargo, éstas se describirán y completarán, junto con las observaciones larvales hechas en condiciones de cautiverio, dicho evento en particular no altera en nada el desarrollo normal de las larvas, por lo que es válido describirlo de esa manera en el punto 5.5.2.

NOTA: Por el mismo motivo, las observaciones a nivel de pupa y el surgimiento de los adultos se explicarán en el siguiente capítulo.

5.5 OBSERVACIONES ETOLÓGICAS EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO

5.5.1 CONDUCTA DEL ADULTO

5.5.1.1 Alimentación

Prueba 1 : Pese a que se invirtió mucho tiempo en las jaulas para tratar de observar si las mariposas se alimentaban de alguna de las flores introducidas en éstas, los resultados fueron negativos, ya que en ningún momento se constató que libaran las flores.

Prueba 2 : En este caso, tampoco se observó que libaran las sustancias endulzadas que se colocaron en las cajas de petri, sólo en una ocasión se encontraron escamas de una mariposa que se posó en la caja de petri que contenía la dilución de azúcar al 50 %, lo que permite suponer que estuvo allí, sin embargo, es difícil afirmar que libó, pues las mariposas ya tenían una edad avanzada.

Las mariposas de esta especie presentan un aparato bucal bien desarrollado, con una espiritrompa larga, sin embargo, se pudo confirmar que en ningún momento la emplearon para alimentarse por lo que, con los resultados observados en el campo y con estas pruebas, se ratifica la conclusión de que ésta especie no se alimenta en estado adulto.

5.5.1.2 Sitios de Refugio

En este caso los lugares estaban confinados a lo que se encontraba dentro de las jaulas. Aquí, se observaron a las mariposas varias veces sobre la tela de tül, a diferentes alturas, siempre en dirección a la salida del sol al amanecer, otras veces entre los magueyes y en raras ocasiones en el suelo (principalmente mariposas viejas) ó en otra planta. A los nichos artificiales hechos de unicel que simulaban una pequeña cueva, no le hicieron ningún caso.

5.5.1.3 Cortejo

Las mariposas cambiaron su conducta de cortejo en condiciones de cautiverio, ya que no realizaron los vuelos característicos observados en su hábitat natural, lo único que se apreció fueron los zumbidos que hacen con las alas, pero nunca se observó acercamientos entre los adultos de diferentes sexos.

5.5.1.4. Cópula

No se pudo observar en condiciones de cautiverio, debido a que en un par de ocasiones no se estuvo presente en la madrugada en el corto tiempo que las mariposas muestran actividad (4:30 a 6:00 a.m.), sin embargo, es seguro que la realizaron, ya que ovipositaron huevos fértiles sobre los magueyes de la jaula 1.

5.5.1.5 Oviposición

A pesar de que no se observó la cópula, algunas hembras ovipositaron 98 huevecillos infértiles y 17 fértiles, y las demás en cambio no ovipositaron nada, sin embargo, éstas últimas presentaron el abdomen marcado con muchos huevecillos, que por algún motivo no pudieron ovipositar, muriendo pocos días después cargadas de huevecillos.

5.5.2 CONDUCTA LARVAL

El pequeño embrión se puede observar a trasluz, a los 20 días de haberse ovipositado el huevo, presentando una postura en forma de media luna, e incluso se aprecia cuando hace pequeños movimientos.

La larvita L1 (estadio 1) eclosiona del huevecillo a los 25 días en promedio, para ello empieza a horadar con pequeños mordiscos el micrópilo u " ombligo " (pequeña depresión en la parte superior del huevo), utilizando sus fuertes mandíbulas, hasta que forma un círculo lo suficientemente grande para sacar la cabeza (que en ese momento constituye la parte más grande de la larva) y luego el resto del cuerpo, este proceso tarda en promedio tres horas.

Sin embargo, cabe hacer notar que si la pequeña larva es molestada por algún depredador (principalmente hormigas), esta no sale y puede permanecer adentro mucho más tiempo, e incluso en algunos casos tarda tanto que se debilita y muere en el interior del huevo.

Una vez afuera la larvita recién nacida, se desplaza aparentemente sin rumbo fijo, subiendo, bajando, rodeando e incluso cambiando de penca o viajando hasta el corazón del maguey (mesontete). Sin embargo, cuando se deciden a penetrar la penca, se observó en todos los casos que el 100% de éstas lo hacen por el envés de la penca.

Para las larvitas L1, cada minuto que pasan fuera de la penca las convierte gradualmente en presas más fáciles para arañas, algunas lagartijas y principalmente para las hormigas.

En otras ocasiones si la larvita pasa por alguna zona de la penca que está manchada con lodo seco o mucho polvo, ésta se cae al suelo, al ser anuladas sus pequeñas ventosas, y si no corren con la suerte de caer en una penca inferior, se pierden en el suelo y mueren.

También puede suceder que la larvita tarde mucho en elegir el sitio de penetración o que los tejidos de la penca estén muy secos y duros impidiéndole la penetración, muriendo en ambos casos por deshidratación e inanición.

Se observa que cuando las larvitas L1 logran entrar en magueyes grandes muy vigorosos la presión de turgencia que generan los tejidos mata a la larvita, o el exceso de agua dentro del tejido las ahoga. Esto se da normalmente en los grandes magueyes pulqueros de quince años de edad o más.

En contraste cuando la larvita L1 elige rápidamente el sitio de penetración, en los magueyes jóvenes y de hasta diez años de edad, lo hace "facilmente", para esto la larvita se detiene un momento en el sitio elegido y después comienza a mover la cabeza a manera de un péndulo por espacio de algunos segundos, y comienza a mordisquear la cutícula de la penca y sus tejidos, hasta que logra entrar totalmente, éste proceso le lleva aproximadamente diez minutos.

Después de esto la planta empieza a secretar una substancia dulce que al secarse forma una estructura gomosa que tapa la entrada de la incipiente galería. A partir de este momento las larvas vigorosas comen vorazmente y aumentan su talla con prontitud, siempre en dirección al mesontete, es decir a donde se localiza la parte más succulenta de la penca.

Si la penetración de la larvita L1 fué en una zona muy succulenta casi no se observan cambios externos en los primeros días (sólo un pequeño manchón café oscuro con un alo amarillento), pero si ésta penetró en una parte delgada de la penca, se aprecia claramente, ya que debido a su acción parasitaria va secando las puntas de la penca y al crecer la galería se va formando por fuera una raya negruzca muy característica, la cual indica su camino.

Aproximadamente después de un mes el tapón gomoso inicial ha sido removido varias veces por la larva con el propósito de sacar el excremento acumulado en la galería, éste es de consistencia pastosa y de un color que va de verdusco a pardo. El remover constantemente el tapón estimula al maguey, el cual secreta abundantes cantidades de substancia gomosa que se oscurecen gradualmente al mezclarse con el excremento de la larva.

Cuando las larvas llegan al tercer o cuarto estadio, sucede algo interesante, más del 30% de ellas, principalmente las que entraron en una parte muy apical de la penca, se salen de su galería, para hacer otra nueva en un sitio mucho más abajo del punto de entrada inicial, e incluso varias de éstas cambian de penca para formarla. Volviéndose nuevamente susceptibles de ser depredadas mientras logran entrar otra vez a la penca, tardando hasta una hora para ello, quedando tapada la entrada con los excrementos de la larva y la resina del maguey.

En esta etapa conforme la larva come, va secretando una sustancia de color rojo óxido, la cual contiene ciertas enzimas que secan y endurecen las paredes de la nueva galería, dándole una consistencia "semileñosa". Ahora los excrementos que saca la larva por el nuevo orificio son muy evidentes éstos parecen semillas de tunas cardonas rojas.

Al llegar al sexto estadio, la larva fabrica un opérculo, el cual no es otra cosa que una compuerta de salida para la futura mariposa, para ello la larva come los tejidos de la penca del maguey hasta llegar a la cutícula, la cual no rompe sino que limpia formando un círculo. Después la larva deja de comer y construye su cámara de pupación, para ello teje un tapón de seda el cual sella la cámara obstruyendo la galería antes formada, y por último adhiere la placa genital al final de la cámara con seda, de tal suerte que la cabeza queda apuntando hacia el opérculo de salida. En este punto la larva queda inmovilizada y sufre muchos cambios fisiológicos y morfológicos que la llevarán a la pupación.

Todo el proceso de desarrollo larval se lleva a cabo en un rango de 200 a 250 días aproximadamente.

5.5.3 OBSERVACIONES A NIVEL DE PUPA

La crisálida es de tipo obtecta y lisa, presenta un collar café muy tenue, en el primer segmento torácico, tiene diez segmentos abdominales, el cremaster es levemente espatulado y presenta muchos ganchos; presentando gradualmente las siguientes tonalidades : blanca, crema, anaranjada, rojiza, café castaño hasta café oscuro y envuelta en una capa cerosa.

5.5.4 SURGIMIENTO DE LA MARIPOSA

Después de pasar 45 días en promedio en el estado de pupa, ya se puede apreciar la coloración de las alas y está lista para emerger, empieza rompiendo la sutura de la cabeza, después la parte ventral en todo el espacio que ocupan las patas y por último se desprende de la parte abdominal, dejando entera la parte de la muda que corresponde al dorso, en ese momento la mariposa se empuja con las patas para salir de la crisálida, la cual está anclada a la cámara pupal.

Después de emerger la mariposa rompe el opérculo con la cabeza y las patas, saliendo de la penca con las alas húmedas y plisadas, permaneciendo inmóvil de dos a tres horas para desplegar y secar sus alas excretando siempre por el ano abundante líquido de color ocre y olor fétido (meconio), además, el abdomen se encuentra hinchado, una vez secas las alas hacen un vuelo escaso y muy corto, pero a las pocas horas se vuelven muy activas.

5.6 PARASITOS Y DEPREDADORES

5.6.1 HUEVO

El principal parasitoide es la larva de la avispa de la familia Scelionide, del género Telenomus sp.. Estas se alimentan avidamente del embrión, desarrollándose dentro del huevecillo en un lapso de 15 a 29 días, para después perforarlo por un lado y salir de 11 a 19 avispietas.

NOTA: Chen y Osorno, (1984) reportaron a la avispa Bracon albipalpis, parasitando un porcentaje bajo de huevecillos, sin embargo, en este estudio no se pudo constatar esto, ya que ningún huevecillo fué afectado por ésta avispa.

5.6.2 LARVA

Es atacada por la bacteria Bacillus sp. , la cual le produce una enfermedad que se manifiesta porque las larvas dejan de comer y se tornan opacas y luego negruzcas, licuándose sus tejidos hasta que mueren, ésto sucedió principalmente cuando se desarrollaban en dietas, en aproximadamente seis por ciento.

También, es atacada por el hongo Entomophthora sp.; la infección se inicia por el epitelio, y se manifiesta porque las larvas dejan de comer y posteriormente se tornan rosadas, hasta que se cubre completamente de este hongo, ocasionándole la muerte, sólo se observó en cuatro ocasiones.

Los depredadores más comunes son:

Hormigas	<u>Liometopum apiculatum</u> M. <u>Crematogaster</u> sp. <u>Monomorium</u> sp.
Pájaro carpintero	<u>Melanerpes aurifrons</u> .

5.6.3 PUPAS

Son depredadas principalmente cuando los opérculos son rotos debido a los cambios de temperatura y humedad, en estos casos las depredan, cochinillas, hormigas, caracoles y tlaconetes.

5.6.4 ADULTOS

Estos son depredados por pájaros como el verdugillo del genero Campylorhynchus sp., el llamado güila (Pipilo fuscus) y varios más, hasta la fecha no determinados.

Además por varios perros, gatos, gallinas y lagartijas (Sceloporus grammicus W. y Sceloporus turguotus W.).

5.7 APARATO REPRODUCTOR

5.7.1 DESCRIPCION DEL APARATO REPRODUCTOR MASCULINO DE Aegiale (Acentrocne) hesperiaris K.

El aparato reproductor masculino presenta un sólo testículo del cual salen dos conductos deferentes, que desembocan en un par de vesículas seminales, las cuales están conectadas con glándulas accesorias tubulares, muy largas, delgadas y sinuosas, y por último de las vesículas sale un conducto eyaculador único, el cual termina en un edeago endurecido que presenta ornamentaciones en forma de dientes en la parte lateral terminal (figura 4).

5.7.2 DESCRIPCION DEL APARATO REPRODUCTOR FEMENINO DE Aegiale (Acentrocneme) hesperiaris K.

Está constituido por dos ovarios, formados por cuatro ovariolas en las cuales se encuentran huevecillos en diferentes estados de desarrollo, aproximadamente de 10 a 13 por ovariola, algunas se presentan con sólo dos o tres y sólo se distingue la vaina, que desemboca en los oviductos laterales, los que a su vez se unen en un oviducto común, que llega al orificio de acoplamiento, al cual desemboca la entrada de la espermateca, ésta a su vez, posee otro conducto que llega cerca del orificio de oviposición, a su vez ahí llega la desembocadura de una glándula. El orificio de acoplamiento es ventral y el de oviposición dorsal. Tanto los escleritos genitales como las valvas están provistos de numerosos pelos sensitivos (fig. 5, 6 y 7).

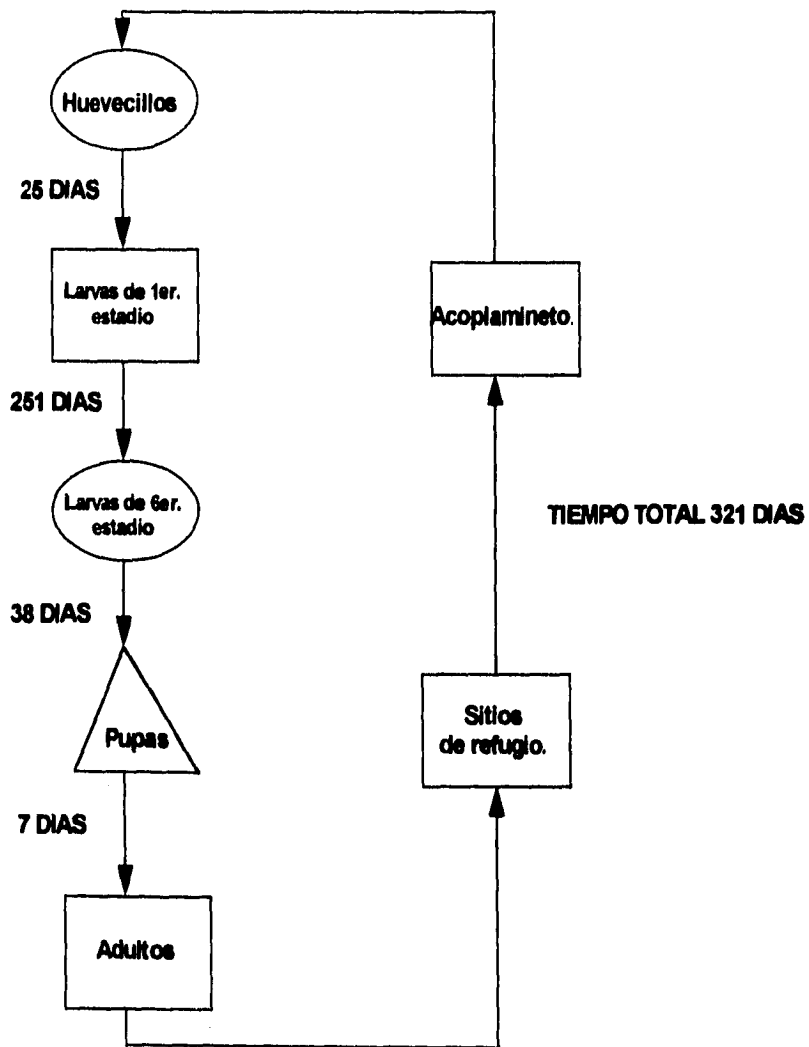
5.8 CICLOS DE VIDA EN DIFERENTES CONDICIONES

A continuación se presentan una serie de diagramas de los ciclos de vida obtenidos en los ensayos experimentales en condiciones de cautiverio y en dietas artificiales, exclusivamente en los casos en que se completo plenamente el ciclo de vida (dieta 4 y 7).

5.8.1 EN CAUTIVERIO JAULA 1

Este ciclo corresponde a lo observado en la jaula 1, a la cual se le acondicionó el suelo con tezontle, presentaba buena iluminación, los magueyes eran regados dos o tres veces por semana en temporada seca, con plantas del lugar de origen y nichos artificiales, simulando lo más posible su hábitat natural.

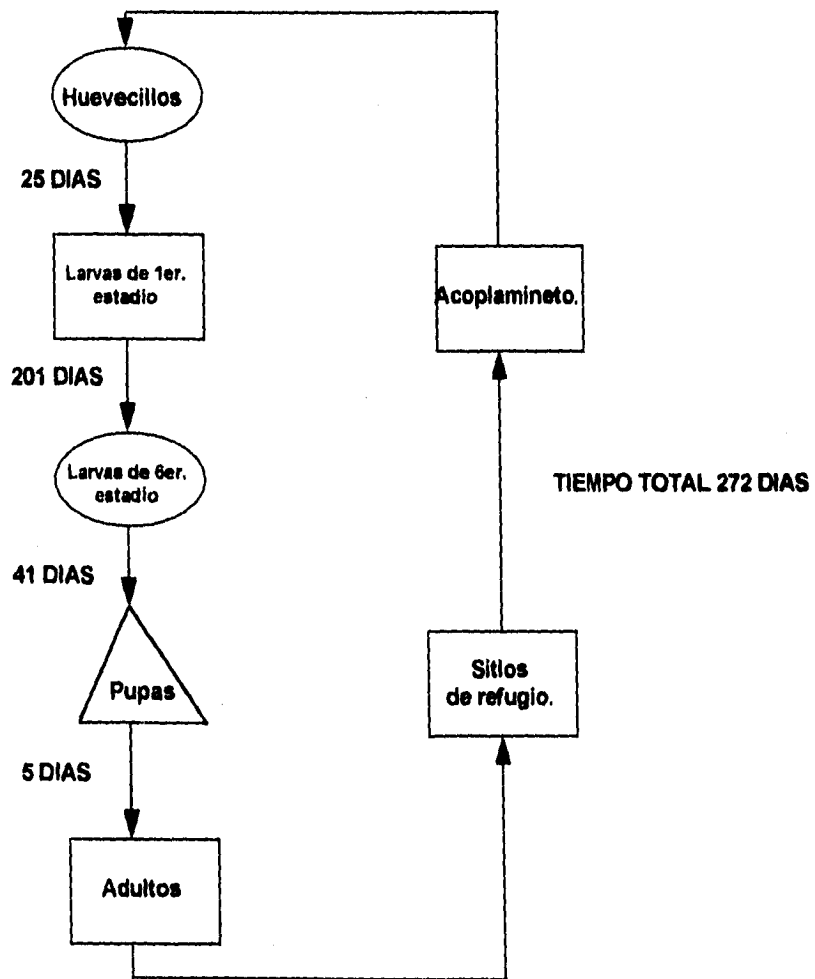
DIAGRAMA DEL CICLO DE VIDA EN CAUTIVERIO
***Aegiale (Acentrocneme) hesperiaris* K.**
JAULA (1)



5.8.2 EN CAUTIVERIO JAULA 2

A ésta jaula no se le preparó el suelo, además por su ubicación estaba más tiempo expuesta a la sombra que en el caso anterior.

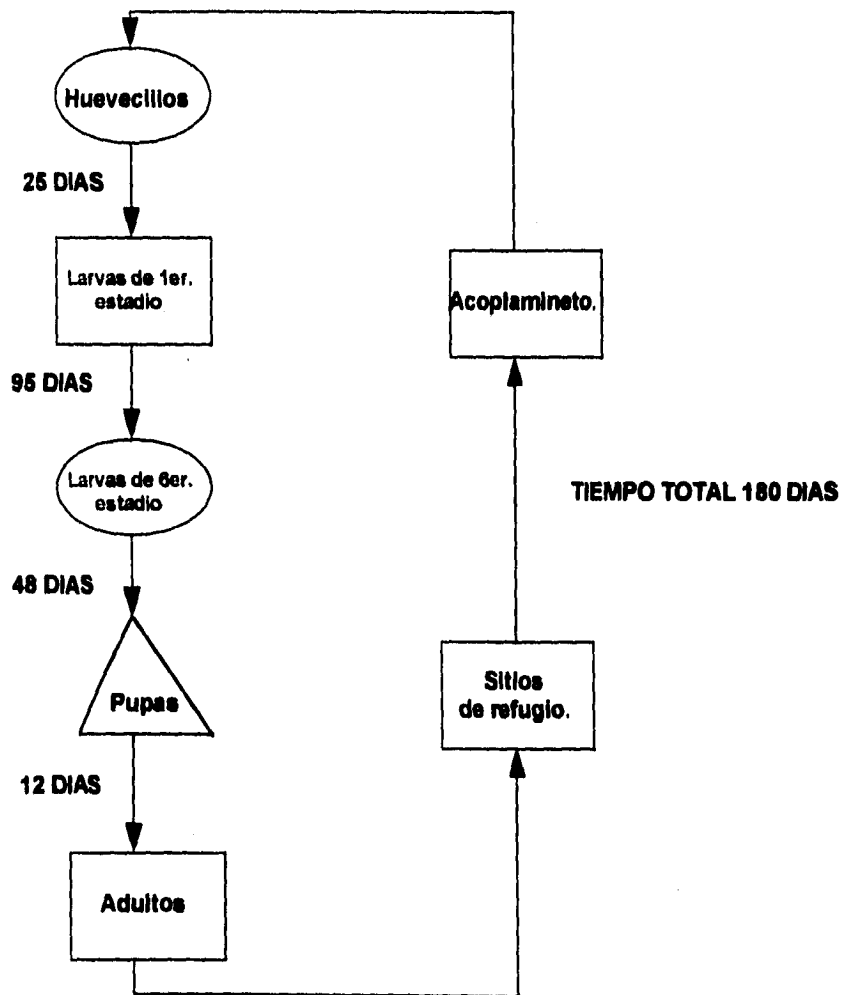
DIAGRAMA DEL CICLO DE VIDA EN CAUTIVERIO Aegiale (Acentrocneme) hesperiaris K. JAULA (2)



5.8.3 EN MACETAS

En este caso, la tierra que se utilizó era tierra preparada con tezontle, las plantas se regaban dos o tres veces por semana, y la iluminación natural era buena.

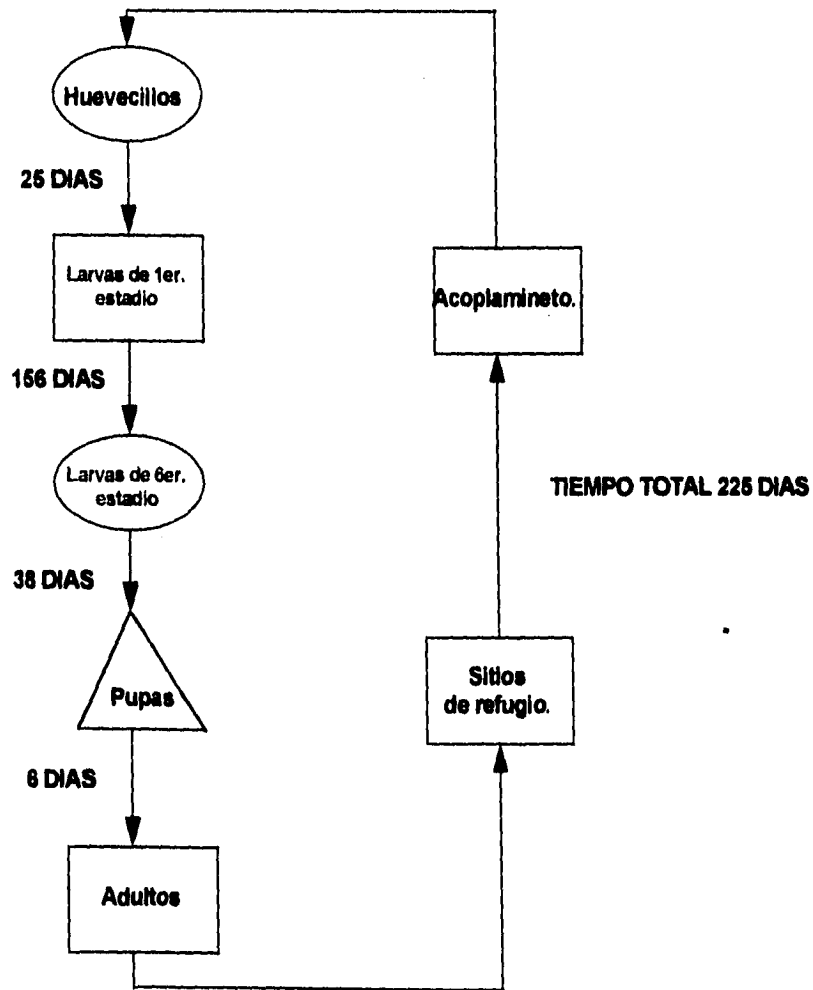
DIAGRAMA DEL CICLO DE VIDA EN CAUTIVERIO Aegiale (Acentroceme) hesperiaris K. MACETAS



5.8.4 DIETA CUATRO

En este caso se cambiaba periódicamente, cada dos o tres días, la temperatura fué de 22° C en promedio y la humedad relativa de 75 %.

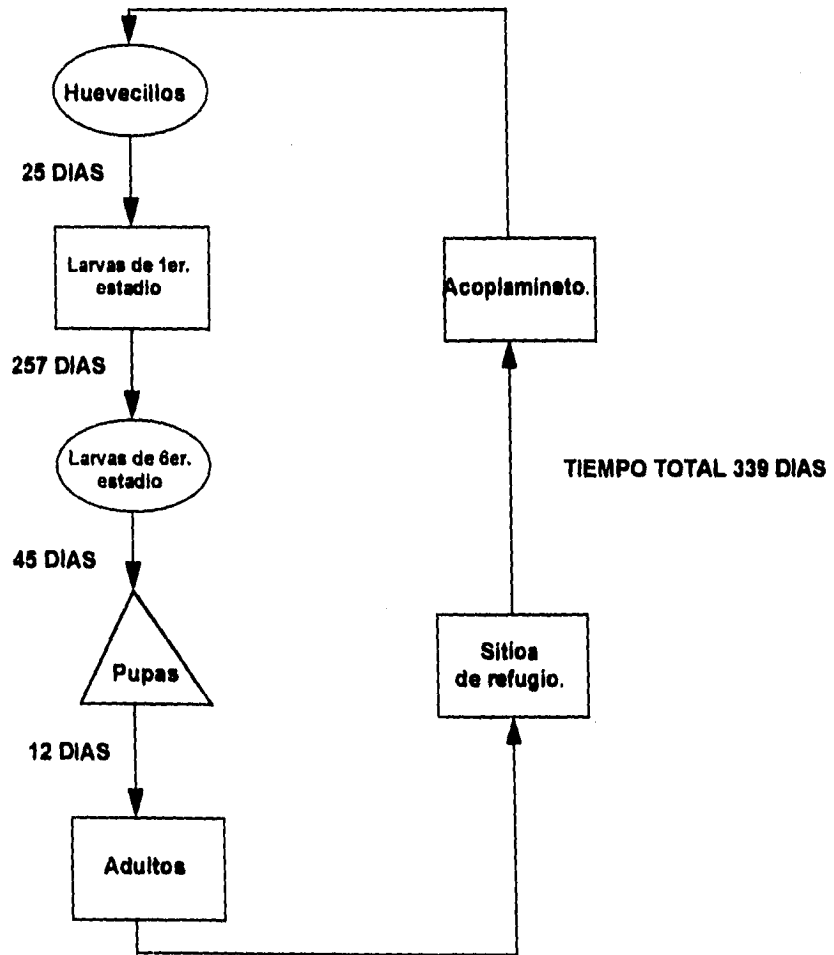
DIAGRAMA DEL CICLO DE VIDA *Aegiale (Acentroceme) hesperiaris* K. DIETA 4



5.8.5 DIETA SIETE

DIAGRAMA DEL CICLO DE VIDA *Aegiale (Acentrocneme) hesperiaris* K. DIETA 7

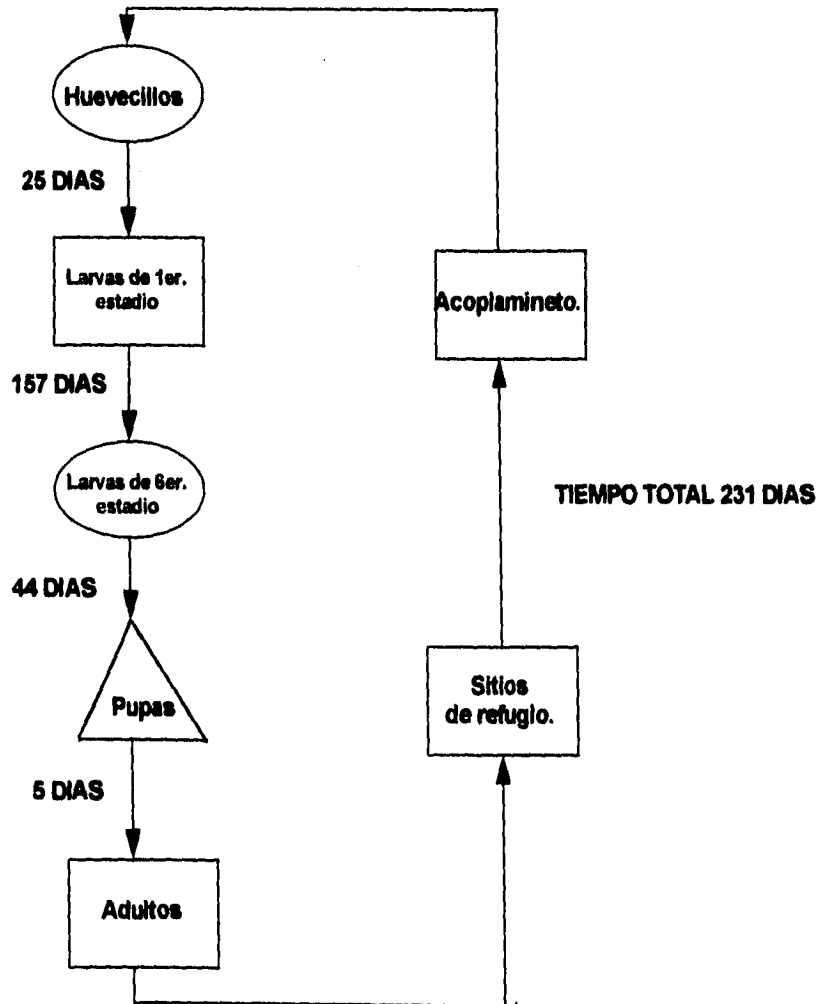
Este ciclo de vida corresponde al ensayo de pulpa de maguey esterilizada, el cual se mantuvo a 22° C y 75% de humedad relativa.



5.8.6 MAGUEY EN TROZOS

Aquí los cambios de maguey se efectuaban dos o tres veces por semana junto con los frascos, los cuales se mantenían inclinados, la temperatura promedio fué de 22° C y la humedad de 75 % .

DIAGRAMA DEL CICLO DE VIDA *Aegiale (Acentrocneme) hesperiaria* K. MAGUEY EN TROZOS.



APARATO REPRODUCTOR
MASCULINO *Aegiale (Acentroceme) hesperiaris* K.

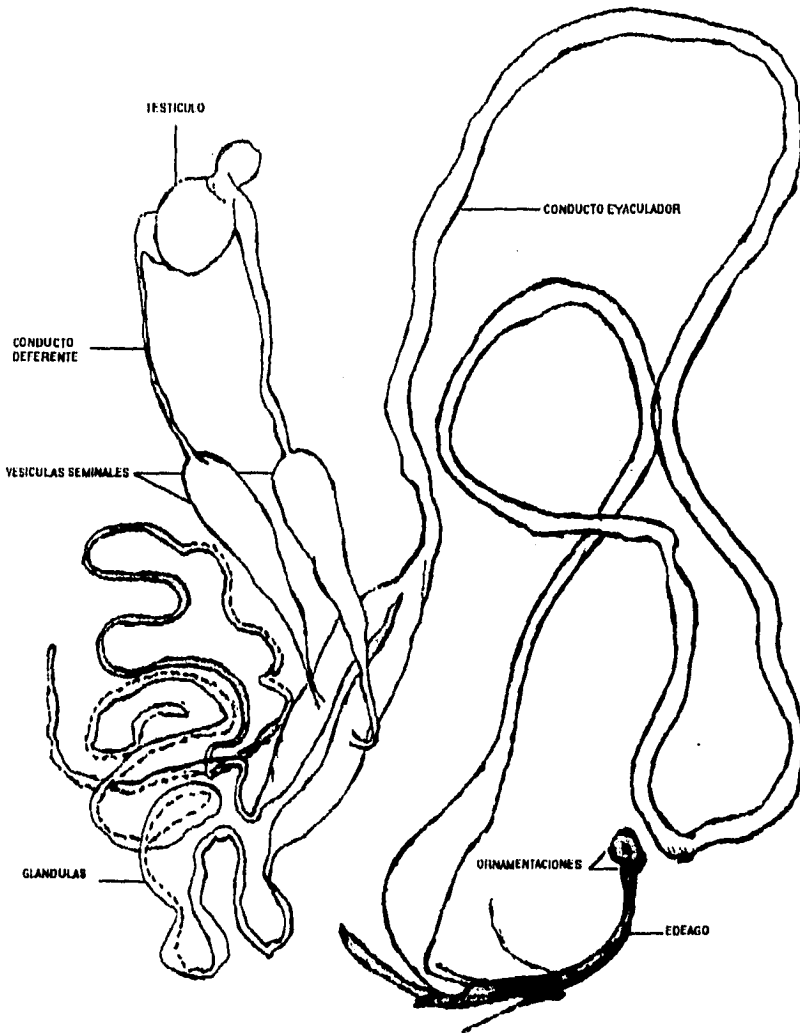


FIGURA 4

GENTILIA, PARTE DEL APARATO
REPRODUCTOR FEMENINO DE
Aegiale (Acentroceme) hesperiaris K.

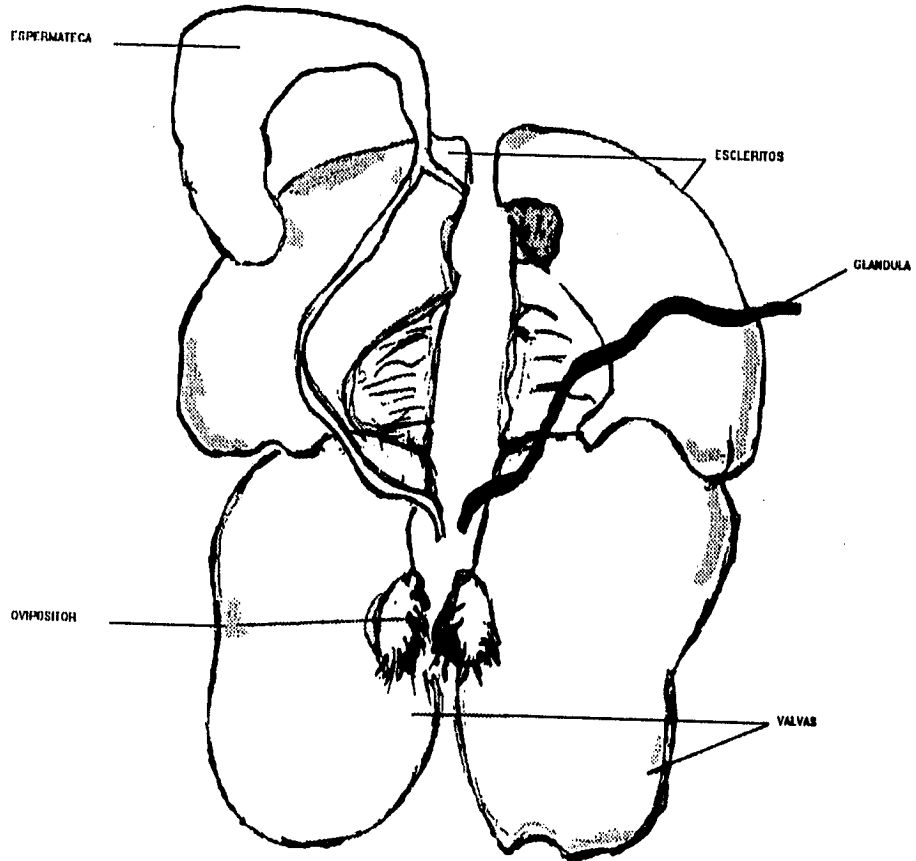


FIGURA 5

APARATO REPRODUCTOR FEMENINO DE
Aegiale (Acentrocneme) hesperiaris K.

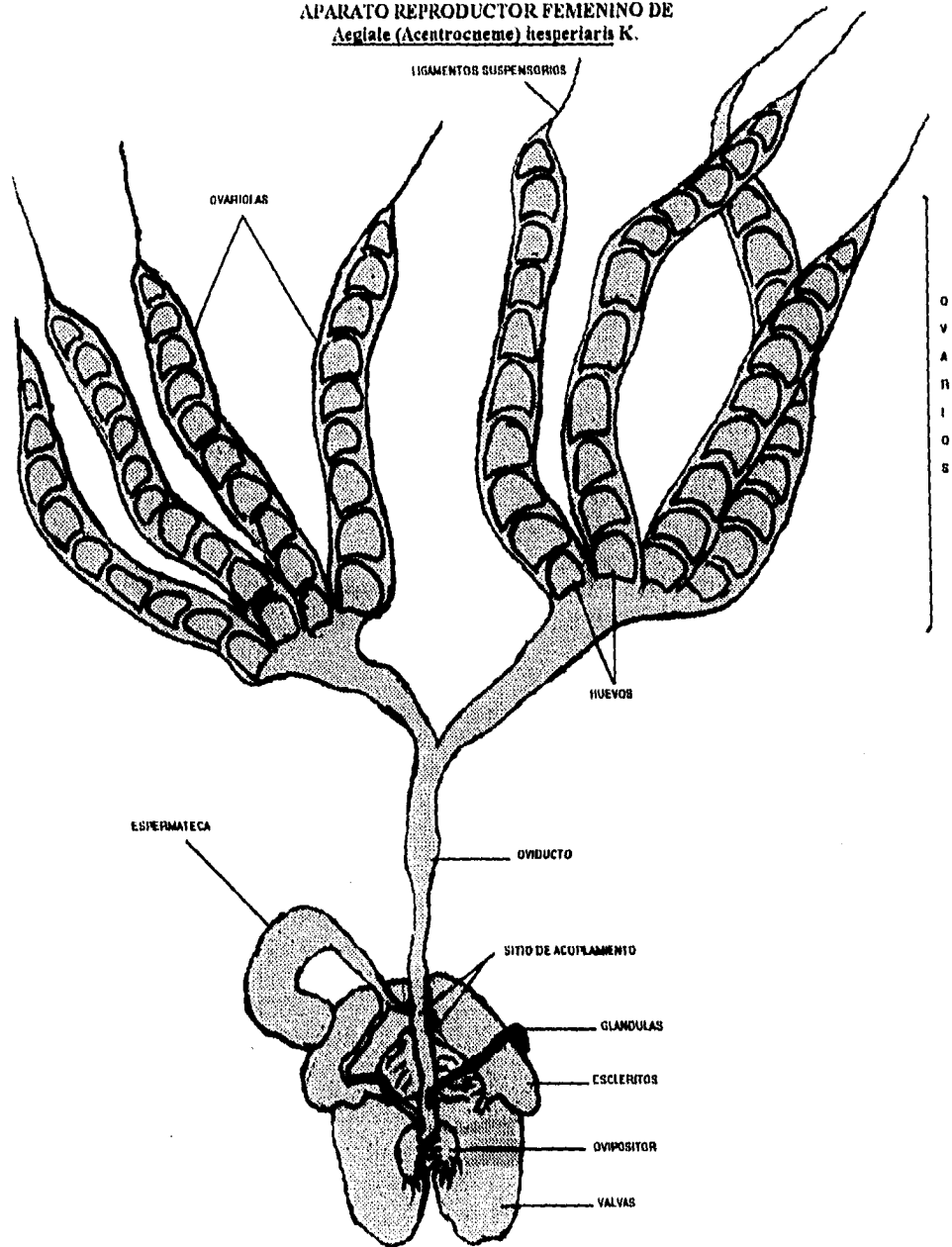


FIGURA 6

ESTADO DE LAS OVARIOLAS DE LOS
OVARIOS DE *Aglaie (Acetroneme) hesperiaris* K.

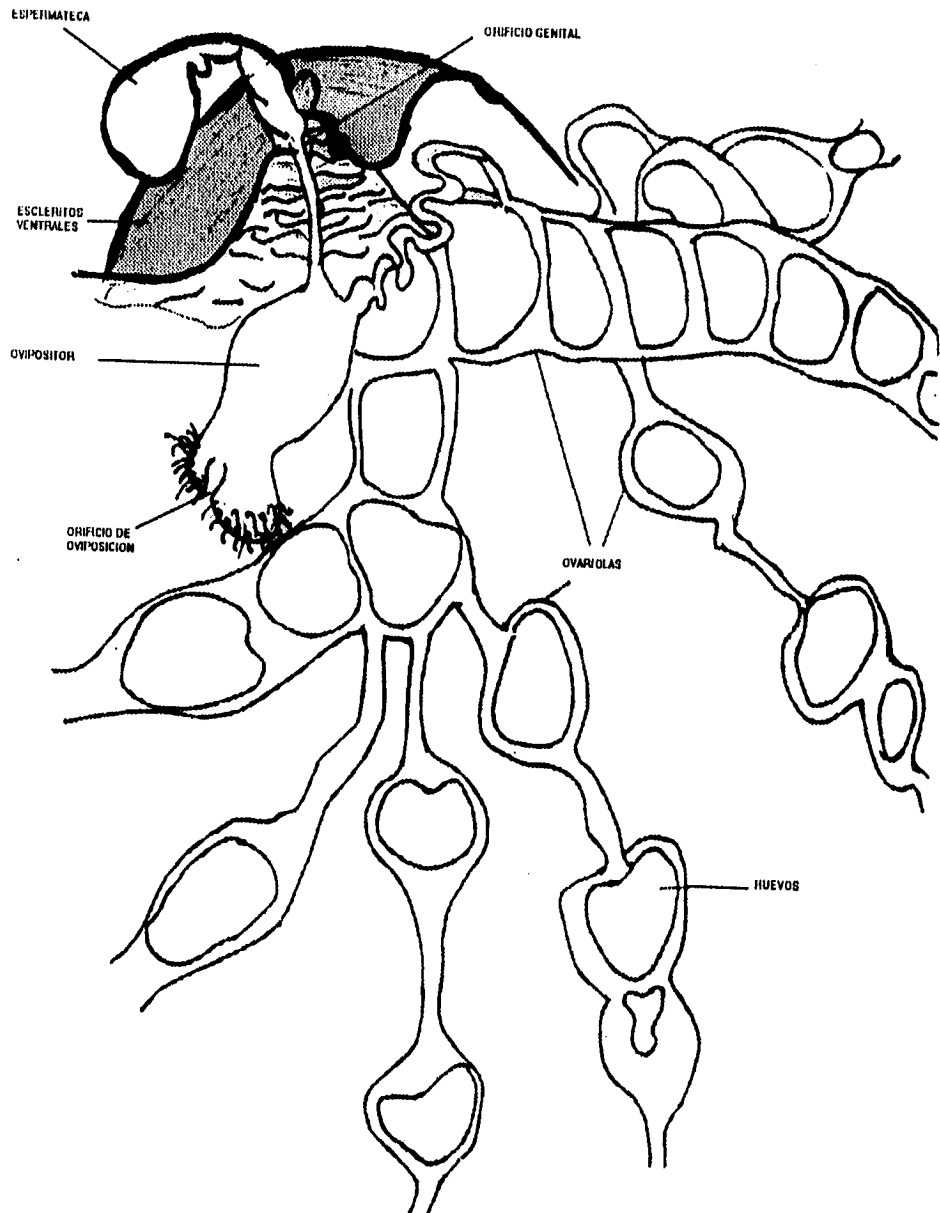


FIGURA 7

5.9 ANALISIS COMPARATIVO DE LOS CICLOS DE VIDA DEL GUSANO BLANCO DE MAGUEY EN DIFERENTES CONDICIONES.

Los ensayos que se realizaron con las dietas artificiales, excepto la dieta cuatro y siete, no funcionaron ya que sólo algunas larvas se desarrollaron hasta el sexto estadio y todas las demás pese a que se tuvo mucho cuidado en la limpieza y manejo murieron por inanición al no aceptar la dieta, otras tantas infectadas por bacterias u hongos, y algunas otras sin explicación aparente.

Por tal motivo sólo se analizaron los datos obtenidos con las dietas en las que se obtuvo el desarrollo completo y se compararon con los resultados de los desarrollos larvales obtenidos en las jaulas, con maguey en trozos y en las macetas (cuadro 8).

El ciclo de vida del gusano blanco de maguey oscila de 6 a 10.7 meses (180 a 321 días), dependiendo de las condiciones en que se encuentre, en condiciones de cautiverio (jaula 1, 2 y macetas) va de 6 a 10.7 meses (180 a 321 días), viéndose por lo tanto que es más corto en el primero, específicamente el referente al cultivo en magueyes muy pequeños, siguiéndole aquel en donde la tierra no estaba preparada y al final aquel en donde la tierra si estaba preparada, si lo comparamos con los ciclos de vida en reportados por Cisneros (1988), vemos que para la primera situación establece de 7 a 9 meses y para la segunda de 6.5 meses, siendo en ambos casos muy parecidos a los tiempos encontrados en este estudio.

En condiciones de laboratorio (dieta 4, 7 y maguey en trozos) de 7.5 a 7.9 meses (225 a 239 días), se tuvo una duración semejante, cerca de ocho meses, por lo tanto más corta que en condiciones de cautiverio excepto el ensayo con macetas, siendo el más largo el de la dieta siete, que tuvo una duración de 7.9 meses (239 días).

Con respecto al porcentaje de sobrevivencia, este es mucho mayor en los desarrollados en condiciones de cautiverio, existiendo una variación de un 20% y son del doble o más que los desarrollados en laboratorio.

En lo que se refiere a la eficiencia de conversión, se observa que las mejores corresponden nuevamente a las que se desarrollan en condiciones de cautiverio, siendo la mejor el ensayo en macetas con un valor de 3.39:1. En cambio los ensayos en dieta resultaron ser mucho más altos, llegando incluso a valores de 14.28:1, esto debido a que las larvas no aceptaban bien las dietas elaboradas en laboratorio, consumiéndolas de una manera desigual, por lo que se desperdiciaba mucho alimento en el momento de cambiar las dietas colocadas en el dispositivo.

El peso promedio por larva en general fué mayor en los ensayos en condiciones de cautivero que en las de laboratorio, alcanzando algunos ejemplares pesos de hasta 6.0 gr. en comparación con las dietas artificiales en donde nunca se alcanzaron esos pesos.

CUADRO 8: CICLO DE VIDA DEL GUSANO BLANCO DE MAGUEY EN DIFERENTES CONDICIONES Y ESTIMACION DEL COSTO MINIMO DE PRODUCCION A NIVEL ARTESANAL.

Parte 1

Prueba No.	Espacio (m ²)	Temperatura °C	Humedad Relativa %	Tiempo		Sobrevivencia a L6 en por ciento Lx (%)	Larvas Vivas
				Total (días)	Larva del sexto estadio L6 (días)		
Jaula 1	12.00	18 (+/-) 3	65	321.4	278	60	180
Jaula 2	15.00	18 (+/-) 3	78	272.4	228	39	107
Prueba en macetas	2.30	20 (+/-) 1	60	180.0	120	66.6	100
Dieta 4	2.00	25 (+/-) 1	75	225.0	181	33.3	50
Dieta 7	2.00	25 (+/-) 1	75	239.0	282	40	60
Maguey en Trozos	2.00	25 (+/-) 1	75	231.5	182	40.6	61

Parte 2

Prueba No.	Eficiencia de Conversión	Número de Larvas para 1 Kg.	Peso promedio por Larva X (gr.)	Costo infraestructura		Costo Larva	
				1º año (N\$)	2º año (N\$)	1º año (N\$)	2º año (N\$)
Jaula 1	3.54 : 1	208	4.80	3.400	750	18.80	4.18
Jaula 2	3.54 : 1	222	4.50	3.800	750	33.84	7.00
Prueba en macetas	3.39 : 1	208	4.85	3.150	655	31.50	6.55
Dieta 4	9.92 : 1	333	3.00	11.940	9.150	238.80	183.00
Dieta 7	14.28 : 1	286	3.50	10.780	8.930	179.68	148.83
Maguey en Trozos	8.63 : 1	208	4.80	10.650	8.901	174.59	145.91

NOTA: Los costos se describen en el siguiente texto.

Los costos aproximados de la infraestructura se estimaron a un nivel artesanal, al primer año. En el caso del desarrollo en Jaula (1) y (2) se consideraron gastos referentes a:

- Terreno
- Cerca
- Jaula
- Utilería
- Maguey
- Postes

para el desarrollo en macetas:

-Macetas -Maguey -Utilería -Local

y en los cultivos artificiales:

-Dieta -Dispositivo -Local -Utilería
-Autoclave -Balanza -Cristalería -Licuadora

principalmente y además la mano de obra, estimando un tiempo limitado de tres días por semana, en todos los casos, para el segundo año sólo se consideran los gastos referentes a mano de obra, materia prima y utilería para el mantenimiento del cultivo observándose que es bastante caro si se tiene una baja producción, pero si se encuentran las condiciones adecuadas para aumentarla ésta se volvería más rentable además de que en años posteriores los gastos serían menores.

Revisando los costos por larva en cada ensayo, resulta mucho más barato en condiciones de cautiverio que aquellas que se desarrollan en laboratorio, debido principalmente al alto porcentaje de mortalidad de las larvas, y los altos costos de instrumentos y materiales empleados en la elaboración de las dietas.

Por lo que se concluye que es más barato y más eficiente el desarrollo larval en condiciones de cautiverio.

NOTA: Resulta obvio que esto es una estimación burda de gastos a nivel artesanal, la cual tiene por objeto solo dar una idea de los materiales y costos mínimos requeridos para desarrollar al gusano blanco de maguey, con la única intención de incrementar sus poblaciones, sin embargo para un fin lucrativo faltaría un estudio financiero detallado que involucrara cuestiones fiscales, sanitarias, publicitarias, laborales, etc., para que se pudiese tener un valor a nivel empresarial real.

5.10 ENSAYOS DE REPRODUCCION

5.10.1 CRUZAS MANUALES

Se cruzaron ocho hembras con dos machos vírgenes cada una, utilizando la técnica descrita en el inciso 4.2.10; al cabo de dos días empezaron a ovipositar las hembras sobre los magueyes, obteniendo un total de 86 huevecillos, de los cuales 17 fueron fértiles, llegando hasta el estado de adulto sólo dos.

5.10.2 INSEMINACIONES ARTIFICIALES

Se inseminaron con una micropipeta 8 hembras vírgenes y sexualmente maduras, utilizando la técnica descrita en el punto 4.2.11, desgraciadamente no ovipositaron y murieron pocos días después.

Sin embargo, éstas presentaban el abdomen claramente marcado de huevecillos, los cuales por algún motivo no pudieron ovipositar, a éstas mariposas se les hicieron disecciones encontrándose de 65 a 70 huevecillos, perfectamente formados y de un color que iba de verdoso a azulado y los últimos perfectamente blancos.

6. DISCUSION

6.1 ABUNDANCIA DE HUEVECILLOS EN LAS DIFERENTES LOCALIDADES

La mayor abundancia de huevecillos por kilómetro cuadrado no se encontró en las grandes magueyeras, sino en las largas hileras de maguey, principalmente en las del pueblo de San Mateo, con seguridad esto se debió a que esta localidad rural semiurbanizada, era una de las pocas en donde no se consumía o comercializaba al gusano blanco de maguey, por lo que se piensa que a pesar de haber sido invadido su hábitat por casas, calles, automóviles y milpas, reduciendo considerablemente su territorio, las poblaciones sobrevivientes de la mariposa se recuperaron rápidamente en esta zona, evidenciándose mucho este suceso por el escaso terreno al que quedaron confinadas.

Por otro lado si se compara esta situación con respecto a la observada en las localidades donde típicamente se consume y se comercializa al gusano blanco de maguey, como en Santo Tomás en el Estado de Hidalgo, donde se recorrió mucho más terreno y se obtuvo menor cantidad de huevecillos que en el caso anterior, se podría pensar que definitivamente las poblaciones naturales de esta especie han disminuido considerablemente, ya que ahora se necesita recorrer mucho más terreno para encontrar las larvas, y todo ello como consecuencia de la sobreexplotación, depredación, parasitoides, aplicación de insecticidas y mortalidad natural.

6.2 PORCENTAJE DE PARASITOIDES A NIVEL DE HUEVO

En el Estado de México hubo tres localidades, San Mateo, Zumpango y San Juan Zitlaltepeltl, en donde se observaron porcentajes de parasitoides muy bajos, en comparación con los demás sitios de estudio, incluso en San Mateo no hubo parasitoides, esto se puede explicar al mencionar que los huevecillos eran muy recientes en estas zonas, lo cual se deduce porque fueron colectados a principios de octubre, incluso se encontraron a las mariposas que estaban ovipositando esos huevecillos y además por la blancura y limpieza que presentaban al momento de ser agarrados, y como consecuencia fueron menos susceptibles de ser parasitados, pues estuvieron poco tiempo expuestos al medio ambiente, por el contrario los huevecillos de las otras localidades fueron colectados a la mitad o cerca del final de la temporada de oviposición, y por lo tanto al estar más tiempo expuestos a la acción parasitaria, tuvieron más posibilidades de ser infectados, lo cual elevó considerablemente el porcentaje de parasitoides y de mortalidad en estas localidades.

6.3 PORCENTAJE DE INFERTILIDAD EN HUEVECILLOS

Este es el parámetro que se presenta con más homogeneidad en todas las localidades de estudio, con porcentajes muy bajos que oscilan alrededor del promedio estimado para toda la colecta, el cual fue de 2.19 %.

Se piensa que el factor principal al que se debe estos porcentajes de infertilidad, está dado por aquellas mariposas viejas, a las cuales se les agotó las reservas de espermatozoides almacenados en las espermatecas, antes de terminar de ovipositar y por lo tanto se ven imposibilitadas para fertilizar sus últimos huevecillos.

6.4 PORCENTAJE TOTAL DE PERDIDA A NIVEL DE HUEVECILLOS

Se piensa que el porcentaje de pérdida de huevecillos en el campo en realidad debe ser un poco más alta, que el valor promedio estimado para toda la colecta, el cual fue de 9.78 %, ya que por lo explicado en los dos puntos anteriores, se puede entender que este valor se amortigua debido a esas circunstancias, y tal vez el valor promedio deba estar alrededor de 12 % en condiciones naturales.

6.5 ALIMENTACION ARTIFICIAL DE LARVAS

En las dietas artificiales no se tuvo el éxito esperado, debido principalmente a tres puntos: 1) a las cantidades inadecuadas de los componentes de las mismas y 2) a los aspectos conductuales de las larvas y 3) por último a la manipulación periódica que de ellas se hace.

El primer punto se evidenció porque varias de las mariposas obtenidas con dietas experimentales presentaban alas deformes, además de poco vigor y morían pronto.

El segundo punto también es muy importante, debido a que las larvas colocadas en el dispositivo experimental de cultivo, en un 80 % tendían a ascender y tratar de salir, y el 20 % restante no seguía un camino definido, consumían poco alimento y gastaban mucha energía, muriendo varias larvas por inanición, además parece que necesitan sentir el flujo del xilema o del floema en los tejidos de la penca para determinar la dirección a seguir.

En lo que se refiere al último punto, se observó un grave problema, las larvas en el campo en muy raras ocasiones eran afectadas por microorganismos patógenos, debido a que de alguna manera los tejidos del maguey ayudaban a mantener la galería libre de agentes patógenos, en cambio cuando se mantienen las larvas con dieta en condiciones de laboratorio, éstas son muy susceptibles de ser contaminadas por microorganismos, pese a que se trabaja en condiciones de asepsia y que todas las dietas contienen conservadores.

Quizá este hecho se deba a que se lastima a las larvas cuando se manipulan con el pincel, ocasionando heridas no visibles que originen puntos propicios para las infecciones, y por eso se hayan elevado los índices de mortalidad.

Por otro lado, tampoco se descarta la posibilidad de que la exposición de las larvas a la luz en el momento de cambio de dieta las haya afectado de alguna manera, ya que en la naturaleza las larvas sólo llegan a salir de la galería una sola vez, permaneciendo casi todo el tiempo en completa oscuridad.

6.6 CONDUCTA LARVAL

Cuando las larvas llegan al tercero o cuarto estadio se salen de la galería, principalmente las que entraron a la penca en una parte apical, y migran hacia abajo, e incluso a veces se pasan a otra penca para hacer una nueva galería más cerca del centro del maguey.

El hecho es de que, al salirse de la penca las larvas se exponen a sus depredadores por unas horas, se piensa que este hecho tal vez se deba a que conforme crece la galería, la larva tiene que recorrer una distancia más larga para poder tirar sus excrementos por el orificio original de entrada, lo que ocasiona un gasto energético importante, y por tal motivo quizá instintivamente busque hacer otra galería para evitar dicho gasto.

Lo anterior es muy factible, ya que hubo casos en que en una sola penca grande se alojaron hasta 10 larvas, las cuales hicieron sus galerías independientes, llegando la mayoría a pupar, por lo que se descarta la posibilidad de que se salgan debido a que se sature la capacidad de carga de la penca.

6.7 EVALUACION DE LA TEMPERATURA INTERNA DE LAS PENCAS

Como ya se definió en el capítulo de los resultados, la temperatura interna de la penca varía dependiendo del grosor y posición con respecto a las demás pencas y a los rayos solares.

Se puede considerar que esta situación es favorable para las larvas, porque amortigua en mayor o menor grado la diferencia de temperatura interna de la penca con respecto a la del exterior, volviéndose más benévolas las condiciones en el hábitat de éstas, lo cual se puede entender mejor si se revisan los climogramas anuales correspondientes a los sitios de estudio (Gráficas 1 - 7), en donde se muestra la importancia que tiene al respecto, pues en éstas zonas el clima es muy extremo, llegando incluso en ciertas épocas del año a presentarse temperaturas muy elevadas por las mañanas, cuando hay sol, y por las noches, principalmente en la madrugada, heladas donde el termómetro registra bajo cero, por tal motivo se piensa que esta circunstancia en particular afecta bastante el desarrollo de la larva, retrasándolo en algunos casos y en otros causándole la muerte.

6.8 ALIMENTACION DE ADULTOS

En todas las experiencias realizadas, no se observó que las mariposas se alimentaran, por tal motivo se cree que éstas no se alimentan en Estado adulto, sobreviviendo sólo con las grandes reservas de grasas que almacenaron en el Estado larvario, y que sólo viven para reproducirse, como lo hacen otras especies de lepidópteros.

6.9 COPULA

Tal parece que el poder observar este evento en condiciones naturales es cuestión de suerte y de contar con equipo adecuado para poder ver en la obscuridad sin perturbar a las mariposas; otros autores describen el acoplamiento (Chen 1984), pero nunca explican bajo que circunstancias lo observaron.

Por otro lado se piensa que en condiciones de cautiverio las mariposas necesitan un área más grande para que puedan realizar el cortejo y la cópula, además de un mínimo de machos y hembras de edad reproductiva similar para que este evento se lleve a cabo.

6.10 CICLO DE VIDA DEL GUSANO BLANCO DE MAGUEY EN DIFERENTES CONDICIONES

El ciclo de vida del gusano blanco de maguey varía dependiendo de las condiciones en que se encuentra y del tipo de alimentación que tenga (cuadro 8).

Si se analiza desde el punto de vista del espacio necesitado, se observa que aquellos que se encontraban en condiciones de laboratorio, requieren sólo de la quinta o sexta parte del espacio, comparado con aquellos que se encontraban en condiciones de cautiverio.

El tiempo requerido para llevar a cabo su desarrollo, en general es más corto en condiciones de laboratorio, debido al control de las variables involucradas, que cuando se encuentran en condiciones de cautiverio.

El hecho de que en el laboratorio la temperatura no se incrementara a más de 26° C, se debió a que el medio de cultivo, el cual se cambiaba cada tres días, en caso de que está se elevara, el cambio se debería de efectuar diariamente porque de lo contrario el alimento de la dieta se descomponía rápidamente, llenándose de hongos y así no era aceptada por el gusano, lo cual, además incrementaba el trabajo, los costos, y la mortalidad del organismo.

Lo mismo podría argüirse para el tiempo que necesitaban en llegar al estado explotable de la larva de sexto estadio con la excepción del cultivo en macetas, en donde se ve una reducción de los tiempos, quizá debido a que como sucede en otros casos, los insectos que se alimentan de hojas más tiernas con mayor cantidad de nitrógeno (Berenbaum R. 1993), dan como resultado un ciclo de vida más corto, que sería lo que sucede en este caso en donde eran magueyes muy pequeñitos de 30 a 50 cm de altura, los que sin embargo se destruyen al ser barrenados por el gusano.

Por ello, podría argumentarse que el desarrollo en laboratorio es mejor, pero si vemos los porcentajes de supervivencia, éste es prácticamente lo contrario, al igual que el número de individuos que se pueden desarrollar, que son mucho más en los ensayos que se encuentran en condiciones de cautiverio, en donde los porcentajes de sobrevivencia son más elevados.

Al referirse a las eficiencias de conversión, también se ve que las mejores son aquellas de los individuos desarrollados en condiciones naturales controladas.

Igualmente se ve que los pesos promedio registrados para la larva de sexto estadio (L6), son más uniformes en condiciones de cautiverio que en condiciones de laboratorio, en cuyo caso el número de larvas requeridas para formar un kilogramo, oscila entre 206 y 222, mientras que en los de condiciones de laboratorio, ello va de 208 a 336 individuos.

Al referirse al costo de producción, tanto en conjunto como por organismo, se ratifica que lo más conveniente, es un desarrollo en condiciones naturales controladas, en donde los precios de producción para el primer año son doce veces más económicos y para el segundo año una vez amortizada la infraestructura necesaria, son 40 veces menor dependiendo el caso.

Por todo ello se puede concluir que serían necesarios estudios más minuciosos y profundos para poder desarrollar a estos organismos en condiciones artificiales a una mayor escala.

6.11 ENSAYOS DE REPRODUCCION

A primera vista parece ser una buena alternativa de reproducción para esta especie, ya que el hecho de haber obtenido algunos huevos fértiles en el caso de las cruces manuales y de los ensayos con organismos en cautiverio, es síntoma de que afinando la técnica se pueden incrementar los resultados favorablemente, logrando así un paso más en la domesticación de este insecto.

Por otro lado en el caso de la inseminación artificial el camino es un poco más largo, ya que los resultados fueron negativos, tal vez, esto se debió a que no se administraron las cantidades adecuadas de esperma, o que se lastimó a la hembra en el proceso, ya que el hecho de que estuviesen altamente cargadas de huevecillos y no pudieran ovipositar nos permite pensar que entraron en algún tipo de shock, quizás debido al estrés causado por la inseminación, o que al momento de presionar a la hembra para que abriera sus valvas se estimularon sus glándulas cementantes, pegándose sus valvas y por tal motivo no pudieran ovipositar, o que se dañó el conducto de oviposición.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

7. CONSIDERACIONES FINALES

Por lo expuesto en este estudio se puede ver que este organismo es de hábitos bastante complejos, y en comparación con otros insectos presenta un ciclo de vida relativamente largo, por tal motivo los avances en el conocimiento biológico de esta especie resultan ser lentos.

Sin embargo, los objetivos aquí planteados se cumplieron, observándose de manera general los siguientes aspectos:

a) Conocimientos inéditos de la etología del organismo a nivel de larva y adulto principalmente, los cuales pueden ser un factor determinante que permitan la domesticación de esta especie.

b) Una mayor apertura en el renglón de la reproducción controlada en laboratorio dejando alternativas palpables para este fin como lo son la inseminación artificial y las cruas manuales, lo que a la postre puede redundar en la conservación de la especie y como efecto colateral su industrialización, la cual reportaría beneficios tales como el económico, apertura de fuentes de trabajo, derrama de divisas por concepto de exportación y una amplia contribución a la alimentación del ser humano.

c) Mediante este trabajo se consigue una aportación sustancial en lo relacionado al manejo del organismo en condiciones de cautiverio, remarcando que como ensayo, es aquí donde se han obtenido los mejores resultados.

d) Aunque los ensayos con dietas artificiales no dieron los resultados esperados, se plantean algunas modificaciones a las técnicas empleadas para incrementar radicalmente la producción a nivel de larva para alcanzar una talla comercial, es decir, se puede intuir que con la implementación del diseño de los prototipos experimentales a gran escala y con el perfeccionamiento de las dietas que mejor funcionaron (tomando en cuenta que hasta hoy no hay nada como la alimentación natural "el maguey"), se podría lograr la producción de grandes volúmenes de larvas con costos razonables y una alta rentabilidad lo que permitiría tener en equilibrio la relación costo/beneficio para la actividad comercial.

Esto es factible ya que, al reducir el ciclo de vida tal y como se logró en el laboratorio se podrían obtener mínimo dos cosechas anuales y con el paso del tiempo esta producción sería ascendente.

Lo anterior implica tomar una actitud de continuidad y constancia, obtención de mayores recursos y ahondar más en estudios de este tipo que a la postre deriven en una biotecnología de primer nivel, la cual permita abrir nuevas fuentes de empleo e incluso el poder colaborar en la actividad de exportación, tomando en cuenta que esta especie está considerada como un producto culinario a nivel gourmet, original, exótico y 100% mexicano.

El empleo de técnicas mucho más elaboradas podrá no simplemente depredar las poblaciones naturales de la especie, sino, procurar su conservación sin descuidar la demanda que pudiese existir.

Colateralmente y a nivel artesanal, esta técnica puede contribuir a la economía rural permitiendo a la clase campesina que habita en zonas de climas semiáridos y extremos la obtención de una fuente de ingresos, lo que ayudaría a desahogar en algo la creciente demanda de fuentes de trabajo.

8. LITERATURA CITADA

- Alzate, J. D. 1975. Notas de la gaceta literaria de México correspondientes al 23 de mayo y 17 de junio. Gaceta literaria de México Tomo III México. 465 - 468 pp.
- Ancona, H.L. 1933. Los gusanitos del maguey. Aegiale (Acentrocne) hesperiaris K. An. Inst. de Biol. UNAM. V:193 - 200.
- Anónimo, 1982. La Política crediticia de FIRA y su Integración con el Sistema Alimentario Mexicano. El Programa de Productos Básicos. Edit. División del FIRA. México. 59 pp.
- Avila, C. A. 1990. Hambre, desnutrición, y sociedad. Edit. Universidad de Guadalajara, México, 175 p.
- Bachtez, M. y A. Aragón. 1945. Notes on mexican drugs II. Characteristics and composition of de fatty oil from "Gusanos del maguey" (Caterpillers of Acentrocne hesperiaris) Jour. Amer. Pharm. Assoc. 34, 145 - 146
- Berenbaum, R. 1993. Sequestered Plant Toxins and insect Probability. The Food Insects Newsletter. Vol. VI No. (3) pag. 1.
- Beutelspacher, B.C.R. 1980. Mariposas diurnas del Valle de México. Edit. Científicas L.P.M.M. México 134 pp.
- Blásquez, I. 1889. Insectos del Maguey. La Naturaleza. 1:282 - 284.
- Borror, D. y de Long, D. 1976. An introduction to the study of Insects. Fourth edition Holt Rinehart, Winston U. S. A. 352 P.
- Carbajal, M. R. y J. M. Vergara. 1985. La alimentación del futuro. Edit. Programa Universitario de Alimentos U.N.A.M. México. 534 p.

- CETENAL, 1970. Hoja México de "Climas"
Clave 14 QV Escala 1: 1,500,000
- Chen, E.N.P. y T. Osorno J.L. 1981. Estudio preliminar sobre la Biología del gusano blanco del maguey. Promotora del Maguey y del Nopal. Colecc. de Estudios y Proyectos No. 33. México. 40 pag.
- Chen, E.N.P. y T. Osorno J.L. 1984. Estudio de la biología y cria artificial del gusano blanco del maguey. Tesis Licenciatura E.N.E.P. Iztacala UNAM. México. 111 pp.
- Cisneros, A.M.L. 1980. Entomofauna del maguey pulquero. Agave atrovirens K. Tesis Licenciatura Facultad de Ciencias. UNAM México. 72 pp.
- Cisneros B.Y. 1988. Estudios Biológicos acerca del Gusano Blanco de Maguey. Aegiale (Acentrocne) hesperiaris K. (Lepidóptera - Megathimidae). Tesis Licenciatura Facultad de Ciencias UNAM. 135 pp.
- Conconi, R.-E. M. A. 1993. Estudio comparativo de 42 especies de insectos comestibles en sus valores nutritivo, calórico, proteínico y de aminoácidos haciendo énfasis en las aportaciones de los aminoácidos esenciales y su papel en el metabolismo humano. Tesis Licenciatura Facultad de Ciencias UNAM. 71 P.
- Córdoba, O.J. y M. García A. 1991. Geografía de la pobreza y la desigualdad. Colec. Geográfica de España. Madrid, España. 255 p.
- Cravioto, R.O., G. Massieu y Guzmán, J. Calvo de la Torre. 1951. Composición de alimentos mexicanos, Ciencia XI (5 - 6) 129 - 155 pp.
- Cravioto, R.O., G. Massieu y J. Guzmán, 1953. Valor nutritivo de los alimentos mexicanos. Mem. Congr. Cient. Mex. 7: 434 - 449.
- Dampf, A. 1924. Estudio morfológico del gusano de maguey Acentrocne hesperiaris Wik. (Lepidóptera - Megathymidae). Rev. Mex. Biol. IV: 1 3 - 4 147-160.

- Espinoza, C. et al 1987. Cronología de las hambrunas en México, 40,000 a.C. 1985. d.C. anexo 2. Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán" México 45 pp.
- Freeman, H. A. 1969. Systematic review of the Megathymidae J. Lep. Soc. Supl. 23 59 pag.
- García, M.E. 1970. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a la República Mexicana. Edit. Instituto de Geografía UNAM. México 71 pp.
- Gentry, M.S. 1982. The Agaves of Continental North America. University Arizona Press. U.S.A. 650 pp.
- Gaviño, G. et al. 1975. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. Edit. LIMUSA México. 251 p.
- Halfter, G. 1957. Plagas que afectan a las distintas especies de Agaves Cultivados en México. Edit. Sria. Agricultura y Ganadería, Direcc. Gral. de la Defensa Agrícola, México 135 pp.
- Hoffman, C. 1941. Catálogo Sistemático y Zoogeográfico de los Lepidópteros mexicanos. An. Inst. Biol. UNAM XII:284.
- INEGI, 1984. Carta uso de suelo y vegetación
Clave E14-1 Escala 1:250,000
Zona México.
- INEGI, 1990. Resultados preliminares del XI censo general de población y vivienda. Ed. INEGI, México 437 pp.
- INEGI, 1993. El sector alimentario en México.
Edit. INEGI. México. 329 p.
- Lezama, M.M. 1952. Historia, producción, industrialización y algunas plagas de los agaves. Tesis de licenciatura U.A.CH. México 1 - 38 pp.

- Lima, C. 1945. Insectos do Brasil 5o. tomo Lepidópteros. 1ra. parte. Escola Nacional do Agronomia. Serie didáctica No. 7 379 pp.
- Manzano, M. J. 1989. Estudio Etnobiológico del gusano del maguey Aegiale (Acentrocne) hesperiaris K., Cossus redtembachi H. y Scyphophorus acupunctatus G. en el municipio de apan Hidalgo. Tesis Licenciatura Facultad de Ciencias UNAM. 100p.
- Massieu, G.R. y A.Cravioto I.F. de M. Figueroa. 1959. Nuevos datos sobre el valor nutritivo de algunos insectos comestibles mexicanos. An. Soc. Biol. Pernambuco 26: 91 - 124.
- Metcalf, C.L. 1974. Insectos Destructivos e Insectos Utiles. Sus costumbres y su control edit. Continental México 208 pp.
- Odum, E.P. 1985. Ecología. Edit. INTERAMERICANA 3ra. edición México, 639 pag.
- O.N.U., 1986. Perspectivas de la población mundial, estimaciones y proyecciones en 1982. Ed. Departamento de asuntos económicos y sociales internacionales de la O.N.U., N.Y. U.S.A. 425 PP.
- Pérez, S.P. 1980. Principales problemas fitosanitarios del maguey pulquero (A. atrovirens K.) en la Mesa Central de México. Tesis Licenciatura Chapingo, México 61 pp.
- Pineda, M.G. 1983. Control químico de las plagas y enfermedades del maguey pulquero A. atrovirens K. Tesis Licenciatura Chapingo, México 81 pp.
- Pino, M. J. 1978. Composición química de algunas especies de insectos comestibles del Estado de Hidalgo. Tesis Licenciatura Facultad de Ciencias UNAM 71 pp.
- Ramos - Elorduy, B.J. 1982. Los insectos como fuente de proteínas en el futuro Edit. LIMUSA México 144 pp.

- Ramos - Elorduy, B. J. y J. M. Pino M. 1979. Insectos comestibles del Valle del Mezquital y su valor nutritivo. An. Inst. de Biol. Ser: Zool. U.N.A.M. 13 : 563 - 574.
- Ramos - Elorduy, B. J. y J. M. Pino M. 1989. Los insectos comestibles en el México Antiguo (Estudio Etnobiológico) A.G.T. Editor. México 1ra. Edición 108 pag.
- Ramos - Elorduy, J. y J. M. Pino M. 1992. Biogeographical aspects of some edible insects from México. III Int. Congress of Etnobiology Abstracts p 143.
- Ramos -Elorduy, B. J. y M. Conconi, 1995. Los insectos comestibles platillo de gourmets, Edit. F.C.E. 167 PP.
- Sahagún F.B. 1980. Códice Florentino. Edic. Fascimular Ed. Archivo General de la Nación. Libro XI pag. 104.
- Secretaría de Gobernación 1988a. Los municipios del Estado de México, Colección Enciclopedia de los municipios. 1ra. Edición México 175 pp.
- Secretaría de Gobernación 1988b. Los municipios de Hidalgo. Colección Enciclopedia de los minicipios 1ra. Edición México 180 pp.
- Secretaría de Gobernación 1988c. Los municipios de Tlaxcala Colección Enciclopedia de los municipios. 1ra. Edición México 220 pp.
- Step, 1960. El Maravilloso Mundo de los Insectos. Edit. Espasa Calpe, Madrid España 545 pp.
- Sepúlveda, A. J. 1991. Malnutrition and infectious diseases: a longitudinal study of interactions and risk factors. Edit. Instituto Nacional de Salud Publica. México D.F. 84 p.
- Toledo, V. M. et al. 1991. Ecología y autosuficiencia alimentaria. 3ra. Edición, Siglo XXI. México 110 p.

Vázquez, R. G. y J. Ramírez L. 1995. Marginación y pobreza en México. Edit. Ariel divulgación. México 180 p.

Wallace A.R. 1852. On the Insect used for food by the Indians of the Amazon. Trans. Ent. Soc. Londas. N.S. 2: 241 - 244 pp.

Zubirán S.A. Chávez, G. Bonfil, G. Aguirre, B.J. Cravioto, J. de la Vega 1974. La Desnutrición del Mexicano. Edit. Fondo de Cultura Económica. México 62 pp.