



156
20

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**CICLO DE VIDA DE *Sandia xami* (LEPIDOPTERA : LYCAENIDAE)
SU BIOLOGIA Y NOTAS ACERCA DE SU CULTIVO EN
LABORATORIO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

PAULINA PARLANGE PIZARRO

MEXICO, D. F.

FALLA DE ORIGEN

1991



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 está 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.

INDICE

ANTECEDENTES.....	1
OBJETIVOS GENERALES.....	5
INTRODUCCION.....	5
CAPITULO I : El Herbívoro	
1.1 Ubicación Taxonómica del Grupo.....	7
1.2 Descripciones Previas.....	9
1.3 Distribución Geográfica.....	10
1.4 Su Hospedero.....	10
CAPITULO II : Ciclo de Vida	
2.1 Introducción.....	12
2.2 Objetivos.....	21
2.3 Método.....	22
2.4 Resultados.....	24
2.5 Discusión.....	39
CAPITULO III : Efecto de la Dieta Larval	
3.1 Introducción.....	44
3.2 Objetivo general.....	49
3.3 Experimento 1: Cantidad de alimento.....	49
i) Objetivos Particulares.....	49
ii) Método.....	50
iii) Resultados.....	52
iv) Discusión.....	57

3.4 Experimento 2: Calidad de alimento.....	58
i) Objetivo Particular.....	58
ii) Metodo.....	58
iii) Resultados.....	60
iv) Discusión.....	63
DISCUSION GENERAL.....	68
LITERATURA CITADA.....	70
APENDICE : Biología de <u>Sandia xami</u>	
Area de estudio.....	79
A.1 Oviposición.....	80
A.2 Demografía.....	82
A.3 Proporción Sexual.....	86
A.4 Parasitismo y Depredación.....	89
A.5 Mirmecofilia.....	91
A.6 Territorialidad.....	94
A.7 Canibalismo.....	95
A.8 Efecto de la temperatura.....	97

I. ANTECEDENTES

Al observar a los organismos en su ambiente surge la pregunta ¿Qué ocasiona que una especie sea común o rara? o bien, ¿Qué causa las fluctuaciones en sus números? La ecología de poblaciones pretende específicamente dar respuesta a este tipo de preguntas (Solomon 1957; Nicholson 1958; Andrewartha y Birch 1954; Varley y Hassel 1973; Clark et al. 1974).

Desde el comienzo de esta ciencia ha existido controversia acerca de cuáles son los factores fundamentales que ocasionan las fluctuaciones en los números poblacionales, y si existen mecanismos reguladores que lleven a las poblaciones a un número estable después de una perturbación.

Por una parte, se propone que los procesos relacionados con la densidad juegan un papel clave en la regulación de los números poblacionales, y operan como mecanismos estabilizadores (Solomon 1957; Nicholson 1958; Smith 1961; Clark et al. 1974).

Por otra, hay ecólogos que, aun cuando reconocen la presencia de factores cuyo efecto está relacionado a la densidad, consideran que la determinación de la abundancia está dada principalmente por factores densoindependientes, especialmente climáticos (Andrewartha y Birch 1954; Thompson 1956). Existen teorías intermedias (Milne, 1957a) así como otras en las que se le da un peso especial a la regulación mediante cambios genéticos a través de cambios cualitativos en las poblaciones, los cuales resultan en mayor vulnerabilidad a la acción de los agentes ambientales (Chitty, 1960). Pimentel (1961) hace énfasis en considerar los componentes evolutivos que están implicados en los factores que determinan la abundancia.

Es evidente que el modo de abordar este problema se vio sumamente influenciado por el estudio de poblaciones particulares, sin que hubiera una base de estudios comparativos, pues no es sino hasta fechas recientes, que ya se tienen investigaciones de poblaciones a través de varias generaciones, evaluadas con métodos de análisis, que permiten identificar los factores que determinan las fluctuaciones numéricas de las mismas (Morris 1957; Varley y Gradwell 1960; Clark et al. 1974; Southwood 1978; Dempster 1983).

La mayor parte de las especies de insectos fitófagos permanecen en niveles relativamente bajos por periodos largos, sin embargo gran parte de los estudios de dinámica de poblaciones en insectos, se han llevado a cabo con especies que se explotan comercialmente o bien que se constituyen en plaga. Esto puede ocasionar que se presenten graves errores si se generalizan las causas que determinan las fluctuaciones numéricas, basándose únicamente en estos casos extremos. Es por ésto que es necesario llevar a cabo estudios con especies sin importancia económica, aún cuando el trabajo con poblaciones poco abundantes implica más dificultades en cuanto a un muestreo eficiente y la identificación y evaluación de los factores clave (Clark et al. 1974).

Soberón (1986), aborda el problema de la abundancia de una población al revisar la suposición en la que generalmente se basa la idea de la "capacidad de carga" de un ambiente. Por lo general se ha considerado que la capacidad de carga o número máximo de individuos que soporta un sistema; es decir, la constante (K) que representa el límite superior de una población en la ecuación logística (Kingsland 1985; Krebs 1978). Esta K está determinada por la disponibilidad de recursos (Solbrig y Solbrig 1979, Dempster 1983), y en general no se toma en cuenta la heterogeneidad de la calidad de los recursos. Existe una evidencia amplia, basada en su mayoría en estudios de insectos, que demuestra que las diferencias en la calidad de los recursos tienen efecto en la fecundidad y sobrevivencia de los con-

sumidores. Se entiende como atributos de la calidad de las plantas no sólo sus componentes nutritivos como el contenido de nitrógeno, agua o de compuestos secundarios (Feeny 1970; Scriber y Slansky 1981; Brower 1984; Dirzo 1984), sino también la flora y la fauna asociada (Price et al. 1980; Atsatt 1981a; Pierce y Elgar 1985), así como su disposición espacial (Rausher 1979b).

La calidad, vista de esta forma, determinará en gran medida las claves que utilicen las hembras para ovipositar (Rausher 1979a; Courtney 1981), por lo que resulta evidente que si el investigador evalúa únicamente la disponibilidad de recursos, como si éstos tuvieran la misma calidad, simplifica demasiado la conducta del forrajero.

Entonces, si se incluye la calidad en la utilización de los recursos, se requeriría una oviposición óptima, en el caso de los insectos herbívoros, es decir que las hembras ovipositen en las plantas de mayor calidad (Raupp y Denno, 1983; Soberón 1986) para que se alcance la capacidad de carga.

Aún cuando las tasas de oviposición son, por lo general, proporcionales a la calidad de los recursos, existen muchas excepciones. Las razones de esto son muy variadas, desde una confusión de claves (visuales o químicas) o bien mediante procesos más complejos en los que las plantas de alta calidad presentan estructuras que las hacen parecer de baja calidad (Soberón 1986).

Soberón (op cit.) propone un modelo que permite explorar las consecuencias a nivel poblacional, de la variación del patrón de uso con respecto al de calidad. Introduce el término "Eucrexis" para definir el grado de asociación existente entre dichos patrones, lo cual implica que el tamaño de una población será una función directa de su eucrexis.

La forma de determinar dicha asociación en una población natural es compleja, para lo cual es necesario encontrar un sis-

tema con algunas características particulares.

Esta tesis es parte de un proyecto de dinámica de poblaciones, dirigido por el Dr. Jorge Soberón M. en el cual se está trabajando con un sistema herbívoro-planta, el licénido Sandia xami y la crasulácea Echeveria gibbiflora, para determinar el uso que el insecto hace de su hospedero en relación a la calidad de éste.

El trabajar con esta mariposa presenta ventajas muy importantes: en el área de estudio es básicamente monófaga, lo cual simplifica considerablemente su localización. Todos los estadios larvarios se desarrollan en la planta huésped donde la hembra haya ovipositado además, sus hábitos minadores dejan un rastro muy característico, lo cual facilita su seguimiento. Los machos presentan conducta territorial, lo cual permite estudiarlos más detalladamente (Cordero 1990). Por último, cabe mencionar que la especie resultó ser fácilmente cultivable en el laboratorio, por lo que ha sido posible el diseño de experimentos contando con un suministro de individuos sin alterar la población natural (Jiménez, 1987).

Este proyecto es el resultado de un trabajo en equipo, el cual comenzó con un análisis del uso que la mariposa hace de su recurso alimenticio, cuantificando los patrones de oviposición y su variación en tiempo y espacio. Asimismo se determinaron algunos de los factores que afectan dichos patrones como son la distribución espacial de las plantas hospederas y su visibilidad (Soberón et al., 1988).

Paralelamente, se han realizado estudios de campo y laboratorio que han permitido tener un mejor conocimiento de la especie (ver Apéndice). Es evidente que estos estudios han arrojado cierta información respecto de la heterogeneidad de la calidad del recurso para el herbívoro, lo cual se refleja en su patrón de uso. Se están empezando a cuantificar los efectos de este patrón sobre los parámetros de la tabla de vida (Tecpa,

com.pers.}). Para la realización de estos estudios fue necesario contar con la descripción detallada del ciclo de vida de S. xami, motivo fundamental de este trabajo, el cual comenzó con los primeros intentos de criar a la mariposa a principios de 1984.

II. OBJETIVOS GENERALES

Describir detalladamente el ciclo de vida de Sandia xami, y determinar la influencia de la variación de la cantidad y la calidad de alimento en las fases larvarias, sobre algunos parámetros de la tabla de vida como son la fecundidad y la duración del ciclo de vida.

III. INTRODUCCION

Es de gran utilidad en taxonomía contar con descripciones detalladas de ciclos de vida para la correcta clasificación de los organismos. En el caso de insectos, y en especial de lepidópteros, se cuenta con muy poca información acerca de los estadios inmaduros de la mayor parte de las especies. Esto ha ocasionado que las clasificaciones se basen principalmente en caracteres de adultos (Elliot, 1973).

Para la realización de éste tipo de estudios es indispensable llevar a cabo primero una observación detallada del ciclo de vida de la especie con la que se va a trabajar, esto implica, de ser posible, cultivarla desde huevo, haciendo una descripción de los estadios y de los cambios evidentes que se presenten en éstos, así como de su número y duración (Mc Farland, 1964).

Esta familiarización con la especie facilita la

identificación de los estadios en condiciones naturales, de tal manera que se puede llevar un registro más confiable del destino de los huevos en el campo. Este paso, junto con la observación de las características generales del hábitat, las especies asociadas y la conducta, es sumamente importante, pues provee las bases para el planteamiento de un estudio cuantitativo donde se evalúen las principales causas de mortalidad y las tendencias numéricas a través de varias generaciones (Solomon 1970; Pianka 1974; Southwood 1978; Begon y Mortimer 1981).

Por otro lado, el aspecto nutricional de los herbívoros es fundamental para comprender su distribución y abundancia, así como para poder hacer interpretaciones correctas de los fenómenos de la historia de vida de los organismos. La alimentación es un proceso dinámico, con numerosas consecuencias en la vida del insecto. Afecta y es afectada por la sobrevivencia, crecimiento, reproducción y movimiento (Scriber y Slansky, 1981). Asimismo, el entendimiento de las consecuencias de la nutrición en la reproducción es esencial para acoplar modelos dinámicos de interacciones entre plantas e insectos, así como el desarrollo de estrategias de control de plagas (Moscardi, 1981).

En el caso de lepidópteros, ya que el éxito de las larvas dependerá fundamentalmente de la calidad del hospedero donde la hembra haya ovipositado, es de crucial importancia, visualizar la riqueza y complejidad de los factores que están determinando un patrón de oviposición dado.

CAPITULO I

EL HERBIVORO

1.1 UBICACION TAXONOMICA DEL GRUPO.

Los Lycaenidae, grupo al que pertenece Sandía xami, es la familia más rica y diversa de los Papilionoidea (sensu Kristensen, 1976); los caracteres típicos que destaca el autor citado para la familia son: las bases antenales adyacentes al margen del ojo compuesto, el frontoclípeo menos arqueado que en otras mariposas, los patagia son completamente membranosos, y el músculo longitudinal mesotorácico no se encuentra trenzado. (Ehrlich y Ehrlich, 1978).

Johnson (1981) sintetiza los caracteres de la subfamilia Theclinae, donde se ubica S. xami del modo siguiente: tibias medias y posteriores con pequeñas espinas, flagelo antenal sin sedas en banda, masa antenal cilíndrica, el lado interno de la proboscis presenta sedas sensorias en algunos taxa, la venación de las alas posteriores generalmente presente de diez a once venas, la séptima se emite hasta el margen costal o el ápice excepto en algunos taxa peculiares. En las alas posteriores exhiben una o mas colas en el margen anal, presentando una curvatura del lóbulo alar entre los márgenes externo y anal. Los caracteres sexuales son claramente manifiestos, esto es, las androconias se ubican en áreas específicas y distintivas, a veces asociadas a escamas modificadas en forma de pelo.

Dentro de los Theclinae, Elliot (1973) ubicó 19 tribus para

los Lycaeninae; en la tribu Eumaeini se encuentra el género Sandia, uno de los sesenta y ocho géneros que componen este taxón. Los caracteres distintivos de la tribu Eumaeini son: las alas posteriores presentan una extensión obvia en forma de cola. Las alas anteriores presentan libres la vena subcostal y la R1. Los genitales masculinos carecen de juxta, poseen ojos peludos y el tarso delantero es más corto.

Elliot (1973) separó dentro de la tribu Eumaeini dos secciones: La sección Eumaeus y la sección Trichonis; El género Sandia pertenece a la primera de las secciones citadas, ésta comprende más de cincuenta generos y tal vez más de mil especies.

La siguiente diagnosis de la sección Eumaeus ha sido tomada de Johnson (1981): Los tagma generalmente no son peludos. Los taxa tropicales presentan coloraciones estructurales variadas sobre los tagma, los cuales son relativamente simples sobre el tórax y el abdomen, y mas complejos sobre la cabeza.

Las antenas presentan una masa que generalmente está compuesta de catorce a dieciseis subartejos, en los cuales se alterna uno de color claro y otro de color oscuro.

Los palpos son trisegmentados, profusamente escamados y peludos. El patrón alar de esta sección es el siguiente: dorsalmente es unicolorado con pigmentos o estructuralmente; En la superficie ventral la mayor parte están caracterizados por matices blanquecinos confinados a las áreas postmediana, mesial y postbasal. Los colores estructurales son raros ventralmente; Los machos presentan una mancha androconial en el área distal de las alas anteriores sobre la superficie superior; algunas especies la han perdido.

Johnson (1981), trabajó la biosistemática del grupo, ubicando a la especie bajo estudio en el género Sandia, y perteneciente al grupo macfarlandi.

1.2 DESCRIPCIONES PREVIAS.

La especie en estudio fue descrita por vez primera por Tryon Reakirt en 1866, bajo el nombre de Thecla xami nov. sp.. Esta descripción se basó únicamente en las características del adulto sin hacer mención a las diferencias entre sexos.

Beutelspacher (1980) reporta a la especie en el Valle de México con el nombre de Callophrys xami Reakirt. Las características que menciona para el adulto son las siguientes:

" Expansión alar. De 27 a 30 mm.

Macho. Palpos blancos. Cabeza parda. El tórax y el abdomen son de color pardo claro. Las alas en su cara dorsal son de color pardo claro con un ligero viso metálico. Las anteriores presentan una mancha más oscura por arriba y en la terminación de la célula discal. Las posteriores están provistas cada una de un par de colas, siendo de mayor tamaño la ubicada en la terminación de la vena Cu2. El área submarginal del borde anal es de color grisáceo (Fig. 1 f).

En su cara ventral, las alas anteriores son de color verde claro con anaranjado y una línea blanca submarginal que se continúa en las posteriores formando puntas sobre las venas cubitales y observándose puntos negros entre ellos y el ángulo anal. Las alas posteriores son de color verde claro.

Hembra. Es igual al macho pero sin las manchas pardas (androconias) de las alas anteriores y con el color de fondo anaranjado oscuro, observándose en las anteriores más amplio el margen negro" (Beutelspacher, 1980; p.85).

Ziegler y Escalante (1964) son los primeros en describir los estadios inmaduros de la especie, mencionando algunos aspectos de sus hábitos y comportamiento.

Los autores citados anteriormente describen la distribución geográfica de la especie, así como la de sus plantas hospederas. (Echeveria gibbiflora De Candolle y Sedum allantoides Rose).

Respecto del ciclo de vida hacen una breve descripción de cada estadio, con base en su aspecto, medidas y en algunos casos duración, lo cual se discutirá más adelante.

1.3 DISTRIBUCION GEOGRAFICA.

Sandia xami es una especie que generalmente se encuentra en zonas secas y rocosas que van desde Arizona hasta el sur de México. En la República Mexicana se distribuye de Sonora a Jalisco a lo largo de la Sierra Madre Occidental, en los estados del centro, Valle de México, Montañas de Veracruz, Valle de Tehuacán, Sierra Madre del Sur (Guerrero) y Oaxaca (Pyle, 1981).

1.4 SU HOSPEDERO.

El principal hospedero de S. xami en el área de estudio es la crasulácea Echeveria gibbiflora De Candolle, que es muy abundante en esta localidad. Crece al sur de la Ciudad de México, Santa Fe, Cañada de Contreras, Pedregal de San Angel (Sánchez 1980). Se le conoce como "oreja de burro". Presenta un tallo simple o poco ramificado, con unas 14-20 hojas ovadas formando una roseta en su extremo; dichas hojas son por lo general verde olivo con algunas manchas amarillas, grises o rosa liláceo, y miden aproximadamente 25 cm de longitud por 15 cm de ancho. Presenta de una a cuatro inflorescencias paniculadas, de aproximadamente un metro de alto, con 9-12 ramas cada una, con flores de color rojo amarillento; su época de florecimiento va de octubre a enero (Walther 1972; Parra 1988).

En algunas ocasiones S. xami utiliza otra especie, Echeveria glauca var. pumila Van Houtte, que se encuentra únicamente representada en la zona de exhibición del Jardín Botánico de la U.N.A.M.. Se le conoce como "conchita" y es bastante más pequeña que la especie descrita anteriormente. Posee numerosas hojas en roseta basal que miden entre 4-5 cm. de largo por 2-2.5 cm. de ancho. En época de florecimiento presenta varias inflorescencias de 10-15 cm. de alto. Esto sucede entre Junio y Agosto. Se encuentra en el Desierto de los Leones, Ajusco, Santa Catarina, Santa Fe, Cañada de Contreras, Lagunas de Zempoala (Walther 1972; Sánchez 1980;).

Ziegler y Escalante (1964), Beutelspacher (1980), Soberón et al. (1988) citan a Sedum dendroideum como planta de alimentación de S. xami. Esta crasulácea es conocida como "siempreviva". Es un arbusto de tallos erectos, colgantes o prostrados, con la corteza morenogrisácea que mide desde 60 cm hasta 4 o 5 m de longitud. Su época de florecimiento es de febrero a septiembre y se encuentra en Texcoco, Pedregal de San Angel, Los remedios, Cañada de Contreras, Sierra de Guadalupe y Santa Fe (Sánchez 1980).

CAPITULO II

CICLO DE VIDA

2.1 INTRODUCCION

Existe muy poca información acerca de la morfología externa de los estadios inmaduros de las mariposas; ésto se debe a que presentan metamorfosis completa, lo cual permite a la larva y al adulto vivir en ambientes completamente distintos, por lo que en muchas ocasiones se desconoce el ciclo de vida completo de estos organismos y las clasificaciones se basan únicamente en caracteres de los adultos (Scott, 1986). Se necesitan estudios comparativos, realizados de una manera estandarizada que arrojen datos completos de las especies. Hayward (1931), menciona los aspectos que hay que identificar y describir de cada estadio inmaduro.

Posteriormente Downey y Allyn (1979) proponen otra forma para describir dichos estadios a partir de los cambios que presentan ciertas estructuras de interés taxonómico a lo largo de la fase larval del lepidóptero. Este tipo de descripciones pone mas énfasis en los cambios ontogenéticos particulares ya que en general, las larvas de los lepidópteros son similares en forma y estructura, lo que hace difícil su clasificación. De esta manera los autores anteriormente citados pretenden crear una plataforma morfológica en la que se basen los estudios comparativos dentro de la familia.

Para comprender la evolución de la gran variedad de estrategias de vida utilizadas por los lepidópteros, y determinar con más exactitud su parentesco filogenético, es necesario

conocer con detalle todo el ciclo de vida del mayor número de especies posibles del grupo, detectar estructuras que brinden información acerca de su posible evolución, así como detallar todos los aspectos conductuales que se observen, saber como es el patrón de asignación de recursos etc., de tal forma que las futuras reclasificaciones del grupo estén basadas en un conocimiento más profundo y sistemático de las especies en cuestión (Slansky, 1982).

Por otro lado, la información detallada de todos los aspectos involucrados en una población en estudio provee información básica relevante para desarrollar estrategias integrales de control de plagas. Uno de los problemas principales del fracaso en la implementación de proyectos de conservación y explotación de recursos es la falta de información de la biología básica de las especies.

EL ESTADIO DE HUEVO.

El estadio de huevo tiene un gran valor en la determinación de la filogenia de los miembros del orden, se han hecho varios estudios en licénidos donde se demuestra la utilidad taxonómica de este estadio (Downey y Allyn, 1979).

La siguiente descripción de los huevos de licénidos es hecha por Downey y Allyn (1979).

Los huevos de licénidos son redondos vistos desde arriba y se encuentran comprimidos. Tienen la región micropilar al centro de la parte superior, opuesta a la base plana, la cual se adhiere al sustrato. La región micropilar puede estar deprimida, convexa o cóncava. Una característica distintiva de los huevos de licénidos es la superficie labrada que es muy variable, desde simples reticulaciones, hasta huevos altamente esculpidos, como es el caso de los Eumaeini, tribu a la que pertenece la especie

en estudio.

El tamaño de los huevos de licénidos varía desde 0.40 mm de diámetro y 0.22 mm de altura el más pequeño, hasta 1.2 mm de diámetro y 0.50 mm de altura los más grandes. Una compilación de todas las especies muestra un promedio de 0.724 mm de diámetro y 0.424 mm. de altura para la familia (Downey y Allyn, 1981); no se incluye ninguna medida estadística de dispersión.

Los trabajos más recientes sobre huevos de licénidos se han realizado utilizando microscopía electrónica, donde se resaltan sus distintas partes así como el tipo de ornamentación.

Downey y Allyn (1979), distinguen principalmente los siguientes caracteres:

-Aerópilos. Pequeñas aberturas de tubos respiratorios hacia el corion externo del huevo. Se encuentran en las intersecciones de las costillas.

-Annulus. Células y costillas que rodean al micrópilo, cuyo anillo interno forma la roseta, la cual tiene "pétalos", el número de estos es bastante constante en cada especie y de gran utilidad en las clasificaciones.

-Corion. Cubierta externa del huevo, la cual varía mucho en ornamentación. Esta es de origen materno, no embrional.

-Costillas. Prominencias coriónicas que pueden ser elevadas o en forma de pared.

-Fóvea Centralis. Depresión profunda en la región media de la superficie superior, la cual contiene las aberturas micropilares.

-Micrópilo. Una o varias aberturas diminutas a través de las cuales pasa el esperma a la parte interna del huevo en el

proceso de fertilización.

Como en otros lepidópteros los huevos de licénidos se cubren de una secreción producida por las glándulas accesorias de la hembra en la oviposición. Dicha secreción tiene varias funciones importantes como son adherir el huevo al sustrato, darle rigidez y retardar su desecación. En algunos huevos el corion contiene sustancias que alejan a los parasitoides (Downey y Allyn 1981).

Downey y Allyn (op. cit.) en un estudio comparativo de huevos de licénidos, describen el huevo de la especie en estudio. La citan como Xamia xami Reakirt: Diámetro 0.61mm altura 0.11 mm

El exocorion se encuentra expandido formando una cubierta suave, con aberturas regularmente esparcidas que constituyen una característica estructural prominente. Las costillas se encuentran redondeadas, y el micrópilo contiene poros visibles en los márgenes. La roseta está formada por cuatro o cinco pétalos. El annulus esta formado por cuatro hileras de células indistintas.

EL ESTADIO DE LARVA.

El término larva se refiere a los estadios consumidores de tejido vegetal, que ocurren entre la eclosión del huevo y el estadio de pupa en todos los Endopterygota. Esta fase del ciclo de vida es de gran importancia económica, pues la mayor parte de las plagas de lepidópteros son causadas sus larvas (Peterson, 1967).

Es muy importante determinar con exactitud el número de estadios o mudas que transcurren durante la fase larval. Para esto se pueden obtener las medidas de crecimiento (largo y ancho), las cuales al ser graficadas contra el tiempo ofrecen información acerca del número de mudas que realiza la larva; ésto

se debe a que, los organismos que mudan para crecer tiene una tasa de crecimiento mayor después de la muda y disminuye considerablemente antes de mudar, por lo tanto, al graficar el crecimiento se obtiene una curva escalonada, donde el número de escalones representa el número de mudas (Llorente, com. pers.).

Otro método más eficaz para determinar el número de estadios consiste en medir el ancho de las cápsulas cefálicas pues al ser éstas rígidas no tiene crecimiento entre cada muda y por lo tanto, no se presentan superposición de las medidas entre cada muda (Downey y Allyn, 1979; Higashiura, 1987, Llorente, com. pers.).

Cuando se observa a la larva inmóvil es muy probable que vaya a mudar; esta condición representa riesgo para la larva. Antes de mudar la larva se fija a la hoja mediante filamentos, lo cual les permite salirse de su exuvia. Si se desprenden durante este proceso les es muy difícil salir, por lo que no se debe mover a la larva cuando ésta va a mudar (Mc Farland, 1964).

La morfología externa básica es muy similar en la mayor parte de las larvas de lepidópteros. Este hecho, aunado a que la comida y hábitat de una larva son, por lo general, muy distintos que los del adulto, hace a veces difícil diferenciar familias.

Aun cuando son pequeñas, las larvas se alimentan vorazmente y crecen cambiando su exoesqueleto y su cápsula cefálica varias veces (alrededor de tres o cuatro). En algunos casos la consistencia del cuerpo es suave y en otros presentan espinas o punturas que contienen distintos tipos de sedas (Scott, 1986). En estudios taxonómicos, es importante determinar cuidadosamente cómo es el arreglo de las sedas pues es de gran utilidad en la determinación de géneros y especies (Peterson, 1967).

Las larvas poseen una cabeza contenida en una cápsula dura que presenta ojos simples pequeños, mandíbulas fuertes y un par

de antenas minúsculas. Por debajo de la cabeza se encuentra una estructura llamada espineret que produce seda.

Las larvas de lepidópteros presentan en la región ventral del tórax un par de pies verdaderos en cada segmento, los cuales terminan en una uña en forma de gancho; En la región ventral de los segmentos abdominales se localizan cinco pares de pies falsos ubicados en los segmentos: tres, cuatro, cinco y seis (pies ventrales) y diez (pies anales); éstas extremidades son muy semejantes entre todo el Orden (Lawrence y Downey, 1966).

En la parte distal de los pies falsos, se encuentran unas estructuras conocidas como ganchillos o corchetes con los cuales la larva se adhiere al sustrato. Dichas estructuras son sumamente útiles en la determinación de familias, por lo que es necesario reportar su disposición utilizando la terminología clásica (Peterson, 1967).

El autor citado anteriormente describe las siguientes estructuras de las larvas de licénidos:

Planta: Lugar del pie falso donde se ubican los ganchos.

Series: Se refiere al arreglo de los corchetes desde el punto de vista del número de hileras que se producen a partir de la base (que puede ser uniserial, biserial o multiserial).

Ordinal: Se refiere al número de hileras producidas por la variación en el largo de los corchetes. Si todos tienen el mismo largo son uniordinales, si se presentan dos largos alternados son biordinales y si son tres largos son triordinales.

Mesoserias: Cuando los corchetes se arreglan en una banda longitudinal en el lado mesial de la planta.

Las larvas poseen diez pares de estigmas respiratorios que se abren hacia el sistema traqueal interno, por medio del cual la larva respira. Presentan uno en el protórax y el resto en los segmentos abdominales; el número y disposición de éstas estructuras es muy similar en la mayor parte de las larvas del Orden.

Peterson (1967) describe a las larvas de licénidos de la siguiente manera: Al final del crecimiento miden de 10 a 20 mm; tienen forma fusiforme y ligeramente deprimida. La cabeza es pequeña, aproximadamente mide un tercio de diámetro del cuerpo, es retráctil y protusible. Presenta sedas primarias inconspicuas y sedas secundarias cortas y numerosas sobre todo el cuerpo. Los pies falsos se encuentran en los segmentos 3 al 6 y 10 con ganchillos triordinales o biordinales arreglados en una mesoserie. Adyacente y lateral a la discontinuidad de los ganchillos se presenta un lóbulo espatulado típico de licénidos.

Una característica distintiva de los licénidos es que gran parte de las subfamilias de este grupo, presentan asociaciones mirmecófilas, las cuales han sido propuestas como la causa principal del éxito de este grupo (Downey, 1962b; Atsatt, 1981b; Pierce, 1984) (ver Apéndice 5).

Las larvas de licénidos presentan por lo general alguna adaptación compatible a la asociación con hormigas, las más evidentes son: la presencia de una cutícula de grosor excepcional que evita el ataque de hormigas, la presencia de la glándula de Newcomer, las perforaciones de Malicky y los tentáculos eversibles (Malicky, 1970). La mayor parte de las larvas de licénidos presentan un par de tentáculos eversibles localizados posterior y lateralmente a los estigmas respiratorios del octavo segmento abdominal. Su función ha sido muy discutida pero se cree que repelen a enemigos eventuales (Malicky, 1970).

EL ESTADIO DE PUPA.

El término pupa se define como el estadio aparentemente inactivo de todos los insectos con metamorfosis completa, que se presenta entre la larva y el adulto (Chu, 1949).

Al pupar sale la última exuvia de la prepupa, la cual por lo general se encuentra adyacente a la pupa. La morfología externa

básica es muy similar en la mayor parte de los lepidópteros, lo cual hace a veces difícil el diferenciar familias (Peterson, 1967).

Hay que tener cuidado de pesar las pupas el mismo día pues estas pierden mucho peso por deshidratación, por lo que si se pesan a distintos días a partir de la pupación habrá una fuente de error considerable en los datos (Drooz, 1965) (ver Cuadro 1).

Las pupas de licénidos son de tipo obtecto, es decir sus apéndices están presionados contra el cuerpo. Miden por lo general el doble de largo que de ancho. Vistas lateralmente, presentan un angostamiento entre el tórax y el abdomen, en la región dorsal.

EL ADULTO

Scott (1986) describe a los lepidópteros adultos como organismos constituidos por una cabeza, un cuello delgado y un abdomen largo. Dos antenas así como dos palpos adornan el frente de la cabeza y sirven a la mariposa durante la alimentación y el apareamiento. En lugar de mandíbulas, los adultos poseen una proboscis extensible que les permite ingerir únicamente líquidos, por lo general néctar de flores. Como el resto de los insectos, el tórax está dividido en tres segmentos, el abdomen en once, de los cuales los últimos están fusionados quedando visibles diez en los machos y nueve en las hembras. Las alas y los pies de la mariposa están unidos a los segmentos del tórax. En el protórax se encuentra un par de pies, en el mesotórax, las alas anteriores y otro par de pies, y en el metatórax, las alas posteriores y el último par de pies.

En las puntas de los pies se encuentran por lo general garras que utilizan para colgarse de las flores y la vegetación así como para caminar. Las escamas que cubren las alas y el

		PERDIDA DE PESO DE LAS PUPAS (gr).				
		DIAS A PARTIR DE LA ULTIMA MUDA				% DE PERDIDA DE PESO AL 7 DIA
PUPA N		1	3	5	7	
1		.1196	.1158	.1000	.0910	23.9
2		.1501	.1430	.1367	.1208	19.5
3		.1324	.1299	.1266	.1040	21.5
4		.1254	.1117	.1073	.0967	22.9
5		.1280	.1109	.1050	.0940	26.5
6		.1340	.1300	.1244	.1194	10.9
7		.1421	.1350	.1318	.1204	15.3
8		.1615	.1470	.1360	.1010	37.5
Total \bar{X}		.1366	.1279	.1279	.1059	22.25
(E.S.)		(.048)	(.016)	(.015)	(.007)	(2.781)

CUADRO 1 Cambio en el peso de las pupas de Sandia xami a lo largo de 7 días.

cuerpo dan al animal su coloración. Las alas se ven fortalecidas por una red de venas tubulares. Entre los segmentos 8 y 10 se encuentran las estructuras reproductivas: dos valvas o claspers en los machos y un ovipositor en las hembras.

Las descripciones de las características de los adultos de la familia se encuentran en el capítulo I.

Existen varias formas de alimentar lepidópteros adultos y sus requerimientos dietéticos varían según las especies; en algunos casos el valor nutritivo de los alimentos es muy importante para la oviposición, mientras que en otros las hembras ovipositan todos los huevos sin haber sido alimentadas (Slansky, 1982).

Gran parte de los trabajos realizados con mariposas, reportan el largo o expansión del ala anterior como estimador del tamaño del adulto (Raupp y Denno, 1983; Steven, 1985; Boggs, 1986; Freeman y Geoghagen, 1987). También se han reportado en lepidópteros, buenas correlaciones entre el tamaño o peso del adulto y su fecundidad (Drooz, 1965).

2.2 OBJETIVOS

Describir el ciclo de vida de Sandia xami desde huevo hasta pupa, haciendo algunas anotaciones acerca de estructuras de interés taxonómico presentes en los estadios. Mencionar los requerimientos básicos para el mantenimiento en laboratorio de lotes de crianza de ésta especie.

2.3 METODO

Para la elaboración de este trabajo se utilizó un microscopio óptico.

Los huevos y las larvas utilizadas en los lotes de crianza fueron recolectados en el Jardín Botánico Exterior, perteneciente a la Reserva Ecológica de la U.N.A.M..

Las recolectas de huevos se realizaron cortando una pequeña parte de la hoja del hospedero o bien extrayendo la flor que contiene el huevo, procurando que su coloración fuera aún verde. Se llevaron en frascos al laboratorio para ponerlos en cajas de Petri previamente etiquetadas y preparadas con un fondo de papel secante húmedo. De esta manera se llevó un registro del destino de cada huevo.

Para el buen mantenimiento de los lotes se revisaron diariamente las cajas, se cambió el papel secante cada vez que se encontró sucio y se humedeció ligeramente. Esto ayuda a mantener los pedazos de hoja frescos por varios días. Dos o tres gotas de agua por lo general son suficientes en cada caja, pues si se humedecen más de lo necesario, inmediatamente se observa la aparición de hongos y las larvas mueren. Es necesario extraer con un pincel fino los inicios de formación de hongos.

Si el huevo traído del campo se encontraba adherido a una flor, fué necesario trasladarlo a un pedazo de hoja para facilitar la obtención de medidas de la larva, ya que resulta muy difícil localizar a la larva cuando ésta se encuentra dentro de la flor.

Durante el estadio de huevo, éstos se revisaron al microscopio óptico para detectar cambios en la coloración, se tomaron medidas de largo, ancho y alto.

Al encontrar un huevo con una abertura en la región del micrópilo, es necesario buscar con mucho cuidado a la larva de primer estadio, pues con frecuencia se "pierde" en la caja, por lo que hay que colocarla de nuevo sobre la hoja con un pincel húmedo. Se llevó un registro de la fecha, hora y lugar donde se enterró cada larva.

Los huevos y las larvas se midieron utilizando un microscopio estereoscópico con lente graduado. Las larvas se midieron cada tercer día a lo largo y ancho del cuerpo así como el ancho de la cápsula cefálica. Esto último con frecuencia resultó difícil pues al poseer cabeza retráctil fue necesario que la larva se encontrara comiendo para poder tomar dicha medida. En algunas ocasiones se encontró la cápsula después de la muda lo cual facilitó su medición. Las medidas obtenidas para este estudio se tomaron descubriendo la membrana de las hojas, con la larva dentro del túnel.

A partir del primer momento en que se detectó a la larva en cuarto estadio se le sacó de la hoja con un pincel húmedo, se colocó sobre papel secante para extraer el agua de superficie y se pesó en una balanza analítica.

Las pupas se trasladaron de las cajas de Petri a un recipiente mayor que permite al adulto estirar las alas. Se tomaron medidas de largo y ancho. Se pesaron en la balanza analítica al día siguiente de que puparon, para que su cubierta protectora fuera más rígida y disminuir así el riesgo de lastimarlas.

Se registró el día y la hora de emergencia del adulto; para pesarlos y medirlos es necesario que hayan transcurrido al menos tres horas de tal forma que sus alas se encuentren estiradas y secas, así pueden ser introducidas al congelador por un lapso de tiempo de tres a cinco minutos. Esto permite que al sacar a las mariposas, estas se encuentren inactivas el tiempo suficiente para pesarlas en una balanza analítica, medirles el abdomen, el

largo del ala anterior, sexarlas y marcarlas con un marcador fino de tinta indeleble según la técnica de marcaje de mariposas "Sistema 1,2,4,7", (Southwood, 1978 modificado por Jiménez 1987).

Si se dejan más tiempo en el congelador mueren o sufren desprendimientos de estructuras como antenas o patas. Al recuperarse se introducen en los insectarios.

En los primeros lotes de crianza se probó alimentar a los adultos con una mezcla de una parte de miel por dos de agua (Mc Farland, 1964). Esta solución no dió buenos resultados pues era demasiado viscosa y con frecuencia las mariposas se quedaban pegadas a la esponja humedecida. Después se utilizó una solución de azúcar granulada al 10%, con la cual se obtuvieron mejores resultados en cuanto a la duración de los adultos en cautiverio.

2.4 RESULTADOS (Ciclo de vida de Sandia xami)

El huevo de S. xami descrito para este trabajo es típico de licénido, redondo visto desde arriba, ligeramente deprimido visto dorsoventralmente. Tiene una altura aproximada de la mitad de su diámetro.

Presenta un diámetro mínimo de 0.70 mm y uno máximo de 0.90 mm, siendo la media de 0.82 mm; su altura mínima es de 0.35mm, siendo la máxima de 0.40 mm, con una media de 0.38mm. Datos tomados a partir de una muestra de 200 huevos analizados en condiciones naturales, es decir, sin haberlos fijado previamente (Fig 1 a).

El color del huevo recién puesto es verde claro brillante, y se vuelve opaco en unos cuantos minutos. Si el huevo está fecundado adquiere gradualmente un color blanco cremoso, entre 24 y 48 horas después de haber sido puestos. Si no fue fecundado per-



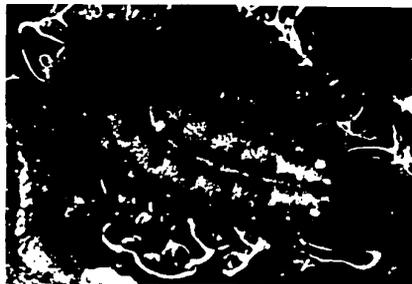
a



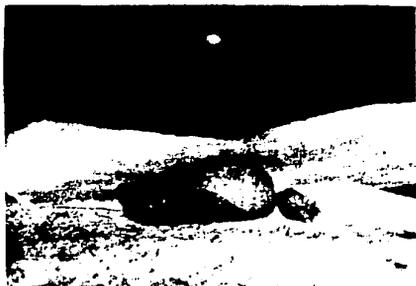
b



c



d



e



f

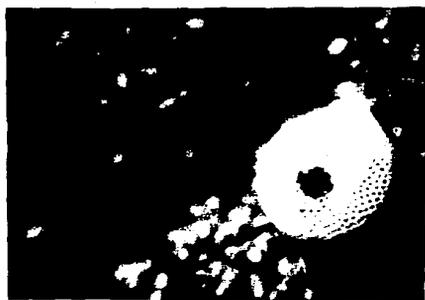
Figura 1.- Ciclo de vida de *Sandia xami*. a: huevo (36x). b: larva de primer estadio (31x). c: larva de segundo estadio (18x). d: larva de cuarto estadio (7x). e: pupa (3x). f: adulto (2.5x). m = micrópilo; ep = escudo protorácico; es = estigma respiratorio.

manece verde indefinidamente. El huevo se torna gris si está parasitado. Esto último sólo sucede en huevos fecundados y sólo en las primeras horas, es decir cuando aun están verdes. Los parasitoides, principalmente avispas constituyen una fuente importante de mortalidad de los huevos de esta especie (Apéndice 4).

Se observó que los huevos verdes recolectados en el campo tardan entre cinco y ocho días en eclosionar. Para los criaderos realizados a partir de huevos puestos en el laboratorio se registra una duración promedio de 5.54 días (Intervalo: 3.9 - 8.0 días).

En el proceso de eclosión se observó que el embrión de la especie en estudio yace sobre su lado izquierdo y come el cascarón en el sentido de las manecillas del reloj. Por lo general la larva no se come más que el área del micrópilo, dejando un agujero central característico que permite apreciar que la larva ha emergido (Fig. 2, a y b).

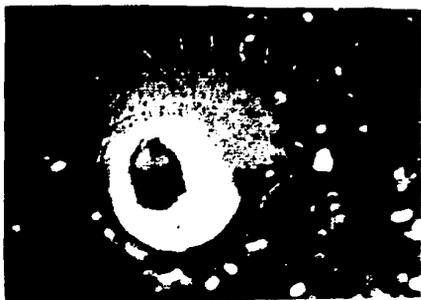
La larva, bajo condiciones de laboratorio, emerge por lo general en las primeras horas de la mañana y le toma entre 20 y 40 minutos realizar este proceso. Al salir permanece no más de diez minutos junto al huevo para después empezar a moverse y probar el sustrato hasta encontrar un sitio adecuado para introducirse a la hoja (Fig. 2, c y d). Durante este proceso existe una gran mortalidad, pues al ser observados al microscopio, varios huevos presentaron un agujero diminuto donde es posible apreciar a la larva en su interior, sin embargo por alguna razón se interrumpe el proceso. Es posible que la revisión al microscopio de los huevos durante el proceso de eclosión, sea una causa por lo que este se interrumpe, ya que la intensidad de la luz del microscopio puede causar desecación de la larva. Se recomienda de preferencia revisar este proceso con una lupa o tener cuidado de que la intensidad de la luz no sea muy alta y que esté suficientemente humedecida la caja que contiene al huevo.



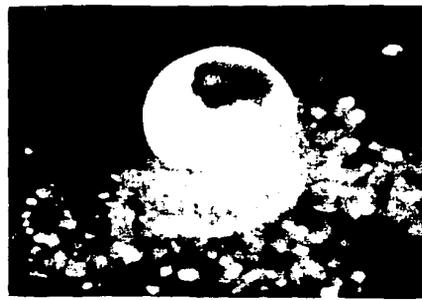
a



b



c



d

Figura 2.- Proceso de Eclosión de Sandia xami. a: a los 8 min. (35x). b: a los 13 min. (53x). c y d: recién emergida (38x).

La larva de S. xami tiene hábitos minadores es decir, come excavando un túnel en la hoja carnosa de su hospedero, y sale cuando el alimento es escaso; algunas veces se ha visto que sale a mudar, permanece algunas horas o hasta un día fuera y se vuelve a introducir a la hoja (Fig. 1 c, 3 c y d).

Generalmente la larva penetra en la hoja entre 20 min. y 1 hora después de la eclosión y a unos cuantos centímetros del huevo abierto, el cual permanece adherido a la planta por varios días. Esto permite detectar a la larva de primer estadio en el campo, pues el tamaño diminuto del orificio de entrada es prácticamente imposible de localizar.

Cuando es época de florecimiento de las plantas, las mariposas hembras ovipositan la mayor parte de sus huevos sobre las flores, por lo que las larvas penetran dentro de éstas y se alimentan de las estructuras reproductoras. Se han encontrado larvas hasta de tercer estadio dentro de las flores, y posteriormente bajan a las hojas a terminar su fase larval (Fig 3 c).

La larva de Sandia xami presenta cuatro estadios. Esto fue verificado graficando las medidas de largo y ancho así como por medio de las medidas de las cápsulas cefálicas (Cuadro 2).

En los cuadros 3 y 4 se pueden observar las medidas y duración promedio de cada estadio larvario y para ambos sexos en Sandia xami; se anotan también las medidas de los adultos. Durante el cuarto estadio se presentan dos fases : una activa donde el comportamiento de la larva es principalmente forrajero, al igual que en los estadios anteriores, y una fase inactiva o prepupa (Chu, 1949; Peterson, 1967) donde la larva deja de alimentarse y se contrae aproximadamente a tres cuartas partes de su longitud, perdiendo a su vez una proporción considerable de peso.



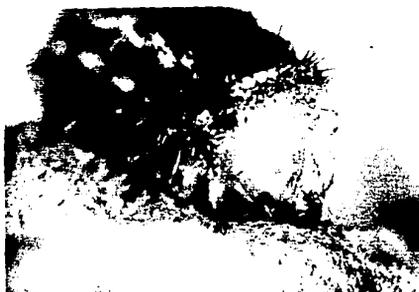
a



b



c



d



e



f

Figura 3.- Aspectos del ciclo de vida de Sandia xami. a: huevo mordido por araña (36x). b: larva de primer estadio (74x). c: larva de tercer estadio introduciéndose en flor de Echeveria gibbiflora (5.5x). d: larva de cuarto estadio con estructuras cefálicas evidentes (27x). e: detalle de las estructuras de la larva de cuarto estadio (10x). f: prepupa (2.7x).

pa = placa anal; md = mandíbula; o = ocelo; pv = pies verdaderos; es = estigmas respiratorios.

MEDIDAS DEL ANCHO DE LA CAPSULA CEFALICA

	\bar{X} (mm)	INTERVALO (mm. 95% conf.)	E.S.
1er ESTADIO	.28	.27-.29	.004
2do ESTADIO	.48	.46-.49	.006
3er ESTADIO	.71	.68-.74	.015
4to ESTADIO	1.13	1.05-1.21	.035

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA SOLA VIA

G.L.	F	PROB. F
52	570.8	0.000

G.L.= grados de libertad

No existe superposicion de las medidas entre los estadios.

CUADRO 2

Diferenciación de estadios larvarios de Sandia xami, por medio de las medidas del ancho de la cápsula cefálica.

MEDIDAS PROMEDIO (mm +/- E.S.)

LARGO

	1er ESTADIO	2do ESTADIO	3er ESTADIO	4to ESTADIO	PUPA	ABDOMEN *	ALA *	N
♀	1.33 (.015)	2.93 (.103)	5.58 (.239)	9.20 (.168)	9.94 (.0926)	1.39 (.020)	1.65 (.024)	16
♂	1.31 (.012)	2.86 (.076)	5.34 (.187)	8.91 (.171)	9.38 (.065)	1.30 (.005)	1.55 (.012)	5

ANCHO

	1er ESTADIO	2do ESTADIO	3er ESTADIO	4to ESTADIO	PUPA	N
♀	.333 (.01)	1.118 (.0618)	1.971 (.109)	3.487 (.166)	5.253 (.070)	16
♂	.324 (.019)	1.09 (.064)	2.01 (.138)	3.318 (.17)	5.197 (.065)	5

CUADRO 3

Medidas de largo y ancho de las larvas, pupas y adultos de Sandia xami.

* adultos

DURACION PROMEDIO (días +/- E.S.) DE ESTADIOS LARVALES Y PUPA.

	1ER. EST.	2DO. EST.	3ER. EST.	4TO. EST.	PUPA	LAR+PUP	N
♂	4.60 (.40)	5.0 (.71)	6.0 (.54)	13 (1.05)	17 (.58)	45.8 (1.98)	5
♀	5.40 (.34)	4.93 (.39)	5.81 (.45)	12.44 (.38)	17.62 (.64)	46.37 (1.35)	17
♂♀	5.23 (.28)	4.96 (.33)	5.86 (.36)	12.60 (.37)	17.50 (.50)	46.23 (1.11)	22

PESOS PROMEDIO (mg +/- E.S.).

	LARVA 4TO ESTADIO	PUPA	ADULTO	N
♂	.1715 (.0061)	.1343 (.0058)	.0550 (.0042)	5
♀	.1968 (.0091)	.1352 (.0051)	.0560 (.0021)	17

CUADRO 4 Duraciones y pesos promedio de los estadios larvales y de pupa de Sandia Xami.

La cabeza de las larvas de Sandia xami mide aproximadamente 1/3 del diámetro del cuerpo es retráctil y protusible, su color es café claro y se encuentra ligeramente aplanada dorsoventralmente, en ella se distinguen varias estructuras similares a las que presentan la mayor parte de las larvas del Orden (Fig 2 d).

El cuerpo de la larva de Sandia xami es cilíndrico en el primer estadio y se vuelve más deprimido y fusiforme al avanzar los estadios. De igual manera, al principio de esta fase tiene una consistencia lisa volviéndose cada vez mas rugosa.

En el primer estadio se presentan sedas largas (0.3 mm aprox. de longitud), formando dos hileras subdorsales con dos sedas y dos hileras subspiraculares con una seda larga y una corta. En este estadio se distinguen un promedio de ocho sedas por segmento (Fig. 1 b y 2 b).

En el segundo estadio empiezan a aparecer sedas cortas aproximadamente diez, distribuidas en dos hileras dorsales (Fig. 1 c). En el tercer estadio aparecen muchas sedas cortas y fuertes que tienden a concentrarse en el área dorsal de los segmentos, en este estadio se distinguen aproximadamente cuarenta sedas por segmento viéndose claramente agrupadas en dos conjuntos dorsales y dos laterales por cada segmento (Fig. 3 c). En el cuarto estadio se distingue un aumento considerable de sedas cortas entre ciento cincuenta y doscientos por segmento distribuidas irregularmente (Fig. 3 d).

El cuerpo de la larva de Sandia xami presenta, como el resto de los lepidópteros, tres segmentos torácicos y diez segmentos abdominales.

En el dorso del protórax o primer segmento torácico, se encuentra un escudo en forma de diamante, En el segundo estadio se vuelve menos evidente y se asemeja a una sutura, pues aumenta la distancia entre las dos punturas que lo delimitan (Fig. 1 c). En el tercer y cuarto estadio es apenas perceptible.

Al hablar de puntura se refiere al lugar de inserción de las sedas cuando éstas no se presentan.

En la región ventral del tórax se localizan un par de pies verdaderos en cada segmento, los cuales terminan en una uña en forma de gancho (Fig 3 d).

Los segmentos abdominales se parecen entre si por la sección dorsal, siendo los tres últimos segmentos más angostos. En el dorso del décimo segmento abdominal se localiza una placa anal hexagonal con dos punturas de color café claro. Dicha placa sólo es evidente en el primer estadio larval, no presenta sedas y su textura es lisa y brillante (Fig. 3 b).

En la región ventral se localizan cinco pares de pies falsos ubicados de forma característica en el Orden, en los segmentos tres, cuatro, cinco y seis (pies ventrales) y diez (pies anales). Dichos pies poseen en su parte distal una mesoserie de ganchillos cuya disposición ordinal depende del estadio. Esta está interrumpida a la mitad por el lóbulo espatulado característico de licénidos. Se observó que en el primer estadio la disposición de estas estructuras es uniordinal; presentaron cuatro ganchillos los dos individuos observados. Asimismo, en el segundo estadio, la disposición también es uniordinal, pero aumenta el número de ganchillos a seis ($n=2$). En el tercer estadio la disposición es biordinal; presentan aproximadamente 10 ganchillos. En el cuarto estadio se observa una disposición triordinal con un número aproximado de 20 ganchillos.

Al revisar al microscopio la larva de Sandia xami resulta evidente que posee ciertas características que podrían estar relacionadas con la mirmeofilia típica de la familia. Estas son: poseer una cutícula gruesa y rugosa, principalmente a partir del segundo estadio, así como la presencia de un conjunto de orificios, conocidos en la literatura como perforaciones o cupolas de Malicky, sobre el dorso del séptimo segmento abdominal, que generalmente están asociados a la presencia de una

glándula de miel (glándula de Newcomer).

Las perforaciones de Malicky, se presentan en la especie en estudio a partir del segundo estadio. Se desconoce si éstas están asociadas a una glándula funcional. Durante el trabajo de campo no se ha detectado ninguna atracción evidente de las hormigas hacia las larvas.

La larva de S. xami presenta un color amarillo claro brillante durante el primer estadio, un día antes de la muda se empiezan a distinguir seis hileras rosas, dos dorsales y una subespiracular a cada lado (Fig. 1 b). La mayor parte de las larvas de segundo estadio son verde amarillento. Presentan las seis hileras rosas muy evidentes (Fig. 1 c). La coloración en los dos últimos estadios es muy variable, encontrándose en algunas ocasiones larvas de color rosa fuerte uniforme y en otras ocasiones son verde brillante con o sin las hileras típicas de los estadios anteriores (Fig. 1 d y 2 e). La consistencia de la cutícula se va tornando cada vez mas rugosa conforme transcurren los estadios.

La larva de S. xami presenta como la mayoría de los lepidópteros nueve pares de estigmas respiratorios uno en la región lateral del protórax y los ocho restantes en la región lateral de los segmentos abdominales, uno por segmento exceptuando los dos últimos (Fig. 1 d y 2 e).

La pupa de Sandia xami tiene un parecido general a otras pupas de licénidos. Su tamaño y peso se encuentran directamente relacionados a los alcanzados por la larva. Los cuadros 3 y 4 muestran las medidas, pesos y duraciones promedio obtenidas de los lotes de crianza mantenidos en el laboratorio, sin restricción de alimento. No se tienen datos de estos aspectos en el campo.

Las pupas de la especie en estudio presentan una coloración café oscuro después de dos días de haber pupado. En las primeras

horas de este estadio las pupas presentan una coloración café claro, con un fondo del color de la larva de que provienen (Fig. 1 e). Vistas al microscopio se aprecian grupos de manchas café oscuro principalmente concentrados en la región dorsal. Presenta la superficie cubierta de sedas de color café claro o amarillentas, las cuales prácticamente no se distinguen a simple vista. Los estigmas respiratorios presentan una coloración café oscuro. En la región ventral se distinguen varias estructuras del futuro imago (= adulto) como es el vértex de la cabeza el cual se presenta como un pequeño esclerito triangular anterior al protórax y mesial a la base de la antena. Se distinguen también las piezas oculares, el labrum y la maxila.

Se observó que esta etapa es sumamente variable en su duración, posiblemente esto dependa de la temperatura existente, como se puede concluir a partir del cuadro 5. También se advierte que el rango de duración a lo largo del año es de 13 a 35 días, con un promedio de 16.3 días. Se realizó una prueba de análisis de varianza para determinar si la duración de este estadio es significativamente distinta en las diferentes estaciones del año, resultando como se verá más adelante que si lo es.

Los lotes de crianza utilizados para la realización de esta prueba fueron mantenidos en el mismo lugar bajo condiciones de alimentación similares, pero estuvieron expuestos a las condiciones de temperatura existentes en el laboratorio.

Berges (com. pers.) mantuvo un lote de crianza a una temperatura constante de 15 °C, obteniendo valores para el estadio larvario de 60 a 75 días (N: 10). Las 8 larvas que llegaron a pupar se mantuvieron en este estadio durante más de dos meses hasta que murieron.

Los resultados de las medidas, duraciones y pesos obtenidos en los lotes de crianza se resumen en los cuadros 3, 4 y 5.

DURACION DE PUPAS

AÑO	MES	SEXO	DURACION (días)	N	INTERVALO
1984	JUL-AGO	♂	20	2	20
1984	NOV-DIC	♂	32.2	2	31 - 35
		♀	35.5	4	32 - 35
1985	MAR-ABR	♂	16.5	6	14 - 17
		♀	16.8	15	14 - 18
1985/86	DIC-FEB *	♂	19.6	5	19 - 22
		♀	21.8	13	21 - 24
1986	FEB-ABR *	♂	15.7	7	13 - 18
		♀	15.1	9	14 - 16
1986	MAR-MAY *	♂	14.1	30	13 - 17
		♀	13.9	54	13 - 16
1986	AGO-OCT *	♂	15.1	20	14 - 16
		♀	14.7	29	14 - 16
1986	NOV-DIC *	♂	16.8	33	15 - 19
		♀	17.1	31	16 - 19
1986/87	OCT-ENE *	♂	16.1	16	14 - 17
		♀	16.3	62	14 - 18
1986/87	DIC-FEB *	♂	22.7	42	22 - 25
		♀	23	57	22 - 28
1987	ENE-FEB *	♂	24.9	18	21 - 26
		♀	25.6	25	19 - 29

CUADRO 5 Lapso de duración de las pupas de Sandía xami a lo largo del año.

* Lotes de crianza realizados por Jiménez, (1987).

Resumiendo los resultados:

1. No se observan diferencias significativas en la duración de los estadios larvales y de pupa entre hembras y machos.

2. No se observan diferencias significativas en los pesos del cuarto estadio larval, pupa y adulto entre hembras y machos, aunque en todos los casos las hembras tendieron a ser más pesadas.

3. En cuanto a las medidas, se observa que para los estadios larvales y de pupa no se observan diferencias significativas entre sexos, pero en todos los lotes las hembras resultaron ser ligeramente más largas y anchas. Las medidas del tamaño de los adultos, presentan diferencias significativas entre hembras y machos, en el largo del ala anterior y el largo del abdomen ($P < .05$), favoreciendo a las hembras.

4. El análisis de varianza realizado para determinar si las duraciones del estadio de pupa en distintos meses del año son significativamente distintas, resultó afirmativo, con una $P < .05$ ($N=127$).

5. Se encontró una correlación positiva entre el largo del ala y el peso de la pupa para los primeros 3 lotes de crianza ($r=.65$, $P < .005$, $N:20$). Para estos lotes, también se encontró una correlación positiva entre el largo del ala y el peso del adulto, ($r=.51$, $P < .05$, $N=20$).

2.5 DISCUSION

Para el estadio de huevo, Ziegler y Escalante (1964) registran tamaños similares a las encontradas en este trabajo pero no citan el número de individuos revisados. En la descripción del huevo de Sandia xami de Downey y Allyn (1981), se cita un diámetro y una altura menores a las obtenidas en este estudio, probablemente porque los huevos que utilizaron fueron fijados previamente lo cual trae consigo una deshidratación.

En cuanto a los estadios larvales, Ziegler y Escalante desconocen el número de éstos, apuntando que al menos existen tres, y mencionan medidas distintas a las obtenidas en éste trabajo. Hay que tomar en cuenta que la medición de la longitud de las larvas puede presentar una variación considerable dependiendo del lugar donde se encuentra la larva, si ésta se encuentra caminando fuera del túnel de la hoja, tiene todos sus segmentos expandidos y llega a medir hasta el doble que cuando se encuentra dentro del túnel forrajeando.

Ziegler y Escalante (1964) citan que con frecuencia se encuentran machos perchando sobre la inflorescencia de Echeveria gibbiflora. En los años de registro de oviposición, rara vez se encontró a un macho perchando en esa planta. Cordero y Soberón (1990) demostraron que la especie en estudio presenta una conducta territorial, cuya función principal es reproductiva. Generalmente en los territorios no se encuentra la planta hospedera de esta mariposa.

En cuanto a los hábitos de la larva, mencionan su forma de alimentación, anotando que por lo general se encuentra una gota de líquido mieloso en la entrada del túnel, "...el cual es saboreado por hormigas que al parecer atienden a las larvas sin dañarlas". Este es el caso de muchos licénidos, pero como se menciona en otra sección, si bien sí se ha observado dicha gota de aspecto mieloso en el orificio de entrada de la larva de

primer estadio, se desconoce si es producto de secreción larvaria. Por otro lado, en el Pedregal de San Angel es sumamente raro encontrar hormigas cerca de las larvas por lo que dicha asociación puede ser facultativa, dependiendo ésto de la proximidad de formicidos a la planta huésped.

También mencionan en su artículo que con frecuencia se encuentran plantas completamente destruidas por las larvas. En el seguimiento que se tuvo de 415 plantas de E. gibbiflora, semanalmente y a lo largo del año, rara vez se apreció el caso de que una planta fuera seriamente dañada por su huésped. Los únicos casos de daño severo, incluso de defoliación total, se observaron, fuera del sitio estudio, en plantas usadas como ornato en jardines.

Según datos de De la Cruz (1990) quien realizó la evaluación de los distintos niveles de daño o herbivoría sobre E. gibbiflora en el area de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Angel, una mosca de la familia Lyriomicidae, que oviposita en época de secas sobre la misma planta ocasiona un daño más drástico sobre el hospedero que el de S. xami.

Dichos autores mencionan que existen al menos tres brotes generacionales en la Ciudad de México; de Julio a Septiembre observaron la mayor abundancia, con otra concentración en diciembre y enero, y la tercera de Marzo a Mayo. En los tres años de los que se tienen datos de oviposición de la mariposa en el área, se ha visto que la mariposa presenta brotes irregulares, encontrándose por lo general una mayor densidad de huevos entre octubre y enero, pero aún no se tienen datos de densidades de adultos a lo largo del año. Se ha visto que es posible encontrarla en vuelo durante todo el año debido a la naturaleza suculenta y perenne de su hospedero y probablemente a que las condiciones climáticas no son demasiado extremosas en esta localidad.

En este trabajo la correlación entre los pesos de las pupas

y adultos, con la expansión alar resultó altamente significativa, por lo que para trabajos posteriores se puede utilizar ese estimador del tamaño del adulto.

La duración de los estadios, es muy variable; Jiménez (1987) arguye que los factores climáticos no influyeron en las duraciones de sus lotes de crianza. Propone que es más probable que la variabilidad en la duración se diera por diferencias en la calidad del alimento o debido a los progenitores con los que se inició cada lote.

Resulta difícil determinar las causas de las diferencias en la duración de los estadios sin tener un registro de temperaturas. Para el caso de organismos ectotérmicos, la temperatura es el factor más importante en la determinación de la duración del ciclo de vida, y aun cuando generalmente los insectos aceleran sus funciones metabólicas al aumentar la temperatura, existen excepciones en las que a temperaturas bajas se obtienen ciclos de vida más cortos; se ha visto que en muchas ocasiones los organismos se desarrollan más rápidamente bajo un régimen alterno de temperaturas (Hinton, 1981).

Para el estadio de pupa, las diferencias de temperatura están relacionadas con las estaciones del año (Cuadro 5). No se cuenta con datos de duraciones en los meses de junio y julio, meses en que por lo general se presentan las temperaturas máximas para el área de estudio, pero es claro que en los meses más fríos (dic-feb) los adultos tardan más en emerger que en meses más calurosos (mar-ago).

Hay que considerar que los lotes de crianza se llevaron a cabo dentro de un laboratorio, lo cual produce que las fluctuaciones de temperatura sean mucho menos drásticas que en condiciones naturales, por lo que se espera una mayor variabilidad en las duraciones de los estadios en el campo. Este aspecto es sumamente importante en dinámica de poblaciones, sobre todo para el desarrollo de modelos que permitan predecir el surgimiento de

brotos en una localidad dada.

El argumento de que las diferencias en las duraciones se hayan dado por la calidad del alimento, si bien es cierto que este aspecto puede influir considerablemente en la duración del ciclo de vida, (ver revisión en Raup y Denno 1983) es más evidente cuando las larvas se alimentan con recursos efímeros donde el envejecimiento de las hojas se da de forma acelerada, de una estación a la otra. Para el caso del recurso alimenticio de Sandia xami se vió que las larvas alimentadas con hojas maduras y jóvenes presentan únicamente un día de diferencia en cuanto a la duración de su fase larval (Cap III), por lo que no creo que sea factible que en lotes de crianza realizados con hojas similares, se presenten diferencias tan marcadas (hasta 15 días) debidas a una calidad variable del recurso.

La posibilidad de que las diferencias también pudieran ser debido a un efecto de los progenitores, lo considero éste aspecto también poco probable, pues está relacionado con el anterior. Morris, (1967) apunta que una alimentación deficiente de los padres es transmisible de una generación a otra como un resultado de la cantidad o calidad de la yema del huevo, aun cuando no es heredable en el sentido genético usual. Considero en este caso que las larvas (generación de los abuelos) que dieron origen a los progenitores se alimentaron también de un recurso similar.

Es importante llevar a cabo lotes de crianza con control de temperatura, humedad y fotoperíodo, esto es, diseñar más experimentos que arrojen información acerca de requerimientos nutricionales de las larvas; determinar si existe algún impacto en las tasas de desarrollo de las larvas debido a que sean alimentadas con pedazos de hojas que se mantienen algunos días en refrigeración o alimentadas con plantas en estado natural. Es necesario realizar experimentos que arrojen información acerca del efecto de las distintas dietas de adultos en la longevidad y fecundidad de éstos.

No se puede determinar el número de estadios a partir de las medidas de largo, ya que esta medida tiene una gran variabilidad; Si la larva está en movimiento llega a medir casi el doble.

Es importante realizar observaciones con microscopia electrónica, así como estudios histológicos y conductuales para determinar si se presenta la glándula de miel y sus tentáculos asociados en la larva de S xami., o si bien las perforaciones presentes constituyen únicamente una reminiscencia de estas estructuras. Es probable que debido a los hábitos perforadores de la larva, la glándula haya dejado de ser funcional.

Las pruebas de variabilidad de la duración de la etapa de pupa muestran la importancia que tiene el determinar las duraciones de cada fase en un gradiente de temperaturas, para así poder predecir la duración del ciclo de vida en condiciones naturales en las distintas épocas del año.

CAPITULO III

EFFECTO DEL TIPO DE DIETA EN EL CRECIMIENTO DE LAS LARVAS.

3.1 INTRODUCCION

El impacto de la dieta larvaria sobre la adecuación depende esencialmente de la estrategia reproductiva que presente el organismo (Cole, 1954; Schaffer, 1974; Stearns, 1976). En especies semélparas, (Calow, 1973) donde la producción de huevos ocurre muy pronto después de la eclosión del adulto, la mala calidad del alimento larvario tiene un impacto negativo en la fecundidad del adulto. En estos individuos la alimentación del adulto no afecta la producción de huevos (ver revisión en Slansky, 1982).

En el caso de especies iteróparas, las cuales copulan varias veces en su longeva vida adulta, el consumo de alimento por el adulto es importante en la producción normal de huevos (ver revisión en Slansky op. cit.).

Dunlap-Pianka , Boggs y Gilbert (1977) en su artículo de dinámica de ovarios en helicónidos, ejemplifican los dos tipos de estrategias reproductivas en lepidópteros. Comparan la dinámica de producción de huevos de dos mariposas de la familia Heliconiidae: Heliconius charitonius y Dryas julia. La primera vive seis meses y el adulto se alimenta de polen, de donde extrae los aminoácidos necesarios para la producción activa de huevos. Las hembras viejas de esta especie no difieren significativamente de las jóvenes en cuanto al número de huevos maduros presentes en los ovarios disectados, a menos que se suspenda el suplemento de

proteínas, con lo cual cesa la producción de huevos (Estrategia iteropara).

La segunda, Dryas julia vive un mes y el adulto ingiere únicamente carbohidratos, siendo definitivas las reservas proteínicas obtenidas por las larvas en la producción de huevos del adulto. En estas mariposas se presenta un pico de oviposición a los pocos días de haber emergido, después ésta declina para cesar por completo a las tres o cuatro semanas, muriendo el adulto uno o dos días después. Este patrón de oviposición es el más común en los lepidópteros.

Ehrlich y Ehrlich (1978) en su artículo de estrategias reproductivas en mariposas, apuntan que es sumamente raro encontrar apareamientos múltiples en los licénidos. Por otro lado se ha visto que Sandia xami oviposita todos sus huevos en un tiempo relativamente corto después de su emergencia, y vive como adulto hasta 90 días en condiciones de laboratorio (Cordero, com. pers.), lo cual nos conduce a pensar que es una especie semélpara. Lo anterior implica que la evaluación de la fecundidad del adulto dependerá principalmente de la alimentación de la larva.

Considero entonces de interés fundamental para la comprensión de la distribución que presenta S. xami, el conocimiento del efecto que tienen las variaciones en cantidad y calidad del recurso alimenticio de sus larvas, sobre los parámetros de la tabla de vida de la mariposa. Sin embargo, el abordar a fondo este tema requiere de una serie de experimentos de campo y laboratorio que representarían material para otra tesis, por lo que para el presente trabajo, intentaré revisar sólo algunos aspectos generales del efecto de someter a las larvas a una alimentación escasa, así como evidenciar si representa alguna ventaja para la mariposa, desde el punto de vista nutritivo, el sitio de la planta donde oviposite (impacto de la edad de la hoja y de la oviposición en flor).

Para determinar el impacto de la edad de la hoja en el herbívoro, muchos investigadores han realizado lotes de crianza a partir de huevo, induciendo a las larvas emergentes a alimentarse de hojas de distintas edades durante toda la fase larvaria para evaluar posteriormente aspectos relacionados con la larva, como es la sobrevivencia, duración del período de desarrollo y tamaño alcanzado; así como aspectos relacionados al adulto, como es la sobrevivencia, longevidad, tamaño y fecundidad (Hovanitz, 1942; Morris, 1967; Drooz, 1970; Mc. Caffery, 1975; Scheweitzer, 1979; Scriber y Feeny, 1979 Moscardi, 1981; Raupp y Denno, 1983; Stig y Ohmart, 1988).

La variación de la edad de la hoja puede evaluarse extirpando hojas el mismo día y de preferencia de la misma planta, para evitar errores debidos a diferencias en calidad por arreglo espacial (Oyama, com. pers.). Esta forma es útil para hospederos que producen hojas longevas, por lo que en una sólo planta es posible encontrar hojas de distintas edades, las cuales se evalúan según la posición relativa con respecto al meristemo apical (Raupp y Denno, 1983).

Para plantas que producen hojas sincrónicamente por períodos cortos, es necesario recolectar hojas al principio de la estación de crecimiento (hojas jóvenes) y al final de la estación (hojas maduras).

Raupp y Denno, (1983) compilaron los resultados obtenidos por investigadores que alimentaron distintas especies de insectos con hojas jóvenes y maduras de su hospedero, y encontraron que tanto en aspectos relacionados con la larva como en aquellos relacionados con el adulto, en la mayor parte de los estudios se evidencia que las larvas que se alimentaron con hojas jóvenes de su hospedero, sobreviven mejor, tienen períodos de desarrollo menores y consiguen un tamaño y peso mayor. Asimismo los adultos presentaron una mayor sobrevivencia y fecundidad. Este último aspecto fué particularmente claro en todos los estudios realizados con lepidópteros.

Scriber y Feeny (1979) analizaron el crecimiento de larvas de mariposas en relación al grado de especialización alimenticia (especialistas vs. generalistas) así como al estadio fenológico de su hospedero. Encontraron que en general, las larvas alimentadas con hojas maduras de su hospedero tienen ciclos de vida más largos y alcanzan tallas menores que las alimentadas con hojas jóvenes. No obstante, observaron que este efecto es más drástico en larvas generalistas que se alimentan de hojas de árboles y arbustos. Por un lado proponen que esto se debe a que los insectos polípagos son menos eficientes que los monófagos en convertir la comida en biomasa, y por lo general no se encuentran adaptados para contrarrestar las defensas químicas de su hospedero. Además encontraron que las hojas maduras de árboles son menos nutritivas que las de hierbas, pues por lo general se desecan más rápidamente y se vuelven más duras.

En los trabajos mencionados sólo se comparan diferencias nutricionales con hojas, para el presente trabajo, se incluyó también la alimentación con flores, ya que se ha visto que la mayor parte de los licénidos, en época de floración, ovipositan preferentemente en dichas estructuras, y se sugiere que dicha preferencia puede estar condicionada a las relaciones mirmecófilas (Atsatt, 1981). Downey y Allyn (1979), citan que el licénido Leptotes cassius t., oviposita sobre las yemas florales de Plumbago, aun cuando en varias ocasiones, las hembras se quedan pegadas en los pelos pegajosos que recubren estas estructuras. Emmel y Ferris (1972) observaron que el licénido Callophrys fotis b. el cual se alimenta de la crasulácea Sedum spathulifolium, transcurre los dos primeros estadios larvales en las hojas de su hospedero, al llegar al tercer estadio larval, Sedum empieza a florecer y las larvas se mudan hacia las flores para completar la fase, si no pueden localizar dichas estructuras y permanecen alimentándose en hojas alcanzan una talla menor.

La relación entre el tamaño o peso del herbívoro y su fecundidad, presenta por lo general una alta correlación positiva.

Drooz (1965) hace varios análisis en los cuales se aprecia una relación consistente entre el tamaño y peso corporal y la fecundidad dentro de los lepidópteros; llega a la conclusión de que el potencial de huevos puede estimarse con bastante certeza mediante el peso de la pupa. Conclusiones similares han sido citadas por Campbell, (1962), Hinton, (1981), Slansky, (1982), Denno y McLure, (1983), Haukioja y Neuvonen, (1985), Freeman y Geoghagen, (1987).

Hinton (1981) aclara que es importante comparar individuos de la misma generación y en la misma localidad, para estimar la fecundidad a partir del peso de la pupa. Encontró, por ejemplo, que en poblaciones multivoltinas con pupas con diapausa y sin diapausa, las primeras tienen por lo general un peso mayor aun cuando la fecundidad del adulto sea menor que la de las pupas sin diapausa que pesan menos. Observó también que si se comparan pesos de pupas de distintas localidades, con frecuencia hay errores al estimar la fecundidad a partir de los pesos pupales.

En contraposición, Wasserman y Mitler (1978) opinan que las especies grandes tienen proporcionalmente huevos más grandes, por lo que no necesariamente es cierto que un tamaño corporal grande esté asociado a una fecundidad mayor. Boggs, (1986) encontró también que no existe una correlación significativa entre el tamaño corporal y el número de huevos del ninfálido Speyeria mormonia, apoyando para esta especie la hipótesis de que a partir de cierto umbral afecta positivamente a la adecuación el producir huevos más grandes que en mayor cantidad. Esto es particularmente válido cuando existen grandes limitaciones en el tiempo de vuelo diario.

Además de la ventaja en cuanto a la fecundidad, el tener un tamaño corporal grande relativo a los conoespecíficos puede representar una mejor adecuación por otras razones: los organismos grandes escapan o repelen mejor a sus depredadores, pueden sobrellevar mejor los rigores ambientales y tienen mayor habilidad para defender sus recursos de los competidores (Raupp y

Denno, 1983). Por otro lado, el tamaño del macho es importante como un criterio en el apareamiento, pues resulta ser un buen indicador del "vigor" y/o la habilidad para realizar una óptima contribución en la producción de huevos (Boggs y Gilbert, 1979). Haukioja y Neuvonen (1985) no encontraron una correlación significativa entre el tamaño del macho y su éxito en la fertilización, pero observaron que, sólo machos grandes tuvieron éxito en fertilizaciones múltiples.

3.2 OBJETIVO GENERAL

Determinar si existen efectos sobre la fecundidad del adulto, tiempo de desarrollo y sobrevivencia larval, al alimentar a las larvas de la mariposa Sandia xami con:

- a) Un recurso escaso (inducción de pupas durante el cuarto estadio).
- b) Con tres distintos estados fenológicos de su hospedero (hojas jóvenes, hojas maduras y flores).

3.3 EXPERIMENTO 1 : Cantidad de alimento.

i) OBJETIVOS PARTICULARES

- a) Determinar a partir de qué momento del ciclo de vida de S. xami, se puede inducir la transformación de larva en estadio de pupa, al retirarle el alimento.
- b) Observar las consecuencias, en la fecundidad potencial, duración del estadio larvario y sobrevivencia, al producir adultos de talla pequeña.

El término de fecundidad potencial utilizado en este trabajo se basa en la definición de Dunlop-Pianka et al., (1977) : número de oocitos primarios que se encuentran en los oviductos de las hembras antes de ovipositar (Chew y Robbins, 1984).

ii) METODO

Se tomaron 24 huevos puestos el mismo día en el laboratorio según la técnica descrita anteriormente (ver Cap II). Se criaron normalmente las larvas hasta que entraron en cuarto estadio, se pesaron y midieron para obtener cuatro grupos de seis larvas con medidas y pesos similares. Al primer grupo se le retiró el alimento al segundo día del cuarto estadio, al segundo grupo al cuarto día, al tercer grupo al sexto día y por último al cuarto grupo se le dejó pupar normalmente considerándolo como testigo (Cuadro 6).

Se registró el peso de la larva en el momento de retirar el alimento, el peso de la pupa un día después de haber pupado, y su longevidad. Asimismo se llevó un registro cuidadoso del adulto, día de emergencia, sexo, peso, y tamaño (largo abdomen y largo ala anterior), siendo estos marcados antes de ser introducidos en el insectario de tal forma que se obtuvo un registro completo del destino de cada larva hasta su fase adulta (Técnicas de adormecimiento en frío y marcaje descritas anteriormente). Se registró cualquier anomalía observada en el adulto.

Para determinar la fecundidad potencial, las hembras fueron sacrificadas al quinto día después de la emergencia, día en que se encuentran maduros gran parte de los oocitos sin que la hembra virgen haya ovipositado (Jiménez, com pers.). Se procedió a realizar una disección con un bisturí a la altura del octavo segmento abdominal, para extraer el aparato reproductor. Este se introduce en una caja de Petri con 2 ml de agua y con un pincel

INDUCCION DE PUPAS

N	D. A.	PESO LARVA (gr)		PESO PUPA (gr)	ALA (cm)	ABD. (cm)	PESO ADUL. (gr)	Nº HUEVOS
1	2	.0524		MURIO	--	--	--	--
2	2	.0725	$\bar{X} = .0538$	MURIO	--	--	--	--
3	2	.0680	$S = .0136$	MURIO	--	--	--	--
4	2	.0490	$E.S. = .005$	MURIO	--	--	--	--
5	2	.0420		MURIO	--	--	--	--
6	2	.0392		MURIO	--	--	--	--
7	4	.0843		MURIO	--	--	--	--
8	4	.0846	$\bar{X} = .0792$	.0540	1.2	1.0	.0246	12
9	4	.0729	$S = .0079$	.0345	DEFORME	0.8	.0168	9
10	4	.0731	$E.S. = .003$	.0360	DEFORME	0.8	.0214	4
11	4	.0713		MURIO	--	--	--	--
12	4	.0904		.0678	1.3	0.9	.0229	14
13	6	.1666		.0734	1.4	1.2	.0254	15
14	6	.1565	$\bar{X} = .1510$	.0613	1.3	1.0	.0321	17
15	6	.1201	$S = .0205$	.0501	1.2	1.0	.0215	4
16	6	.1745	$E.S. = .0084$	.1014	1.8	1.2	.0529	26
17	6	.1333		.0507	1.4	1.2	.0242	17
18	6	.1549		.0966	1.9	1.0	.0673	28
19	T	.2074		.1823	2.1	1.6	.0782	57
20	T	.1916	$\bar{X} = .1995$	.1436	1.8	1.0	.0558	20
21	T	.1862	$S = .0171$	.1614	1.7	1.3	.0675	41
22	T	.1820	$E.S. = .0070$	.1330	1.7	0.9	.0530	30
23	T	.2287		.1588	2.0	1.3	.0871	56
24	T	.2012		.1067	1.5	0.9	.0460	23

CUADRO 6 Efecto de inducir a pupar a las larvas de Sandia xami en distintos días del cuarto estado.

D.A.= num. de días que se alimentó la larva durante el 4to estado. T= Testigos alimentados sin restricción de alimento.

de pelo de camello del N 00 se procede a vaciar los oviductos para separar posteriormente los oocitos hasta que puedan contarse. Cada vez que se realizó esta operación los huevos fueron contados dos veces por personas distintas. Cuando los números no coincidieron se tomó como válido el número menor.

Se repitió el experimento pero en esta ocasión se utilizaron únicamente dos grupos de 12 larvas cada uno. Al primer grupo se le retiró el alimento entre el cuarto y quinto día del cuarto estadio habiendo alcanzado pesos a los cuales ya son capaces de pupar (dato obtenido del exp. anterior). Las otras 12 larvas se consideraron testigos y se les dejó que se alimentaran normalmente (Cuadro 7).

iii) RESULTADOS

Los resultados se resumen en los cuadros 6,7,8 y 9 y en la figura 4. En los cuadros 6 y 7 se observan los resultados de los dos experimentos. En el cuadro 8 se aprecian algunos efectos de inducir a las larvas a pupar antes de haber alcanzado su peso óptimo. Se realizó una matriz de correlación con el fin de determinar que parámetros son los que mejor explican la variación en el número de huevos (Cuadro 9). Se observó que la varianza en el número de huevos es explicada en mayor grado por el peso del adulto ($R = .96$) pero también el peso de la pupa obtuvo un valor muy grande ($R = .91$); asimismo se ve que el largo de la ala anterior esta significativamente correlacionado al peso de la pupa ($R = .90$), esto puede verse también en la figura 4.

Se puede inducir la transformación de larvas a pupas retirándoles el alimento durante el cuarto estadio, obteniéndose pupas que pueden tener hasta una sexta parte del peso que se alcanza normalmente. Estas pupas dan origen a adultos de talla muy pequeña, con altas probabilidades de emerger con las alas deformes (38.5%) y con una fecundidad potencial muy baja.

INDUCCION DE PUPAS

N	PESO PUPA (gr.)	ALA (cm.)	ABDOMEN (cm.)	PESO ADULTO (gr.)	N HUEVOS
1	.04850	0.9	0.8	.01470	6
2	.04300	0.9	0.7	.01500	1
3	.03000	--	--	.01090	--
4	.04870	--	--	--	--
5	.03650	--	--	.01140	0
6	.04250	X = .0419	--	--	--
7	.04000	--	--	--	--
8	.05120	S = .0056	0.9	.01520	0
9	.03870	E.S. = .0016	1.1	.01210	4
10	.04140	--	0.8	.01460	5
11	.04120	--	--	.01110	0
12	.04050	0.9	0.7	.01160	2
13	.13720	2.1	0.9	.06470	28
14	.14000	1.9	1.1	.05570	27
15	.13300	1.7	0.8	.05300	30
16	.14360	1.8	1.0	.05580	20
17	.13870	X = .1512	1.4	.06870	43
18	.16700	S = .0138	0.9	.04600	23
19	.17900	--	0.9	.07740	48
20	.15040	E.S. = .0039	1.8	.06140	40
21	.15880	--	2.0	.08710	56
22	.16140	--	1.7	.06750	41
23	.15700	--	1.8	.06800	29
24	.14850	1.6	0.7	.05250	--

CUADRO 7 Efecto en algunos parámetros de los adultos de Sandia xami, por inducir á las larvas a pupar entre el 4to y 5to día del cuarto estadio.

RESULTADOS DE LA INDUCCION DE PUPAS

INTERVALO DE PESO AL PUPAR	N ^o	% SOBREVIVENCIA (de pupas a adultos)	% DE INDS. MALFORMADOS	HUEVOS PROMEDIO (intervalo)
>.0300	6	0	-	-
.0300-.0499	13	79	38.5	3.2 (0-9)
.0500-.0699	7	100	0	10.6 (0-17)
.1000-.1399	6	100	0	30.33 (23-43)
.1400-.1699	11	100	0	35.09 (18-56)
.1790-.1899 (testigos)	2	100	0	52.5 (48-57)

CUADRO 8 Efectos de inducir a la larva de Sandía xami a pupar antes de haber alcanzado el peso óptimo.

MATRIZ DE CORRELACION

	largo ala	largo abdomen	peso adulto	num. de huevos
peso pupa	.90	.74	.96	.91
largo ala		.85	.90	.82
largo abdomen			.76	.72
peso adulto				.96

CUADRO 9

Correlación entre distintas medidas de tamaño de Sandía xami.

INDUCCION DE PUPAS

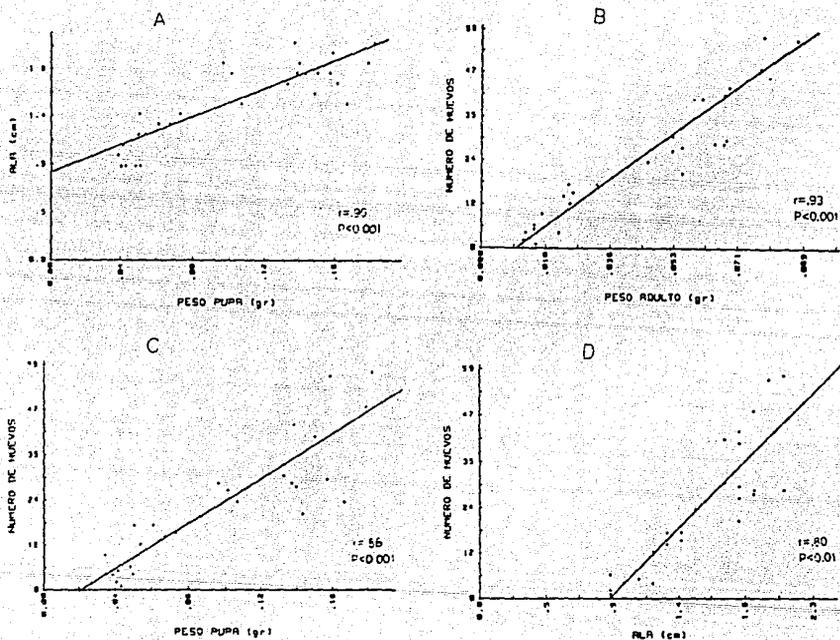


Figura 4.- Correlaciones de algunos parámetros del ciclo de vida de Sandia xami. a: Correlación entre el largo del ala anterior y el peso de la pupa. b, c y d: Correlación entre el número de huevos extraídos al quinto día y el peso del adulto, peso de la pupa y largo del ala anterior respectivamente.

iv) DISCUSION

Con respecto a la relación del tamaño o peso de la mariposa y su fecundidad, se vió que los resultados de este estudio concuerdan con los de varios estudios realizados con lepidópteros donde se han encontrado buenas correlaciones entre el tamaño o peso de los individuos y su fecundidad (Campbell, 1962; Drooz, 1965; Denno y Mclure, 1983). Esto puede permitir que en estudios posteriores de la especie, se determine con bastante confianza la fecundidad de las hembras a partir de su peso al pupar, lo cual evitará que sean sacrificadas.

Además del efecto sobre la fecundidad, se observó que una alimentación deficiente puede provocar una deformación severa en las alas lo cual tiene efectos drásticos en la adecuación. Este efecto es característico en lepidópteros cuyas larvas fueron alimentadas deficientemente (Morris, 1967). No fue posible evaluar los efectos de la alimentación escasa en la longevidad de la mariposa pues en los dos lotes de cria se obtuvieron únicamente hembras (ver apéndice 4), las cuales fueron sacrificadas para determinar su fecundidad potencial.

Por la misma razón descrita anteriormente, no se tienen datos de si existen diferencias entre sexos al estar sometidos a una alimentación escasa.

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que el tamaño corporal o peso de S. xami es sumamente importante en su adecuación.

Es necesario repetir el experimento con una muestra mayor y con huevos provenientes de diferentes hembras para reducir las posibilidades de obtener lotes de hembras únicamente. Con las nuevas técnicas para mantener cultivos masivos en el laboratorio y lograr que copulen dentro de insectarios, se pueden tener datos acerca de cómo afecta el tener una talla pequeña en la realización de la cópula, y cuales son los efectos de una

alimentación deficiente sobre la progenie (Cordero, en prep.). Morris (1967), demostró una fuerte tendencia transmitida sobre la viabilidad de los huevos de Hyphantria cunea Drury, y la habilidad de las larvas de primer estadio para establecerse en la comida, con progenitores con una alimentación deficiente.

Como se vió anteriormente, parece ser que para S. xami, el producir mayor cantidad de huevos afecta más a su adecuación que el que éstos sean mas grandes. Sería interesante tener datos de pesos de huevos provenientes de adultos de distinta talla, para determinar con certeza que la estrategia es producir mayor cantidad de huevos sin afectar el tamaño de éstos.

3.4 EXPERIMENTO : 2 Calidad del alimento.

i) OBJETIVO PARTICULAR

Determinar si existen diferencias de calidad nutricional, al alimentar a las larvas de S. xami con tres distintos estadios fenológicos de su hospedero E. gibbiflora, que serían : hojas maduras, hojas jóvenes y flores. Dichas diferencias se evaluarán en su efecto sobre la duración de la larva, así como en el peso y fecundidad potencial del adulto.

ii) METODO

Para este experimento se obtuvieron 60 huevos fértiles puestos en el laboratorio por dos hembras traídas del Jardín Botánico. Se siguió el mismo método de crianza que el resto de los lotes; únicamente se tuvo como variable el tipo de alimento utilizado.

Se formaron tres lotes de 20 larvas cada uno. El primer lote se alimentó desde su emergencia de hojas jóvenes de Echeveria

gibbiflora, el segundo de hojas maduras y el tercero de flores.

Para obtener el alimento se seleccionaron 20 plantas hospederas dentro de un parche del Jardín Botánico Exterior. Estas eran similares en cuanto a su diámetro, altura y número de inflorescencias presentes (diam.= 60 cm aprox, altura = 20 cm aprox., y una inflorescencia).

Las plantas se marcaron en su base y de ellas se recolectaron siempre las distintas muestras de comida de este experimento.

La recolecta de las muestras se hizo de una forma sistemática, considerándose como hojas nuevas a la sexta hoja a partir del inicio de la roseta, y como hojas viejas a la 18va hoja contada también a partir del inicio de la roseta. Las flores se extrajeron primero las más distantes del suelo.

De cada planta se extrajeron una hoja nueva, una vieja y una flor marcando su procedencia con cinta adhesiva. Las muestras fueron llevadas al laboratorio donde se puso la cantidad necesaria para alimentar a las larvas recién emergidas dentro de una caja de petri previamente etiquetada con el número de planta y la parte de ésta para cada muestra.

Se suministró el alimento necesario para completar la fase larvaria utilizando siempre las mismas plantas. Si se terminaba el alimento se procedía a recolectar más.

El diseño de este método tuvo el propósito de evitar error en cuanto a cambios en la calidad debido a un distinto arreglo espacial de las plantas. Para cada muestra se obtuvo la duración de las larvas, el peso de las pupas, la duración de éstas, sexo y peso del adulto, así como el número de huevos presentes en las hembras al quinto día de su emergencia.

Los resultados de este experimento se resumen en los cuadros 10 y 11. Se realizaron pruebas de análisis de varianza para determinar si existen diferencias significativas en las duraciones de larvas y pupas, en los pesos de pupas y adultos así como en el número de huevos presentes al 5to día, entre los tres lotes que fueron alimentados con un estadio fenológico distinto de su hospedero (Cuadros 10 y 11). Sólo la duración larval resultó ser significativamente distinta entre los 3 tratamientos ($P=0.00002$), siendo menor en las alimentadas con flores.

Con respecto a los pesos de las pupas como de adultos, se obtuvo que en ambos casos, solo el lote alimentado con hojas maduras presentó pesos significativamente menores ($P = .02$), (Cuadro 10 y 11).

Para el caso del número de huevos observado al quinto día se obtuvo que no existen diferencias significativas en ésta respuesta entre los tres tratamientos.

Se observó que el lote alimentado con flores presentó una mortalidad mayor en la larva de primer estadio (Cuadro 10).

Prácticamente no hubo mortalidad en el resto de los estadios larvales en ninguno de los lotes. No se cuenta con datos acerca de las sobrevivencias de los adultos pues, al igual que en el experimento de reducción del alimento, se sacrificaron casi todos los adultos; de las 44 larvas que llegaron a adultos se obtuvieron únicamente 3 machos (ver apéndice 4). La reducción en el número de muestra que se observa para el conteo del número de huevos se debe para el caso del lote alimentado con flores, a que emergieron dos machos, y dos hembras se escaparon después de ser pesadas. En el caso del lote alimentado con hojas maduras se murieron dos hembras adultas por una equivocación en el tiempo que permanecieron en el congelador antes de ser pesadas, no pudiéndose recuperar al tratamiento, las otras dos también se

RESULTADOS DEL EXPERIMENTO 2

	HOJAS MADURAS	N	HOJAS JOVENES	N	FLORES	N
	X (ES)		X (ES)		X (ES)	
DURACION LARVA (días)	23.9 (.490)	16	21.3 (.400)	17	20.8 (.400)	13
DURACION PUPA (días)	20 (.274)	16	20.5 (.524)	17	16.9 (2.17)	13
TOTAL (de larva a eclosión) (días)	43.9		41.8		36.7	
PESO PUPA (gr)	.139 (.004)	16	.15 (.002)	16	.15 (.004)	13
PESO ADULTO (gr)	.058 (.003)	15	.067 (.003)	16	.070 (.004)	13
NUMERO DE HUEVOS (al 5to día)	41.36 (3.82)	11	35.28 (2.46)	14	36.3 (4.67)	9
SOBREVIVENCIA (%)		55%		70%		45%

CUADRO 10

Longevidad y peso de las larvas y adultos de Sandia xami, alimentados con tres estadios fenológicos de Echeveria gibbiflora. N inicial en cada tratamiento = 20

ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA PARA LOS TRES TRATAMIENTOS
DEL EXPERIMENTO 2

	G.L.	F	PROB-F.	
PESO PUPA	45/43	4.16	.022	
PESO ADULTO	43/41	4.30	.020	
DURACION LARVA	45/43	13.86	.00002	
DURACION PUPA	44/42	2.67	.080	*
NUMERO DE HUEVOS al 5to dia	33/31	0.89	.421	*

G.L.=grados de libertad

* $p > .05$ = no significativa

CUADRO 11

Análisis de varianza que permite distinguir si existen diferencias entre los tres tratamientos aplicados a las larvas de Sandia xami: 1) alimentadas con hojas maduras, 2) alimentados con hojas jóvenes y 3) alimentados con flores de su hospedero, Echeveria gibbiflora.

escaparon. Para el lote de hojas jóvenes se tuvo también un macho y una hembra emergió dentro de la caja de Petri, sin tener espacio para estirar sus alas, muriendo antes del quinto día.

La correlación entre pesos de pupas y adultos contra el número de huevos, se observó que el lote alimentado con hojas maduras obtuvo una correlación significativa para ambos casos. En el caso del lote alimentado con hojas jóvenes no se presentó correlación entre los pesos y el número de huevos, y para el lote alimentado con flores fue sólo significativa la correlación entre el peso del adulto y el número de huevos (ver Cuadro 12).

No se encontró deformación de las alas en ninguno de los adultos que emergieron.

iv) DISCUSION

Al analizar los datos se podría concluir que, para S.xami, las flores de su hospedero resultan ser un recurso de mayor calidad nutritiva, ya que producen pupas y adultos de mayor peso, y la duración del estadio de larva es menor. Sin embargo, considero riesgoso arguir que las diferencias observadas en dichos parámetros de la mariposa, representen una presión selectiva por la cual se presente la estrategia de ovipositar preferentemente en flores, durante la época de florecimiento. Me baso en el análisis de la biología de la mariposa, así como en datos de crianzas anteriores, lo cual me hace suponer que las diferencias en pesos y longevidades observadas en el experimento, son producto de varianzas muy pequeñas dentro de los datos obtenidos para los distintos tratamientos, pero en condiciones naturales no creo que dichas diferencias modifiquen el comportamiento de la hembra.

Al comparar por ejemplo los resultados del experimento anterior, vemos que, una reducción en el número de días que se

CORRELACIONES ENTRE PESOS Y FECUNDIDAD POTENCIAL

(Experimento 2)

	HOJAS MADURAS N=16		HOJAS JOVENES N=17		FLOR N=13	
	r	P	r	P	r	P
PESO PUPA VS N DE HUEVOS	.517	<.05	.173	NS *	.373	NS *
PESO ADULTO VS N DE HUEVOS	.897	<.001	.161	NS *	.560	<.05

* P> .05 = NO SIGNIFICATIVA.

CUADRO 12

Correlación entre los pesos de la pupa y del adulto de Sandia xami y el número de huevos presentes al 5to día.
(r= coef. de correlación; P= probabilidad).

alimentan las larvas, produce un efecto drástico en el peso de las pupas y del adulto, alcanzándose tallas hasta de una sexta parte de las alcanzadas por el lote testigo, las cuales producen severas deformaciones en las alas (ver Cuadro 6). Por otro lado, en la mayor parte de los reportes de experimentos en que las larvas fueron alimentadas con hojas maduras de su hospedero, se obtuvieron reducciones en el peso de la pupa que van de 30 a 60% (Larsson y Ohmart, 1988; Scriber y Feeny, 1979).

En contraposición, en este experimento, la reducción en el peso de la pupa en individuos alimentados con hojas maduras no alcanzó ni siquiera un 10% con respecto a los alimentados con hojas jóvenes.

Los pesos obtenidos en este experimento para los tres tratamientos, no difieren significativamente de los obtenidos para el lote testigo del experimento anterior, lo cual explica porqué no se obtuvieron diferencias significativas en el número de huevos presentes al quinto día (ver Cuadro 9). Este hecho también puede apreciarse en las correlaciones tan bajas entre los pesos de pupas y el número de huevos obtenidos para este experimento, a diferencia de las correlaciones tan altas obtenidas en el experimento anterior. Tampoco emergieron adultos con alas deformes. Lo anterior me hace suponer que, al menos en cuanto a pesos y fecundidad, la diferencia de calidad de alimento con los tres estadios fenológicos del hospedero no producen diferencias apreciables en la adecuación del adulto.

El parámetro que presentó mayor diferencia entre los tres tratamientos fue la longevidad de las larvas. Las longevidades de los estadios representan un factor muy importante en la adecuación de los insectos (Scriber y Feeny 1979; Raupp y Denno 1983; Singer 1984).

La larva, al estar expuesta a un recurso de baja calidad puede aumentar el tiempo de alimentación o bien pupar antes de haber alcanzado un peso óptimo. Ambas decisiones traen consigo un

costo. La primera implica una mayor exposición a enemigos naturales, a factores ambientales cambiantes, o bien, un retraso en la emergencia del adulto, que puede ocasionar un desfase en la relación a los estadios fenológicos de su recurso. Este aspecto es más drástico en especies univoltinas, donde la alimentación está sincronizada con la temporalidad del recurso. La segunda opción que implica pupar antes, genera una reducción considerable en la fecundidad del adulto (Slansky, 1982). En especies como S. xami que en el área de estudio es multivoltina, aparentemente no presenta diapausa en ninguno de sus estadios, su recurso alimenticio está presente a lo largo del año y vive en condiciones climáticas poco cambiantes, parece tener un costo menor el prolongar unos días el estadio larvario que pupar con un peso inferior al óptimo (en el cuadro 6 se observan la consecuencias de pupar tres días antes). Por otro lado, De la Cruz (1990) realizó un análisis químico de Echeveria gibbiflora, encontrando que las hojas maduras, contienen una menor concentración de nitrógeno y una mayor concentración de taninos, lo cual apoya también que las hojas maduras presentan un valor nutritivo menor, sin embargo, al realizar pruebas de aceptabilidad en el laboratorio encontró que las larvas de S. xami prefieren las hojas maduras de su hospedero como recurso alimenticio (no utilizó flores en el experimento). Es probable que otros factores no relacionados con la calidad nutritiva de las hojas estén determinando tanto las preferencias de alimentación de la larva como de oviposición de la hembra. Stig y Ohmart (1988) proponen que la dureza de las hojas es la característica que con frecuencia explica mejor las preferencias de alimentación de las larvas de insectos fitófagos. Se ha observado que las larvas de S. xami se entierran más rápidamente en las hojas maduras de su hospedero pero no se tienen aún datos cuantitativos de este aspecto.

La preferencia por hojas maduras puede explicarse también con base en la investigación realizada por Scriber y Feeny (1979) donde encontraron que, los efectos de alimentar a larvas de mariposas con hojas maduras, son considerablemente menos

drásticos en especies que se alimentan de hierbas. Para el caso de S. xami, la naturaleza succulenta de su hospedero, puede amortiguar los efectos de la desecación, que, por lo general, está relacionada a una reducción de los niveles de nitrógeno (Scriber y Slansky, 1981).

Para determinar las causas preferenciales por ovipositar en las flores es necesario tener datos de tablas de vida en condiciones naturales pues probablemente dicha preferencia este asociada a una reducción en la efectividad de los enemigos naturales en las estructuras florales (Price et al., 1980). Dichas estructuras con frecuencia presentan hormigas, las cuales en muchas ocasiones son efectivas para ahuyentar a los parasitoides, organismos que constituyen una fuente importante de mortalidad de huevos en la familia (Apéndices 5 y 6).

Por otro lado podría pensarse que el color llamativo de las flores fuese la causa de que las hembras ovipositen en dichas estructuras. Considero que ésta es una característica que permite que la planta sea reconocida mas rápidamente por las hembras, pero se ha visto que una vez que la hembra localiza el recurso alimenticio se toma un tiempo palpando con el abdomen antes de ovipositar, por lo que la clave visual representaria un factor importante en la localización del recurso alimenticio más no en la oviposición.

Es importante repetir el experimento en distintas épocas del año, pues es posible que las diferencias de calidad se vean mejor reflejadas en hojas de distintas estaciones.

Por otro lado, es necesario evaluar los efectos de cortar las hojas, comparando tasas de crecimiento y talla alcanzada en larvas que se alimentan de pedazos de hojas, con aquellas que se alimentan de hojas en su estado natural.

DISCUSION GENERAL

La mayor parte de los estudios de estadios inmaduros de insectos se realizan con fines taxonómicos o económicos, donde se describen las larvas y pupas como organismos pasivos. Existen muy pocos trabajos de biología de poblaciones, donde dichos estadios son considerados como individuos dinámicos que modifican activamente su medio, en respuesta a las condiciones heterogéneas de éste. Este aspecto es muy importante para comprender la ecología y evolución de las diferentes estrategias y formas de vida que se presentan en un grupo tan diverso como es el de los insectos. En el caso de lepidópteros, particularmente de aquellos en que la fecundidad del adulto depende básicamente de las reservas acumuladas durante los estadios larvales, como es el caso de Sandia Xami, tiene importancia el estudio del comportamiento de alimentación, el cual dependerá básicamente de los patrones de oviposición de las hembras. Como se vió en este trabajo, con frecuencia la distribución de los huevos no corresponde a una mayor calidad del hospedero, si se toma en cuenta unicamente el valor nutritivo de éste.

Es por ésto que la investigación en ecología de poblaciones de insectos herbívoros debe involucrar la identificación de que al menos algunos de los individuos de la población tienen la flexibilidad genética y de comportamiento para alterar el uso de sus recursos de acuerdo a los cambios en la calidad de éstos. Este tipo de trabajos, que incluyen la comprensión de que los organismos están expuestos a un medio heterogéneo, apoyan el punto central descrito por Soberón (1986), acerca de cómo la distribución de los consumidores en relación a la calidad de sus recursos tiene una profunda influencia en la dinámica poblacional.

Además de la importancia de este tipo de estudios con fines de esclarecer los procesos ecológicos y evolutivos, la información acerca de cómo los individuos responden a las diferencias de calidad de su recurso, provee una información muy útil para desarrollar estrategias de control de plagas.

Esto implica un trabajo difícil en campo y laboratorio, el cual en ocasiones es largo y costoso, pero cada vez se adquiere más conciencia de los beneficios que trae consigo diseñar proyectos de conservación y explotación de recursos con base en un profundo conocimiento de los organismos con los que se está trabajando.

LITERATURA CITADA

- Alvarez, S. F. J., J. Carabias, J. Meave, P. Moreno, D. Nava, F. Rodriguez, C. Tovar y A. Valiente. 1982. Proyecto para la creación de una reserva en el Pedregal de San Angel. Facultad de Ciencias U.N.A.M.
- Andrewartha, H. G. y L. C. Birch. 1954. The Distribution and Abundance of Animals. University of Chicago Press, Chicago.
- Atsatt, P. R. 1981 a. Ant-dependent food plant selection by the mistletoe butterfly Ogyris amaryllis (Lycaenidae). Oecologia 48: 60-63.
- _____. 1981 b. Lycaenidae Butterflies and Ants: Selection for enemy free space. Am. Nat. 118: 638-654.
- Baker, R. R. 1983. Insect territoriality. Ann. Rev. Entomol. 28: 65-89.
- Begon, M y M. Mortimer. 1981. Population ecology: an unified study of animals and plants. Blackwell.
- Benrey, B. B. 1986. Patrones de parasitismo por Trichogramma pretiosum (Hymenoptera) Efecto sobre la dinámica poblacional de la mariposa Sandia Xami. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias U.N.A.M.
- Beutelspacher, C. R. 1980. Mariposas diurnas del Valle de México. Ediciones Cientificas L.P.M.M. México.
- Boggs, C. L. 1986. Reproductive strategies of female butterflies: variation in and constraints on fecundity. Ecol. Entomol. 11: 7-15.
- Boggs, C. L. y L. E. Gilbert. 1979. Male contribution to egg production on butterflies: Evidence for transfer of nutrients at mating. Science 206: 83-84.
- Brower, P. B. 1984. Chemical Defence in Butterflies. En: The Biology of Butterflies. R. Vane-Wright, P. Ackery y P. Devries. Symposium of the Royal Entomological Society of London. Num. II. Academic Press, London 109-134 pp.
- Calow, P. 1973. The relationship between fecundity, phenology and longevity: a systems approach. Am. nat. 107: 559-573.

- Campbell, J. M. 1962. Influence of larval environment on adult size and fecundity in the moth Panaxia dominula L. Nature (London) 192: 182
- Chew, F. S. y R. K Robbins. 1984. Egg-laying in butterflies. En The Biology of Butterflies. R. Vane-Wright, P. Ackery y P. Devries. Symposium of the Royal Entomological Society of London. Num. II. Academic Press, London. 65-79 pp.
- Chitty, D. 1960. Population process in the vole and their relevance in general theory. Can. J. Zool. 38: 99-113.
- Chu, H. F. 1949. How to know the immature insects Wm. C. Brown Co. Publ. Dubuque, Iowa.
- Clark, L. R., P.W. Geier, D. H. Huges, R. F. Morris. 1974. The Ecology of Insect Populations in Theory and Practice. Chapman & Hall, London.
- Clarke, S. C. 1984. Upsets in the sex ratio of some Lepidoptera. En: The Biology of Butterflies. R. Vane-Wright, P. Ackery y P. Devries. Symposium of the Royal Entomological Society of London. Num. II. Academic Press, London.
- Clench, H. K. 1975. Life History: egg, larva, pupa, adult; Adult morphology: head, thorax, wings, legs, abdomen, female and male genitalia 14-25 pp. En Introduction of The Butterflies of North America (Howe, W. H. ed. e ilustr.) Doubleday & Company Garden City, N.Y. USA.
- Cole, C. L. 1954. The population consequences of life history phenomena. The Quarterly Rev. of Biol. 29:103-137.
- Cordero, C. 1986. Defensa Territorial en la Mariposa Sandia xami. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias UNAM 75 pp.
- Cordero, C. y J.Soberán. 1990. Non-Resource based territoriality in males of the butterfly Xamia xami (Lycaenidae). Journal of Insect Behaviour , Vol. 3. No. 6: 719-732.
- Courtney, S. P. 1981. Coevolution of pierid butterflies and their cruciferous food plants. III. Anthocharis cardamines (Lepid.) survival, development and oviposition on different food plants. Oecologia (Berl.) 51: 91-96.
- Courtney, S. P. y S. Courtney. 1982. The edge effect in butterfly oviposition: causality in Anthocharis cardamines and related species. Ecol. Entomol 7: 131-137.
- David, W. A. L. & Gardiner B. O. C. 1962. Oviposition and hatching of eggs. Bull ent. res. 53: 91-109.

- Dempster, J. P. 1983. The natural control of natural populations of butterflies and moths. Biol. Rev. 58: 461-481.
- De la Cruz, M. M. 1990. Estudio sobre Herbivoría y Demografía en Echeveria gibbiflora (Crassulaceae), una planta perenne en el Pedregal de San Ángel. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias UNAM.
- Dempster, J. P. 1983. The natural control of populations of butterflies and moths Biol. Rev. 58: 461-481.
- Denno, R. F. y M. S. McClure, eds. 1983. Impact of variable host quality on herbivorous insects. New York.
- Dethier, V. G. 1959. Food-plant distribution and density and larval dispersal as factors affecting insect populations. Can. Entomol. 91: 581-596.
- Dirzo, R. 1984. Herbivory: a phytocentric overview. En R. Dirzo y J. Sarukán, eds. Perspectives on Plant Population Ecology. Sinauer, Sunderland, Mass.
- Downey, J. C. 1962b. Myrmecophily in Plebejus (Icaricia) icaroides. Ent. News. 73:57-66.
- Downey, J. C. y A. C. Allyn. 1979. Morphology and Biology of the Immature Stages of Leptotes cassius (Lucas) (Lepid.:Lycaenidae). Bull. Allyn Mus. 55: 27 pp.
- _____. 1981. Chorionic Sculpturing in Eggs of Lycaenidae. Part I. Bull. Allyn Mus. 61: 29 pp.
- _____. 1984. Chorionic Sculpturing in Eggs of Lycaenidae. Part II. Bull. Allyn Mus. 84: 21 pp.
- Drooz, T. A. 1965. Some Relationships between host, egg potential, and pupal weight of the elm spanworm, Ennomos subsignarius (Lep: Geometridae). Ann. of the Entomol. Soc. of America. 58: 243-245.
- Dunlap-Pianka, H., C. L. Boggs, L. E. Gilbert. 1977. Ovarian dynamics in Heliconiine butterflies: Programmed senescence versus eternal youth. Science 197: 487-490.
- Ehrlich, II. A. & P. R. Ehrlich. 1978. Reproductive strategies in the butterflies: I. Mating frequency, plugging, and egg number. Jour. of the Kansas Entomol. Soc 51: 666-697.
- Ehrlich, R. P. 1984. The Structure and Dynamics of Butterfly Populations. En The Biology of Butterflies. Ed I. Vane-Wright y P. R. Ackery. Symposium of the Royal Entomological Society of London. Num II. Academic Press, London.

- Elliot, J. N. 1973. The Higher Classification Of the Lycaenidae: a tentative arrangement. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Ent) 28: 373-506.
- Emmel F.J. y C. D. Ferris. 1972. The biology of Callophrys (Incisalia) Fotis Bayensis (Lycaenidae). Jour. Lep Soc 26: 237-244.
- Feeny, P. 1970. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. Ecology 51: 565-581.
- _____. 1976. Plant apparency and chemical defense. Recent Advances in Phytochemistry, 10: 1-40.
- Freeman, B. E. y A. Geoghagen. 1987. Size and fecundity in the jamaican gallmidge Asphondylia boeshaauia. Ecol. Entomol. 12:239-249.
- García, E. 1964. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, U.N.A.M.
- Gilbert, E. L. y M. C. Singer. 1975. Butterfly Ecology. Ann. Rev. Ecol. Syst. 6: 365-397.
- Hassel, M. P. y T. R. E. Southwood. 1978. Foraging Strategies of Insects. Ann. Rev. Ecol. Syst. 9: 75-98.
- Hayward, K. J. 1931. Normas para describir biologías de lepidópteros. Revista de la S.E.A. 15: 257-263.
- Haukioja, E. y S. Neuvonen. 1985. The relationship between size and reproductive potencial in male and female Epirrita autumnata (Lep.: Geomatridae). Ecol. Entomol. 10: 267-270.
- Heinrich, B. 1974. Thermoregulation in endothermic insects. Science 185: 747-756.
- Higashiura, Y. 1987. Larval densities and life table for the gypsy moth Lymantria dispar. Ecol. Entomol 12: 25-30.
- Hinton, H. E. 1947. The dorsal cranial area of caterpillars. Ann. Mag. Nat. Hist. 14: 843-852.
- _____. 1951. Myrmecophylous Lycaenidae and other Lepidoptera, a summary. Trans. So. Lond. Entomol. Nat. Hist. Soc. 1949-50: 111-175.
- _____. 1981. Biology of insect eggs. Vol I Pergamon Press N.Y. Oxford, Sydney, Paris, Frankfort.

- Hovanitz, W. 1942. Genetic and ecologic analyses of wild populations in Lepidoptera. I. Pupal size and weight variation in some California populations of Melitea chalconia. Ecology 23: 175-188.
- Jiménez, C. G. 1987. Reproducción, mantenimiento y cultivo en laboratorio de Sandia xami (Lepidoptera: Lycaenidae). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM.
- Johnson, K. 1981. Revision of the Callophrina of the world with Phylogenetic and Biogeographic Analysis (Lepidoptera: Lycaenidae). Ph. D. Thesis. City University of New York.
- Kingsland, S. E. 1985. Modeling Nature. The University of Chicago Press. Chicago y Londres.
- Krebs, C. J. 1978. Ecology. 2nd. ed. Harper & Row Publishers, New York.
- Kristensen, N. P. 1976. Remarks on the Family-Level Phylogeny of Butterflies (Ins; Lep; Rhop). Z. Zool. Syst. Evol. 14: 25-33
- Lande, R. 1976. Natural selection and random genetic drift in phenotypic evolution. Evolution 30: 314-334.
- Lawrence, D. A. y J. C. Downey 1966. Morfology of the immature stages of Everes comyntas Godart. Jour. Res. Leo. 5(2): 61-69.
- Malicky, H. 1970. New aspects on the association between lycaenid larvae and ants. J. Lepid. Soc. 24: 190-202.
- May, R. 1979. Insect thermoregulation. A. Rev. Ent. 24: 313-349.
- Mayr, E. 1963 Animal species and evolution. Cambridge, Mass.
- Mc. Caffery, A. R. 1975. Food quality and quantity in relation to egg production in Locusta migratoria. J. Insect Physiol. 21: 1551-1558.
- Mc. Farland, N. 1964. Notes on collecting, rearing, and preserving larvae of macrolepidoptera. Jour. Lepid. Soc. 18: 201-210.
- _____. 1965. Additional notes on rearing and preserving larvae of macrolepidoptera. Jour. Lep. Soc. 19: 233-236.
- Milne, A. 1957a. The natural control of insect populations. Can Ent. 89: 193-213.

- Morris, R. F. 1957. The interpretation of mortality data in studies of population dynamics. Can. Entomol 89: 49-69.
- _____. 1959. Single factor analysis in population dynamics. Ecology 40: 580-588.
- _____. 1967. Influence of parental food quality on the survival of Hyphantria cunea. Can. Ent. 99: 24-33.
- Moscardi, F. C. S. 1981. Impact of soybean phenology on velvetbean caterpillar (Lep:Noct.) Can. Ent. 113:9.
- Nicholson, A. J. 1958. Dynamics of insect populations. A. Rev. Ent. 3: 107-136.
- Owen, D. F. 1970 b. Inheritance of sex-ratio in the butterfly. Acarea encedon. Nature 225: 662-663.
- Owen, D. F y Chanter D. O. 1968. Population biology of tropical African butterflies. II. Sex Ratio and polymorphism in Danaus chrysippus. Revue Zool. Bot. afr. 78: 81-97.
- _____. 1969. Population... Sex ratio and genetic variation in Acarea encedon. J. Zool., Lond. 157: 345-375.
- Parra, V. P. 1988. Ecología de la polinización en una población de Echeveria gibbiflora DC en el Pedregal de San Angel. Tesis de licenciatura Facultad de Ciencias UNAM.
- Peterson, A. 1967. Larvae of Insects. An introduction to Nearctic Species. Part I. Lepidoptera and plant infesting Hymenoptera. 6nd. edition. Edwards Roberts. Michigan U.S.A.
- Pianka, E. R. 1974. Evolutionary Ecology. Harper & Row, New York.
- Pierce, N. 1984. Amplified species diversity: A case of study of an Australian lycaenid butterfly and its attendant ants. En: The Biology of Butterflies. R. Vane-Wright, P. Ackery y P. Devries. Symposium of the Royal Entomologica Society of London. Num. II. Academic Press, London. pp.196-200.
- Pierce, N. y M. A. Elgar 1985. The influence of ants on host plant selection by Jalmenus evagoras, a myrmecophilous lycaenid butterfly. Behav. ecol Sociobiol. 16: 209-222.
- Pimentel, D. 1961. On a genetic feedback mechanism regulating populations of herbivores, parasites and predators. Am. Nat. 95: 65-79.
- Price, P. W., C. E. Bouton, P. Gross, B. A. Mc.Pheron, J. N.Thompson, y A. E. Weis. 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plants on

- interactions between insect herbivores and natural enemies. Ann. Rev. Ecol. Syst. 11: 41-65.
- Pyke, D. A. y Thompson, J. N. 1986. Statistical analysis of survival and removal rate experiments. Ecology 67:240-245.
- Pyle, R. M. 1981. The Audubon Society Field Guide to North American Butterflies. Knopf.
- Raupp M. J. y Denno R. F. 1983. Leaf age as a predictor of Herbivore Distribution and Abundance. En Variable Plants and herbivores in Natural and Managed Systems. Denno R. F. y M. S. Mc. Clure eds. New York.
- Rausher, M. D. 1979a. Larval habitat suitability and oviposition preference in three related butterflies. Ecology 60: 503-511.
- _____. 1979b. Egg recognition: its advantage to a butterfly. Anim. Behav. 27: 1034-1040.
- Rausher, M. D., D. A. Mackay y M. C. Singer. 1981. Pre- and post-alighting host discrimination by Euphidras editha butterflies: the behavioral mechanisms causing clumped distributions of egg clusters. Anim. Behav. 29:1220-1228.
- Reakirt, T. 1866. Descriptions of some new species of diurnal lepidóptera. Series II. Proc. Acad. Nat. Sci. Philad. 331-342.
- Rhoades, D. F. 1979. Evolution of plant chemical defense against herbivores. En Herbivores: Their Interaction with Secondary Plant Metabolites. G.A. Rosenthal and D.H. Janzen, eds. pp.3-54. Academic Press, New York.
- Rhoades, D. F. y Cates, R. G. 1976. Toward a general theory of plant antiherbivore chemistry. Recent Adv. Phytochem. 10: 168-213
- Rosas, M. M. 1987. Influencia del parasitoide Trichogramma pretiosum en la dinámica poblacional del lepidóptero Sandia xami. Proyecto de servicio social, UAM-Iztapalapa.
- Rzedowsky, J. 1954. Vegetación del Pedregal de San Angel (D.F.) México). An. Esc. Cien. Biol. I.P.N. México. 8(1-2): 59-129.
- Rzedowsky, J. y G. C. de Rzedowsky. 1979. Flora Fanerogámica del Valle de México. C.E.C.S.A. México.
- Sánchez, O. S. 1980. La flora del Valle de México. Ed. Herrero. México.

- Schaffer, W. M. 1974. Selection for optimal life histories: The effects of age structure. Ecology 55: 291-303.
- Schweitzer, D. F. 1979. Effects of the foliage age on body weight and survival in larvae of the tribe Lithophanini (Lep: Noctuidae). Oikos 32: 403-408.
- Scott, A. J. 1986. The butterflies of North America. Stanford Univ. Press. CA.
- Scriber, J. M y P. Feeny. 1979. Growth of Herbivorous Caterpillars in relation to feeding specialization and to the growth form of their food plants. Ecology 60:829-850.
- Scriber, J. M. y F. Slansky. 1981. The nutritional ecology of immature insects. Ann. Rev. Entomol. 26: 183-211.
- Singer, M. C. 1984. Butterfly-Hostplant relationships: Host quality, adult choice and larval success. En: The Biology of Butterflies. R. Vane-Wright, P. Ackery y P. Devries. Symposium of the Royal Entomological Society of London. Num. II. Academic Press, London. 81-88 pp.
- Slansky, F. 1982. Insect Nutrition: An Adaptationist's Perspective. Florida Entomol 65: 46-71.
- Smith, D. A. S. 1975b. All-female broods in the polymorphic butterfly Danaus chrysippus and their ecological significance. Heredity 34: 363-371.
- Smith, H. S. 1961. The role of biotic factor/sinthe determination of population densities. J. econ. Ent. 28: 873-898.
- Soberón, J. 1986. The relationship between use and suitability of resources and its consequences to insect population size. Am. Nat. 127: 338-357.
- Soberón, C. Cordero, B. Benrey, P. Parlange, C. García-Sáez y G. y G. Berges. 1988. Patterns of oviposition by Sandia xami (Lepidoptera, Lycaenidae) in relation to food plant apparency. Ecol. Entomol. 13: 71-79.
- Solbrig, O. T. y D. Solbrig. 1979. Introduction to population biology and evolution. Addison- Wesley, Reading, Mass.
- Solomon, M. E. 1957. Dynamics of insect populations. A. Rev. Ent. 2: 121-42.
- _____. 1970. Elements in the development of population dynamics. Proc. Adv. Study Inst. Dynamics Numbers popul. Vol I 29-40.
- Southwood, T. R. E. 1978. Ecological Methods. 2nd edition. Chapman & Hall. London.

- Stearns, S. C. 1976. Life history tactics: A review of the ideas. Quat. Rev. Biol. 51: 3-47.
- Stig, L. y C. P. Ohmart. 1988. Leaf age and larval performance of the leaf beetle Paropsis atomaria. Ecol. Entomol. 13: 19-24.
- Templeton, A. R. 1980. Modes of speciation and inferences based on genetic distances. Evolution 34: 719-729.
- Thompson, W. R. 1956. The fundamental theory of natural and biological control. A. Rev. Ent. 1: 379-402.
- Valiente, B. A. y E. De Luna García. 1988. Una lista florística actualizada del Pedregal de San Angel. Acta Botánica Mexicana 2: 13-30.
- Vane-Wright R. I. 1978. Ecological and behavioural origins of diversity in butterflies. En: Mound L. A., Waloff N. (eds). Diversity of insect faunas. IX Symp. R. Entomol. Soc. Lond. pp. 56-59.
- Varley, G. C. y G. R. Gradwell. 1960. Key factors in population studies. J. Anim. Ecol. 29: 399-401.
- Varley, G. C., G. R. Gradwell y M.P. Hassell 1973. Insect Population Ecology: an analytical approach. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Walther, E. 1972. Echeveria. California Academy of Sciences. San Francisco.
- Waage, J. y D. Greathead. 1986. Insect Parasitoids. 13th Symposium of the Royal Entomological Society of London. Academic Press.
- Wasserman, S. S. y C. Mitter. 1978. The relationship of body size to breath of diet in some Lepidoptera. Ecol. Entomol. 3: 155-160.
- Wright, S. 1940. Breeding structure of population in relation to speciation. Am. Nat. 74: 232-248.
- Ziegler, J. B. y T. Escalante 1964. Observation of the life history of Callophrys xami (Lycaenidae). Jour. Lep Soc. 18: 85-89.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

BIOLOGIA DE Sandia xami.

En éste apéndice se hace un resumen de los trabajos que se han realizado dentro del proyecto de dinámica de poblaciones de S.xami; y se mencionan algunos aspectos importantes y resultados de experimentos preliminares que aún no han sido proseguídos, pero que podrían ser de interés para el mejor entendimiento de la biología de esta especie, y sugerir problemas abiertos al respecto.

AREA DE ESTUDIO. Los trabajos de campo se llevaron a cabo en el área de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Angel, D.F., que pertenece a la Universidad Nacional Autónoma de México.

El Pedregal de San Angel se formó hace aproximadamente dos mil quinientos años, a consecuencia de la erupción del volcán Xitle; se encuentra dentro del Valle de México, siendo sus límites altitudinales los correspondientes a 2250 m s.n.m. en la parte inferior y a los 3100 m s.n.m. como cota superior (Alvarez, et al., 1982).

Esta zona tenía una extensión de 80 km² aproximadamente y, actualmente la superficie cubierta por vegetación es muy pequeña (2.9 km²); ésta se encuentra localizada en los alrededores de la Ciudad Universitaria. Tiene gran cantidad de accidentes topográficos como cuevas, hondonadas y promontorios rocosos, lo cual dió origen a una gran diversidad de microambientes, sitios ideales para el establecimiento de una gran cantidad de especies vegetales.

La diversidad florística de este sitio se debe también a que el Valle de México está ubicado en la mitad meridional de la República, una de las zonas florísticas más ricas de mundo, debido a la confluencia de dos zonas biogeográficas (Rzedowski y Rzedowski, 1979).

A la comunidad vegetal de esta área Rzedowski (1954) la denominó Senecionetum praecocis, cuya vegetación fue clasificada dentro de los matorrales xerófilos. Una lista florística de la zona de estudio puede encontrarse en Rzedowski (1954), en Alvarez, et al.; (1982) y en Valiente y Luna Garcí (1988).

En nuestra área de muestreo son particularmente abundantes las siguientes especies vegetales: Senecio praecox (Compositae) , Eupatorium petiolare (Compositae), Buddleia cordata (Loganiaceae) y Echeveria gibbiflora (Crassulaceae).

El clima del Pedregal de San Angel es templado subhúmedo con lluvias en verano (García, 1964).

A.1 OVIPOSICION.

Dentro del proyecto se empezó con la determinación de los patrones de oviposición de la mariposa, para así poder cuantificar el uso que ésta hace de su recurso alimenticio. Asimismo, se determinaron algunos de los factores que afectan los patrones de oviposición como la distribución espacial de las plantas hospederas y características relacionadas con su calidad.

En octubre de 1983 se marcaron 415 plantas de E. gibbiflora en una área de dos hectáreas aproximadamente, obteniendo para cada planta las siguientes medidas: diámetro mayor, diámetro menor, altura de la planta y, en época de florecimiento, el

número de inflorescencias y la altura de éstas. Además, se obtuvo una medida del "grado de invisibilidad", para lo cual se diseñó un índice arbitrario que permite cuantificar tres factores que probablemente influyen en que las plantas sean difíciles de localizar por la mariposa: a) árboles o arbustos cubriendo a la planta por arriba, b) hierbas o pastos creciendo en la vecindad de la planta, y c) plantas altas, rocas etc. localizadas en un diámetro de 2 m alrededor de la planta. A cada factor se le asignó un número entre 0-5, intervalo que considera desde la completa ausencia a la máxima presencia de la característica considerada. La suma de los tres factores constituye el índice de invisibilidad (Soberón et al., 1988).

El muestreo se efectuó trimestralmente hasta octubre de 1984, obteniéndose cambios notables en el índice de invisibilidad de las plantas, debido a que muy pocas especies se mantienen con hojas en época de secas. Además, durante el mismo periodo de tiempo, se llevo a cabo un muestreo semanal de 140 plantas, submuestra de las 415 plantas utilizadas en los registros trimestrales, que se obtuvo mediante una tabla de números al azar.

En este muestreo se registró el número de huevos recién puestos (verdes), y se siguió el destino de éstos, habiendo cuatro opciones: 1. se tornaban blancos y emergían, 2. se tornaban grises por haber sido parasitados, 3. permanecían verdes porque no estaban fecundados, y 4. desaparecían por alguna causa física o por haber sido atacados por algún depredador. De esta manera se conoció la distribución de los huevos en sus hospederos, y la variación de ésta en tiempo y espacio.

Se encontró que existe un patrón agregado de distribución de huevos (57% de los huevos se localizan en el 2% de las plantas), es decir, existen "plantas preferidas" que son utilizadas durante el año en una proporción mucho mayor que el resto. Esto es muy común en insectos herbívoros. Estas plantas por lo general están aisladas, fenómeno conocido como "efecto de

borde". (Rausher et. al., 1981 y Courtney y Courtney, 1982).

A través de los dos tipos de muestreo se determinó que existen tres factores relacionados con las plantas hospederas que afectan considerablemente la probabilidad de que reciban huevos: altura de la planta, grado de conspicuidad, y el grado de aislamiento que tenga con respecto a sus conespecíficas. La importancia de estos factores como predictores de probabilidad de oviposición cambian según la escala de tiempo que se considere; para largos periodos, el grado de aislamiento es el mejor predictor de oviposición.

A.2 DEMOGRAFIA.

Sandia xami es muy poco abundante en relación a la abundancia de sus recursos alimenticios. No conocemos aún cómo es la sobrevivencia de los distintos estadios en el campo, por lo que no podemos determinar todavía cuáles son los "factores clave" que mantienen a la población de esta mariposa en números tan bajos (Varley y Gradwell, 1960).

Los primeros lotes de crianza en laboratorio se efectuaron a partir de huevos recolectados en el campo, lo cual permitió detectar el alto grado de mortalidad debido al parasitoide Trichogramma praetiosum.

En la figura 5 se comparan tres curvas de sobrevivencia de S. xami: la primera se obtuvo a partir de la sobrevivencia promedio para cada estadio en ocho lotes de crianza que se formaron a partir de huevos puestos en el laboratorio (Jiménez, 1987). La segunda se obtuvo a partir de la sobrevivencia promedio para cada estadio de cuatro lotes de crianza realizados con huevos aún verdes recolectados en el campo. La tercera se generó con los datos del transecto de muestreo donde se puede seguir el

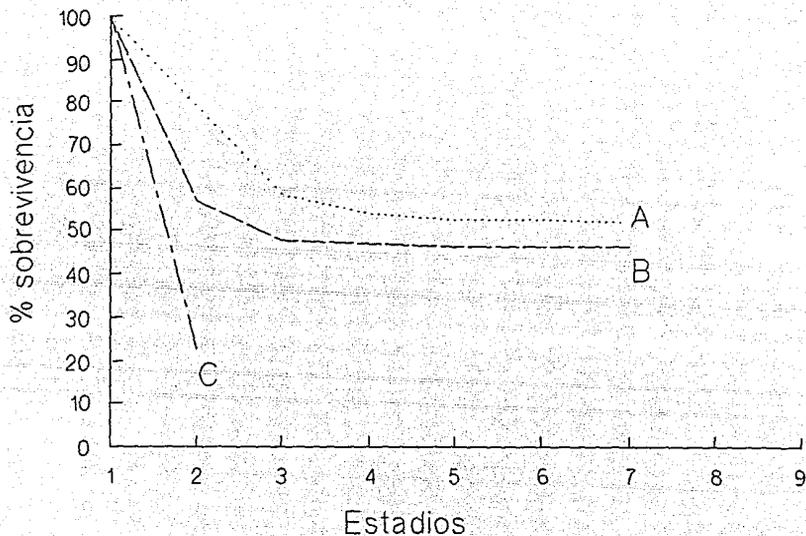


Figura 5.- Curvas de sobrevivencia de Sandia xami. a: a partir de huevos puestos en el laboratorio (Datos de Jiménez, 1987). b: a partir de huevos verdes recolectados en el campo y traídos al laboratorio (Datos del presente trabajo, Cap.2). c: a partir de huevos en el campo (Datos de Benrey, 1986).

destino de los huevos puestos en el campo (Datos recopilados por Benrey, 1986). Para esta curva, no se tienen datos acerca de la sobrevivencia de los demás estadios.

Se realizó una prueba no paramétrica de log-rank (Pike y Thompson, 1986) con el fin de comparar dichas curvas y se obtuvo que son significativamente distintas ($P < .05$). La diferencia entre ambas curvas consiste básicamente en la mortalidad del estadio de huevo.

La alta mortalidad de los huevos en condiciones naturales (curva 3), se debe principalmente al ataque por el parasitoide Trichogramma praetiosum (aprox. 50%). Las demás causas de mortalidad de huevos no se conocen muy bien, y corresponden a los que en el seguimiento denominamos no viables y desaparecidos. Los huevos no viables son los que permanecen verdes por varias semanas hasta que se caen de la hoja. Pensamos que estos huevos son puestos por hembras no fecundadas, ya que los huevos ovipositados en laboratorio por hembras vírgenes presentan características similares en coloración, turgencia y tiempo que permanecen adheridos a la planta. Los huevos considerados desaparecidos son aquellos que se encontraban verdes en una semana, y después de ese lapso ya no se encuentran. Se piensa que la causa principal de la pérdida de estos huevos son los factores medioambientales, especialmente las lluvias. Esta suposición está basada en unas pruebas preliminares efectuadas para determinar el efecto de las lluvias sobre huevos adheridos natural y artificialmente. En época de lluvias fuertes se puede esperar un desprendimiento hasta del 30% de los huevos puestos (Tecpa com. pers.).

A partir de los datos del lote de crianza con el cual se obtuvo la segunda curva, se advierte que en enero de 1985 se recolectaron 92 huevos verdes del Jardín Botánico, 27 de los cuales resultaron parasitados (29.3%), 11 resultaron no viables (11.9%) y 54 emergieron (58.7%). En este caso, se puede considerar una subestimación del parasitismo, pues es probable que

muchos huevos se hayan recolectado muy pronto después de haber sido puestos, por lo que no tuvieron tiempo de haber sido parasitados.

En la curva donde se muestra la sobrevivencia de los huevos puestos en laboratorio, se observa que la mayor parte de la mortalidad encontrada se debe a huevos no viables y a que algunos fueron infectados por hongos.

Con el establecimiento de las técnicas para la crianza masiva de S. xami, fue posible efectuar tablas de vida en laboratorio que nos ofrecen información acerca de los estadios más vulnerables bajo estas condiciones (Jiménez, 1987).

La mortalidad de la larva de primer estadio es alta, lo cual puede deberse a la dificultad para su manipulación, a que con frecuencia se pierde en las cajas de crianza sin encontrar la planta alimenticia, o simplemente muere al no poder introducirse en la hoja. El primer estadio de desarrollo larval en mariposas, generalmente tiene un alto índice de mortalidad (Llorente com. pers.)

No se tienen aún datos de la mortalidad de las orugas de S. xami en condiciones naturales, pero debido al diminuto tamaño de éstas y el tiempo que permanecen fuera de la hoja, se espera que presenten una alta mortalidad.

Como se puede ver en la figura 5. la mortalidad de las larvas de los estadios subsecuentes, así como la de pupas en condiciones de laboratorio es muy baja. Se observó que las larvas o pupas que murieron durante esos estadios, se debió principalmente a hongos presentes en las cajas.

Los hábitos perforadores de la larva de S. xami le permiten que de alguna forma viva "protegida", sobre todo de agentes ambientales severos que son factores clave de mortalidad de huevos y larvas en muchas especies que forrajejan al exterior de las

hojas (Dempster, 1983).

Esto nos hace suponer que la mortalidad de larvas en el campo se incrementa en las ocasiones en que la larva sale de la hoja ya sea porque se le acabó el alimento, porque va a mudar o en búsqueda del sitio para pupar.

Es importante la consecución de tablas de vida en el campo, para tener una idea más clara de los factores que afectan la dinámica de esta población en condiciones naturales.

A.3 PROPORCION SEXUAL.

Se sabe que la mayor parte de las especies animales conocidas poseen una razón sexual de 1:1. Sin embargo existen excepciones, en las que se llega al caso extremo de generación exclusiva de hembras o bien de machos. Algunos ejemplos de este fenómeno serían: D. chrysippus (Owen y Chanter 1968, Smith 1975b), Acræa eucedon (Owen y Chanter, 1969, Owen, 1970b y 1971a) y Hypolimnas bolina (Clarke, 1984).

El caso de S. xami en el Pedregal de San Angel puede incluirse entre aquéllos que presentan anomalías en la proporción sexual. No se tienen aún datos de cómo se presenta ésta en condiciones naturales, pero en los lotes de crianza obtenidos a partir de huevos recolectados en el campo se reconoce un sesgo hacia la emergencia de hembras, como puede apreciarse en el cuadro 13.

En este cuadro se ve la proporción obtenida en ocho lotes de crianza distintos; es interesante observar que esta proporción no se mantiene constante en los distintos lotes, sin embargo en la mayoría existe una tendencia a la predominancia de hembras.

PROPORCIONES SEXUALES EN LOS LOTES DE CRIANZA

LOTE	N	♀	%	♂	%	
1	18 Δ	13	72.2	5	27.8	
2	16 Δ	9	56.2	7	43.3	
3	82 O	54	65.8	28	34.15	
4	49 O	29	59.2	20	40.8	
5	82 O	62	75.6	16	19.51 □	$\chi^2 = 13.720$
6	64 *	31	48.4	33	51.54	
7	99 *	57	57.6	42	42.43	$P < .05$
8	45 *	25	55.6	18	40.0 ☆	
	<u>455</u>	<u>280</u>		<u>169</u>		

CUADRO 13 Proporciones sexuales que se obtuvieron en los lotes de crianza de Sandía xami a partir de:

- Δ Huevos recolectados en el J.B.E.
- O Huevos ovipositados en lab. por hembra capturada en el J.B.E.
- * Huevos ovipositados en lab. por hembra copulada con un hermano
- 4 individuos ginandromorfos
- ☆ 2 individuos ginandromorfos

Se observó que las proporciones son significativamente distintas del esperado 1:1 (Cuadro 13). ¿Qué puede ocasionar este fenómeno?

Owen (1970b) en su artículo de heredabilidad de la proporción sexual en mariposas, menciona el caso de Acraea encedon. Cuando se presentan poblaciones de esta especie en ambientes perturbados, tienden a estar constituidas principalmente por hembras. Esto se debe a que existen dos tipos de hembras, una que produce hembras y machos, y otra que produce solamente hembras. Se sugiere que el fenómeno de producir únicamente hembras se debe a un cromosoma "Y" dirigido. Este aspecto es muy interesante en la biología de mariposas, pues la introducción de hembras que producen sólo hembras podría ser un método eficaz en el control de plagas.

No se ha estudiado este fenómeno en S. xami, pero se tienen algunos datos que sugieren que algo similar pudiera estar sucediendo. En dos ocasiones que se utilizaron huevos puestos por una sola hembra, se obtuvieron lotes de hembras. Lo mismo sucedió en un lote de crianza realizado recientemente, donde se obtuvieron 42 hembras y ningún macho (Jiménez, com. pers.).

Para conocer este aspecto en nuestra mariposa se están diseñando jaulas con compartimientos múltiples que nos permitan aislar varias hembras traídas del campo, para cuantificar la proporción producida por hembra, y posteriormente realizar distintas cruces.

Es de gran importancia para el estudio de dinámica de poblaciones de nuestra especie tener datos concluyentes de este tema pues la presencia de este fenómeno anormal de proporción sexual podría estar contribuyendo en gran medida a la regulación del tamaño de la población.

A.4 PARASITISMO Y DEPREDACION.

Por medio de los lotes de crianza en laboratorio, se pudo detectar que el parasitoide generalista Trichogramma praetiosum (Hymenoptera: Trichogrammatidae) constituye una fuente importante en la mortalidad de huevos. Se puede constatar con exactitud cuando éstos han sido parasitados, debido al cambio de coloración, de verde a gris. Dicho parasitoide ataca los huevos de un gran número de especies de lepidópteros (Waage y Greathead, 1986). Los autores citados anteriormente describen el comportamiento de T. praetiosum sobre el hospedero Heliothis virescens, donde observan que el daño causado al embrión de la mariposa es provocado directamente por la hembra parasitoide en el momento de la oviposición. Esto se demostró al encontrar huéspedes pseudoparasitados, los cuales presentan los mismos síntomas que los parasitados pero por alguna razón sólo se llevó a cabo la perforación del huevo siendo interrumpida la oviposición. Asimismo se descubrió una glándula productora de veneno, el cual es introducido en el momento de perforar el huevo, por lo que la larva del parasitoide parece no jugar ningún papel en la patología de su hospedero (Strand sin publicar, en Waage y Greathead op. cit.).

La observación de grandes cantidades de huevos grises en el campo, sugirió la posibilidad de que la causa por la que la población de la mariposa en estudio se encuentre en números tan bajos fuera la regulación por medio de dicho parasitoide. Para que esto suceda, es necesario que el depredador ajuste su ataque a la densidad de su presa, lo cual implica una relación de densodependencia (Dempster, 1983).

Benrey (1986) publicó los primeros datos acerca de este punto. T. praetiosum, parasita los huevos de S. xami durante las primeras 24 a 48 horas de haber sido puestos, la hembra adulta oviposita un promedio de 4 huevos por hospedero; las larvas del parasitoide se alimentan del embrión y emergen alrededor del quinceavo día después de la oviposición. Benrey (op. cit.)

analizó los datos del muestreo de oviposición de la mariposa durante 1983 y 1984; detectó el número de huevos puestos por semana y el destino de éstos. Observó que los picos de oviposición coinciden, para ambos años, con los picos de parasitismo y que la mortalidad de huevos de la mariposa por efecto del parasitoide es en promedio del 40% anual. Asimismo las plantas con mayor carga de huevos resultaban ser más parasitadas. Estos datos sugerían densodependencia.

Para demostrar la existencia de un patrón densodependiente, Benrey (op. cit.) diseñó dos experimentos de campo a diferentes escalas espaciales (planta y hoja) manipulando la densidad de hospederos (huevos) y registrando el porcentaje de parasitismo a cada densidad. En ambos casos observó que aumenta el grado de parasitismo al incrementarse la densidad de huevos; sin embargo, sólo fue estadísticamente significativo para la escala espacial de hojas. Rosas (1987) repitió únicamente el experimento que evalúa el efecto del parasitismo a diferentes densidades a nivel de planta; tampoco encontró un patrón densodependiente estadísticamente significativo.

Los resultados obtenidos sugieren que, para determinar si el efecto del parasitismo sobre la población en estudio es provocar un decremento eventual en los números poblacionales, o actuar como un factor de regulación densodependiente, es necesario realizar varias réplicas de dichos experimentos, en diferentes escalas y épocas del año.

Este tipo de experimentos tiene ahora mayor factibilidad gracias a que ya se cuenta con una producción de huevos continua en el laboratorio, lo cual permite tener más réplicas que den a los experimentos una mejor representatividad estadística. En cuanto a la depredación únicamente contamos con datos anecdóticos. Se ha visto una araña de la familia Salticidae mordiendo un huevo de S. xami, dejando un daño fácilmente reconocible (Fig 2 a).

Se desconocen los posibles depredadores de larvas, pupas y adultos de la población de la mariposa en estudio.

A.5 MIRMECOFILIA.

La familia de los licénidos comprende alrededor del 40% de las especies de mariposas (Vane-Wright, 1978). Se ha propuesto que este éxito puede deberse a la frecuente asociación con hormigas durante el estadio larvario de la mariposa (Downey, 1962b; Atsatt, 1981b ; Pierce, 1984 ; Pierce y Elgar, 1985).

Una evidencia que apoya esta hipótesis, es que, las subfamilias de licénidos que presentan mirmecofilias, comprenden 368 géneros, mientras que en aquellas donde no se han registrado dichas asociaciones tienen únicamente 24 géneros (Atsatt, 1981b). Otra evidencia es que las hembras de licénidos responden como clave principal de oviposición, a la presencia o ausencia de hormigas (ver revisión en Pierce y Elgar, 1985).

Pierce (1984) trabajó con el licénido australiano Jalmenus evagoras y su hormiga asociada Iridomyrmex sp., para ilustrar dos posibles formas en las que las asociaciones larva-hormiga pudieron haber contribuido a la diversificación de esta familia.

La primer forma, es que la mirmecofilia induce una mayor incidencia de cambio de planta de alimentación, pues la mariposa no sólo busca la planta adecuada para el desarrollo de sus larvas, sino también la presencia de determinado tipo de hormigas. Esto facilita el incremento de "errores" de oviposición (Atsatt, 1981a,b.).

La segunda posible forma que explica la diversidad de la familia, es la modificación de la estructura poblacional de las mariposas. Wright (1940) mostró que la estructura y tamaño de las poblaciones son importantes en la determinación de la tasa a

la cual evolucionan. Mayr (1963), Lande (1976) y Templeton (1980) proponen que la tasa de evolución y especiación es mucho más rápida en especies con poblaciones pequeñas, que en aquellas que poseen poblaciones grandes.

Se ha observado que la mayoría de los licénidos se presentan en pequeños demos semi-aislados, siendo además muy poco vágiles (Pierce, 1984). Esta distribución en parches puede explicarse ya que es común que estos grupos utilicen una proporción de plantas muy pequeña en comparación con los hospederos disponibles.

Tanto Hinton (1951) como Malicky (1969) sugieren que los licénidos ancestrales eran mirmecófilos y, en una reciente clasificación del grupo, Elliot (1973) también argumenta que el mutualismo con hormigas se presentó en la etapa temprana de la evolución de los licénidos. ¿En qué beneficia a los licénidos su asociación con las hormigas?

Generalmente se percibe como una medida de protección contra enemigos naturales, particularmente parasitoides de larvas y pupas (Atsatt, 1981b).

Por otro lado Malicky (1970) argumenta que dicha asociación surge únicamente para evitar la agresión de hormigas. Las larvas de licénidos por lo general presentan alguna adaptación que puede relacionarse con asociaciones mirmecófilas. Dichas adaptaciones en las larvas consisten en la presencia de una cutícula inusualmente gruesa en comparación con el resto de los Lepidoptera, así como la presencia de la glándula de Newcomer, las perforaciones de Malicky y los tentáculos eversibles (ver cap. II).

Pierce y Elgar (1985) mencionan que la subfamilia mirmecófila mejor representada es la Theclinae, a la que pertenece la especie en estudio.

Ziegler y Escalante (1964) en su estudio de S. xami mencionan haber visto pequeñas hormigas "saboreando" el líquido que

secretan las larvas, siendo evidente con frecuencia una gota mielosa en los agujeros de entrada a la hoja. Proponen que las larvas de esta especie aparentemente atienden a las hormigas.

Durante los cuatro años que hemos observado huevos y larvas en el campo, no se ha detectado una asociación con hormigas. Sólo en dos ocasiones se han visto hormigas dentro del túnel excavado por la larva.

Al observar a las larvas al microscopio se observan en la parte posterior del séptimo segmento las perforaciones de Malicky. No se sabe si ésta posea una glándula secretora de miel funcional, ni si está provista de tentáculos eversibles, pues éstos sólo son evidentes usando una técnica de congelación en seco (Downey, 1979).

Como un intento de encontrar algún indicio de asociación se pusieron cuatro larvas en distintos estadios en frascos separados a los cuales se les introdujeron hormigas recolectadas en las plantas hospederas. No se observó ningún comportamiento exploratorio ni de palpación por parte de las hormigas. Sin embargo, esto no implica que en el campo no se pueda dar algún tipo de asociación.

Para esclarecer este punto es necesario llevar a cabo experimentos que nos permitan conocer si la frecuencia de oviposición de la mariposa sobre hospederos con hormigas es mayor, y si esto conduce a una mayor sobrevivencia de huevo o larva.

Probablemente los hábitos perforadores de la larva hayan contribuido a que sus relaciones mirmecófilas se presenten únicamente entre el momento en el que eclosiona la larva y se introduce en la hoja, que coincide con la presencia de la gota mielosa en la entrada del túnel, o bien se hayan perdido por completo. Considero importante tener más evidencias acerca de este punto pues es un factor muy importante en la biología de la

familia.

A.6 TERRITORIALIDAD.

El comportamiento territorial es un fenómeno que se presenta en una gran variedad de grupos taxonómicos (Cordero 1990). Dicho comportamiento en mariposas está actualmente bien documentado (Baker, 1983).

Dentro del proyecto de investigación de S. xami, Cordero (1986) publicó lo referente a este aspecto. Observó que la población de esta mariposa en la reserva ecológica del Pedregal de San Angel presenta una conducta territorial clásica.

Los machos defienden territorios localizados en oquedades, zonas de vegetación baja rodeada de vegetación y/o rocas más altas. Presentan en general forma de "anfiteatro", lo cual probablemente permite una mejor inspección visual de la zona. El tamaño de los territorios es muy variable y la mayoría se encuentran ubicados a un lado de veredas o senderos. Cordero (1986) demostró que los machos territoriales de esta especie no defienden ni los recursos florales de los cuales obtienen néctar, ni las plantas de oviposición, pues en la mayor parte de los territorios ocupados no se presentan estos recursos. Tampoco se utilizan como sitios para pasar la noche, pues los machos llegan por la mañana a ocuparlos y los abandonan al atardecer.

Aparentemente la función de los territorios en este caso es reproductiva, es decir, sirven para localizar hembras.

Los machos defienden sus territorios principalmente de machos coespecíficos por medio de "vuelos agresivos" similares a los que presentan otras mariposas. Los territorios jamás son ocupados por más de un macho y el tiempo que este permanece en él es muy variable.

Concluye acerca del valor adaptativo que puede tener esta conducta en la especie en estudio destacando que:

a) Los datos que presenta apoyan que los territorios tienen una función reproductiva.

b) Lo anterior implica que la conducta territorial forma parte del sistema de apareamiento de los machos de esta población.

c) La población de S. xami estudiada, presenta una "poliginia lek" (basándose en el modelo de sistemas de apareamiento masculinos propuesto por Thornhill y Alcock, 1983; en Cordero 1986).

En relación a las consecuencias poblacionales de la territorialidad, Cordero (op cit) menciona casos en los que se ha demostrado que dicho comportamiento afecta los números de equilibrio (n_{eq}) de una población y en algunas ocasiones actúa como factor regulador. Estos casos generalmente están constituidos por conductas territoriales en las que se defienden sitios de oviposición. En el caso de insectos cuyos territorios se utilizan sólo para copular, como es el caso de Sandia xami, se considera prácticamente imposible que este tipo de conducta tenga efectos regulatorios de los números poblacionales.

A.7 CANIBALISMO

Downey y Allyn (1979) mencionan que es común en esta familia encontrar a una larva comiéndose a otra o a una pupa cuando falta alimento. Para determinar si la larva de S. xami puede presentar propensión al canibalismo bajo condiciones de escasez de alimento se pusieron en un frasco una larva de cuarto estadio en fase de prepupa y una de tercer estadio, sin alimento.

De la misma forma se pusieron en otro frasco dos larvas, una de segundo y otra de tercer estadio. En las larvas del primer frasco se observó que dos horas después la larva de tercer estadio empezó a comerse a la prepupa por la parte posterior sin que ésta pudiera desplazarse o defenderse. Al segundo día mudó normalmente, y tres días más tarde se la acabó por completo entrando en fase de prepupa para mudar después a una pupa de tamaño y peso normales.

Las larvas del segundo frasco presentaron un comportamiento indiferente, al segundo día murió la larva de segundo estadio, y horas después la larva de tercer estadio se acercó y empezó a comerse a la larva muerta; un día más tarde ésta también murió.

Al parecer, los estadios inmóviles de prepupa o pupa son susceptibles de ser las víctimas en el caso que se presente canibalismo. Las larvas móviles son capaces de evitar ser atacadas por otras larvas.

Los autores citados anteriormente proponen que las mismas claves químicas presentes en el hospedero, que inducen a las larvas a comer los tejidos vegetales, también estimulan la respuesta alimenticia que induce al canibalismo cuando están presentes en tejidos animales.

Considero muy difícil que se presente este tipo de comportamiento en en S. xami en condiciones naturales, primero porque en el área de estudio el recurso alimenticio se presenta en una densidad mucho mayor y durante todo el año con respecto a la del herbívoro, que hace sumamente difícil que se presente un estrés alimenticio. Por otro lado, aun cuando existen plantas "preferidas" que reciben una mayor densidad de huevos, jamás hemos encontrado a las larvas alimentándose de otras, probablemente porque las larvas de cuarto estadio bajan al suelo antes de convertirse en prepupas, por lo que esta fase vulnerable transcurre lejos de larvas más jóvenes. Se tuvo un caso extremo de una planta que pertenecía la población del Pedregal de San

Angel, que fue llevada como ornato a otra área dentro de la ciudad, ésta recibió una carga de 48 huevos (la mas alta observada en una sola planta); aun cuando emergió el 95% de éstos, y se llegaron a tener hasta cuatro larvas de tercer y cuarto estadio en una sola hoja, no se observó canibalismo. Unicamente murieron tres larvas de primer estadio las cuales se encontraban en los extremos de inflorescencias demasiado secas y no pudieron llegar hasta hojas comestibles, el resto puparon y emergieron normalmente. Este caso nos da una idea de lo difícil que es que se presente estrés alimenticio, ya que, además de lo abundante del recurso, basta una sola hoja grande para que una larva pueda completar su ciclo, Además, si la planta posee inflorescencias, se ha visto que cada flor es capaz de alimentar a una larva hasta el tercer estadio, lo que quiere decir, que en época de floración una planta grande (con 10 a 15 hojas grandes y 30 flores) puede mantener alrededor de 50 larvas sin que se presente estrés alimenticio.

A. 8 EFECTO DE LA TEMPERATURA.

La termorregulación no sólo afecta la parte fisiológica de los insectos sino también sus relaciones con el medio. Los insectos ectotérmicos pueden ocupar más fácilmente hábitats expuestos y térmicamente variables, algunos como las libélulas y mariposas son activas durante el calor del día (Heinrich, 1974; May, 1979). De esta forma, la distribución geográfica puede estar limitada por las oportunidades de termorregulación.

Por otro lado, la termorregulación también tiene consecuencias a nivel poblacional, pues afecta distintos aspectos conductuales como son el forrajeo, las estrategias de apareamiento (May, 1979), los patrones de oviposición (David y Gardiner 1962) y otros aspectos por lo que es de primordial importancia tomar en cuenta este aspecto en estudios de dinámica

poblacional.

Además, los factores climáticos influyen en las poblaciones de mariposas a través de cambios en la calidad de las plantas hospederas (Gilbert y Singer, 1975).

Se ha observado que el número de huevos que pone una hembra está altamente influenciado por la temperatura (David y Gardiner, 1962).

En observaciones hechas con S. xami, se ha podido detectar que la oviposición depende directamente de la intensidad de la luz (Jiménez, com. pers.). En cuanto a este aspecto también se evaluará posteriormente el papel de la temperatura e intensidad de la luz en los patrones de oviposición de la especie en estudio.

La influencia de la temperatura en la determinación de la abundancia de los seres vivos ha sido un tema muy discutido en la historia de la ecología. Durante la segunda y tercera década de este siglo, surgió una línea de pensamiento llamada ecología de factores físicos, como una reacción contra el gran énfasis que se le había dado a las propiedades autorreguladoras de los biomas (Clark et al., 1978). Los que apoyaban esta teoría creían que los factores abióticos, principalmente el clima, regulaban el número de individuos. Aun cuando es obvia la inadecuada simplificación de los eventos y procesos que determinan la distribución, abundancia y persistencia de las poblaciones, el estudio de los factores físicos en ecología contribuyó a que se interprete más críticamente el papel del clima y la temperatura en la determinación de la abundancia (Clark et al., op. cit.).

El efecto de la temperatura sobre los parámetros de la tabla de vida de un insecto es muy difícil de evaluar. Esto se debe a que existe una compleja interrelación entre el efecto directo de la temperatura sobre el insecto y el efecto indirecto a través de su alimento y enemigos naturales (Andrewartha y Birch, 1954).

Se ha visto que, además de la calidad del alimento, la temperatura es el factor más significativo en la determinación del tamaño del adulto (Hinton, 1981), lo cual, tiene grandes consecuencias en la fecundidad.

Es importante detectar los cambios en las tasas de desarrollo en condiciones naturales, pues los organismos viven en lugares donde la temperatura fluctúa y por lo tanto hay que detectar qué tan validas son las conclusiones obtenidas a través de experimentos realizados a temperaturas constantes (Andrewartha y Birch, 1954). En muchos casos la fecundidad y la longevidad del adulto son mayores en temperaturas bajas o alternas (Hinton, 1981).

Los efectos indirectos de la temperatura se perciben en las poblaciones de herbívoros, principalmente a través de cambios en la calidad de las plantas (Gilbert y Singer, 1975), así como en el desarrollo y conducta de los enemigos naturales.

En estudios de dinámica poblacional en insectos, es de importancia tomar en cuenta que la termorregulación afecta directamente aspectos conductuales como son el forrajeo, las estrategias de apareamiento (May, 1979), los patrones de oviposición (David y Gardiner, 1962), y otros. De esta forma, la distribución geográfica puede estar limitada por las oportunidades de termorregulación.

En el presente trabajo no fue posible la obtención de datos de duración de cada estadio a temperaturas controladas, pues no se pudo disponer de cámaras de temperatura fija.