



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL CHAPULIN
Sphenarium purpurascens Charpentier (ORTHOPTERA:
PYRGOMORPHIDAE) EN LA REGION NORESTE DEL
ESTADO DE MEXICO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
R A F A E L N A V A R R O N A V A

DIRECTORA: M. EN C. SOCORRO ANAYA ROSALES
COASESOR: BIOLOGA AURORA VAZQUEZ MORA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

271667



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



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

UNIVERSIDAD NACIONAL
 AVENIDA DE
 MEXICO

U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES CUAUTITLAN
 ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



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

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

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

"Distribución Geográfica del Chapulín Sphenarium purpurascens (Orthoptera: Pyrgomorphidae) en la Región Noreste del Estado de México".

que presenta el pasante: Rafael Navarro Nava
 con número de cuenta: 8042201-1 para obtener el TITULO de Ingeniero Agrícola

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo de Méx., a 28 de agosto de 1998.

- PRESIDENTE M.en C. Ma. del Yazmín Cuervo Usán
- VOCAL Ing. Carlos Deolarte Martínez
- SECRETARIO Dr. Arturo Aguirre Gómez
- PRIMER SUPLENTE Biol. Aurora Vázquez Mora
- SEGUNDO SUPLENTE Ing. Angel Casado Hernández

DEDICATORIA

A ese ser supremo por infundarme voluntad para seguir adelante

A mi familia: padres y hermanos por su apoyo para superarme

Este trabajo es dedicado de manera muy especial para mi madre INES NAVA DE NAVARRO (q. d. e. p.) que siempre mostró gran fortaleza espiritual, la cual nos ha inculcado y se puso de manifiesto en el momento de su partida. Dios la bendiga.

A los compañeros de la generación 84-88 (9a.) de la carrera de Ingeniería Agrícola, F.E.S. - Cuautitlán, U. N. A. M.

A los compañeros y amistades del C. I. H. N. (Centro de Integración del Hombre con la Naturaleza, 1991-1995), donde tuve la agradable experiencia de ejercer el oficio.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Sanidad Vegetal, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (I. I. C. A.) y el Colegio de Postgraduados por el apoyo económico proporcionado para la realización de este trabajo, que formó parte del proyecto "Diagnóstico de las especies de chapulín (Orthoptera: Acridoidea) en entidades del Estado de México, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala ".

A la Maestra en Ciencias Socorro Anaya Rosales, del área de Taxonomía de insectos del Colegio de Postgraduados, por su buena disposición y apoyo en el asesoramiento de este trabajo de tesis.

Al Doctor Jesús Romero Nápoles, también del área de Taxonomía de insectos del C. P. por su colaboración en la identificación del chapulín, y al Dr. Armando Equihua Martínez por su mediación para realizar éste trabajo.

A la Bióloga Aurora Vázquez Mora por su colaboración como coasesor de tesis.

A la Bióloga Lourdes Cervantes Díaz, por tenderme la mano, éste trabajo es la materialización de su buena obra. También a la Bióloga Josefina Valencia Chino por su ayuda para hacer posible la realización de ésta tesis.

A Alicia, Lázaro, Paty de la Fuente y Ernesto, Leo, y Joaquín por darme ánimo y apoyo.

Al M. en C. Jose Antonio Sánchez García, Raúl Beristáin Dosal, Juan Luis Méndez Cadena e Ing. agr. Víctor López Martínez del área de Taxonomía de insectos, por brindarme un ambiente de trabajo agradable lleno de compañerismo y amistad.

A los profesores que aceptaron ser sinodales de tesis.

A la U.N.A.M. con su plantel de Facultad de Estudios Superiores unidad Cuautitlán, que imparte la carrera de Ingeniería Agrícola, por darme las bases para formarme como profesionista mediante la enseñanza de sus académicos que contribuyeron a esta formación.

Al M. en C. José Antonio García Oviedo y el biólogo Raúl Cueva del Castillo, por su colaboración en la información proporcionada para éste trabajo.

INDICE

INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE CUADROS	xii
I. INTRODUCCION	1
A. OBJETIVOS	2
II. ANTECEDENTES	3
2. 1. Generalidades de la Superfamilia Acridoidea y su Clasificación Taxonómica	3
2. 2. Morfología	6
2. 3. Biología y comportamiento	12
2. 3. 1. Actividad	16
2. 3. 2. Asociación insecto- planta	17
2. 3. 3. Comportamiento alimentario	17
2. 4. Acridoideos más comunes en México	22
2. 5. Caracterización de <i>Sphenarium purpurascens</i> Charpentier (1841-45)	23
2. 5. 1. Generalidades de <i>Pyrgomorphidae</i>	23
2. 5. 2. Ubicación taxonómica	25
2. 5. 3. Estatus taxonómico	27
2. 5. 4. Distribución geográfica	27
2. 5. 5. Diagnóstico de <i>Sphenarium purpurascens</i> Charpentier	27
2. 6. Biología y Comportamiento.	33
2. 6. 1. Ciclo biológico	34
2. 6. 2. Hábito alimenticio.	35

2. 7. Importancia económica	36
2. 8. Métodos de control	37
2. 8. 1. Control mecánico	37
2. 8. 2. Control cultural	37
2. 8. 3. Control químico	37
2. 8. 4. Control biológico	38
III. MATERIALES Y METODOS.	41
3.1. Procedencia del material entomológico	41
3. 2. Localización del área de estudio	41
3. 2. 1. Aspectos geográficos	41
3. 2. 2. Geología e Hidrología	41
3. 2. 3. Suelo	45
3. 2. 4. Climatología	46
3. 2. 5. Vegetación	49
3. 2. 6. Agricultura	54
3. 3. Trabajo de campo	55
3. 3. 1. Colecta de material entomológico	55
3. 4. Trabajo de laboratorio	56
3. 4. 1. Cría de especímenes	56
3. 4. 2. Apareamiento y oviposición	56
3. 4. 3. Preservación de material entomológico	56
3. 4. 4. Montaje	56
3. 4. 5. Identificación del Chapulín	59

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
4. 1. Identificación del chapulín	61
4. 2. Distribución geográfica y altitudinal de <i>Sphenarium purpurascens</i>.	63
4. 2. 1. Distribución altitudinal de <i>S. purpurascens</i>	71
4. 3. Biología y comportamiento de <i>Sphenarium purpurascens</i>	72
4. 3. 1. Conducta de apareamiento	74
4. 3. 2. Oviposición	75
4. 3. 3. Fenología	76
4. 4. Hospederos	79
V. CONCLUSIONES	84
VI. RECOMENDACIONES	86
VII. BIBLIOGRAFIA.	87
ANEXOS	100

INDICE DE FIGURAS

Figura		Páginas
1	Morfología general del cuerpo de un chapulín (Redibujado de Metcalf y Flint, 1988)	8
2	Cabeza de un chapulín: vistas frontal (A) y lateral (B) (Redibujado de Metcalf y Flint, 1988)	9
3	Morfología de las alas de chapulín (Redibujado de Pfadt, 1994)	11
4	Vista lateral de la genitalia del chapulín: A) hembra y B) macho (Redibujado de Barrientos et. al., 1992)	13
5	Vista dorsal de adultos de <i>Sphenarium purpurascens</i> (Charpentier) : A) hembra y B) macho (aumento 10 X)	29
6	Vista lateral de adultos de <i>Sphenarium purpurascens</i> (Charpentier) : A) macho y B) hembra (Redibujado de Serrano y Ramos, 1989)	30
7	Vista lateral de los estadios ninfales de <i>Sphenarium purpurascens</i> (Charpentier) (Redibujado de Serrano y Ramos, 1989)	32
8	División municipal del Estado de México (L.N.E.G.I., 1994)	42

9	Localización del área de estudio	43
10	Jaulas : a) de madera 30 X 30 cm. y b) de vidrio tipo "pecera" 44 X 28 X 11 cm	57
11	Montaje de especímenes y etiquetas de datos	58
12	Aedeago (a) y epifalo (b) del macho adulto de <i>Sphenarium purpurascens</i> (Charpentier) (aumento 15 X)	60
13	Distribución geográfica de <i>Sphenarium purpurascens</i> en la zona noreste del Estado de México	64
14	Asociación de <i>Sphenarium purpurascens</i> con los diferentes tipos de vegetación (a) y estratos agrícolas (b) localizados en la región noreste del Estado de México . . .	65
15	Distribución altitudinal de <i>Sphenarium purpurascens</i> en la zona noreste del Estado de México	73
16	Fenología de <i>Sphenarium purpurascens</i> fuentes: ciclo biológico de <i>S. purpurascens</i> (Serrano et. al., 1989); fenología del cultivo de frijol (S.A.R.H., 1992)	77
17	Grupo de hospedantes preferidas por <i>Sphenarium purpurascens</i>	81

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1	Distribucion taxonómica de la superfamilia acridoidea en la región neotropical. (adecuado de Otte, 1981; Barrientos et. al. 1992) 5
2	Acridoideos más comunes en México 23
3	Distribución taxonómica de <i>Pyrgomorphidae</i> de México (Kevan, 1977), 24
4	Clave de identificación práctica del género <i>Sphenarium</i> sp. (Orthoptera: <i>Pyrgomorphidae</i>). 26
5	Calendograma 61
6	Distribución altitudinal por rango de <i>S. purpurascens</i> en el área de estudio 72

I. INTRODUCCION

La distribución de una especie en un área determinada habitada por la misma, se refiere al conjunto de localidades donde individuos de la especie han sido coleccionados (Cabrera y Willink, 1973, citados por Morrone et. al., 1996), y de manera gráfica, se representa en un mapa, delineando el área de distribución de dicha especie o taxón . Estas determinaciones tienen como propósito, el análisis de los patrones de distribución de especies, en donde se consideran procesos de adaptación al ambiente y de relación con otras especies (Morrone, idem.). Dentro del ámbito agropecuario, el conocimiento del área de distribución de especies plaga es de suma importancia, puesto que nos permite establecer la magnitud del impacto que estos organismos pueden alcanzar en un área determinada (Navarro et. al., 1997). Diversas especies de chapulines y langostas (Insecta: *Orthoptera*) constituyen plagas agrícolas de importancia económica en muchas regiones del mundo, muchas de estas especies han sido por siglos plagas endémicas en su área normal de distribución, como por ejemplo, la langosta del desierto *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775) en el norte y noreste de Africa, (Barrientos, 1995).

En la República Mexicana existen varias especies de chapulines, que en algunas zonas causan daños de importancia a la agricultura. A pesar de ello, este impacto no se ha cuantificado, ya que existen muy pocos estudios al respecto, en ciertos casos, estas especies limitan la siembra de algunos cultivos y hasta la fecha se sabe que las entidades con mayores problemas de chapulín son: Coahuila, Chihuahua, Durango, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán , Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas, donde ataca a una diversidad de plantas cultivadas, de las cuales las más afectadas son en orden de importancia: Maíz, frijol, alfalfa, sorgo, pastizales, chile, acelga, manzana; membrillo, durazno, trigo, cebada y calabaza. De estos cultivos ataca principalmente las hojas causando defoliación parcial o total. Se estima que la superficie afectada a nivel nacional, por éstos insectos, oscila entre 250, 000 y 300, 000 hectáreas (S.A.R.H., 1992; S.A.G.A.R., 1995).

Las especies que se reportan en México pertenecen a los géneros *Melanoplus*, *Sphenarium*, *Taeniopoda*, *Brachystola* y *Schistocerca*, en éste último se ubica la devastadora langosta (Sifuentes, 1978, citado por Mialma, 1995; S.A.R.H., 1992). Dentro de éste grupo, el "chapulín de la milpa" (*Sphenarium purpurascens*) es uno de los más incidentes, por lo que es considerada una de las plagas importantes en zonas agrícolas. Tiene una gran distribución en toda la República, abarcando el centro, sur y sureste del país (Márquez, 1962; Kevan, 1977)

Dentro de la región centro de la República, el "chapulín de la milpa" es una plaga importante en los estados de Tlaxcala, Puebla, Morelos, Estado de México e Hidalgo (S.A.R.H., 1992). Con respecto al

Estado de México, a pesar de que ésta especie tiene una proliferación considerable en la zona, con los consecuentes daños de importancia en la agricultura, no se tiene un registro preciso sobre su distribución geográfica, ni sobre el impacto económico que ejerce sobre los diferentes cultivos que se establecen en la zona de estudio, solamente existen reportes muy generales al respecto (S.A.G.A.R.; 1996) Aunque la D.G.S.V. (Dirección General de Sanidad Vegetal) no considera a éste chapulín como un problema estatal, es necesaria una investigación, que contemple los objetivos abajo mencionados para determinar el papel de ésta especie en el ámbito agrícola.

A. OBJETIVOS

A. 1. OBJETIVO GENERAL:

Establecer la distribución geográfica de *Sphenarium purpurascens* Charpentier en la región Noreste del Estado de México.

A. 2. OBJETIVO PARTICULAR:

Determinar algunos aspectos fenológicos de *Sphenarium purpurascens* Charpentier.

II. ANTECEDENTES

2.1. GENERALIDADES DE LA SUPERFAMILIA ACRIDOIDEA Y SU CLASIFICACION TAXONOMICA

Para ubicar al chapulín *Sphenarium purpurascens*, se exponen, a grandes rasgos, las características de la superfamilia a la que pertenece. Esta superfamilia, que agrupa a chapulines y langostas, es reconocida por sus grandes patas posteriores adaptadas para saltar, por sus antenas cortas, tener ovipositor corto, por tener el tímpano u órgano auditivo en el primer segmento abdominal, y tarsos de tres segmentos (fig. 1) (Pfadt, 1994); pueden ser alados o ápteros. Otro rasgo característico es el sonido que emiten cuando sus patas posteriores, que son muy desarrolladas y fuertemente musculosas, se friccionan contra las tegminas (estridulación). Las langostas pueden ser consideradas como chapulines especiales y son usualmente de gran tamaño; mientras que en los chapulines comunes el tamaño varía de 2 a 7 cm. de longitud, aunque algunos pueden llegar a medir hasta 12 cm. de largo con una extensión alar de 23 cm (e.g.: *Tropidacris dux*; Drury, 1773) (S.A.R.H., 1992 ; Barrientos et. al., 1992).

El término langosta, se aplica a ciertos acridoideos migratorios, los cuales debido a un incremento de población cambian de comportamiento, pasando de la forma / fase solitaria a una forma / fase gregaria, cambiando posteriormente de color y forma (transformación fásica), y de tener una zona geográfica de multiplicación y gregarización definida (área gregarígena) (Launois y Launois Luong, 1991). Un ejemplo típico se muestra con la langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker 1870), que tiene a la península de Yucatán (México), Costa del Pacífico (Guatemala) y zonas aledañas al golfo de Fonseca (El Salvador, Honduras y Nicaragua), como áreas permanentes de reproducción y gregarización (Barrientos et. al., 1992). Mientras que con el término de "chapulín" (grasshopper, en inglés) se denomina a aquellos acridoideos que carecen de una transformación fásica y de una área geográfica de multiplicación y gregarización específica (Gangwere, 1991; Launois y Launois Luong, 1991, Steedman, 1988, en Barrientos et. al., 1992), no obstante de presentar densidades de población muy altas, emigrar grandes distancias, tener conducta gregaria y ocasionar daños muy severos (e.g.: *Oedaleus senegalensis* Kraus 1877); En ambos casos, si los grupos formados se constituyen por individuos adultos, se les denomina mangas, y si están compuestos por inmaduros (ninfas), se les llama bandos (Barrientos et. al., 1992).

Clasificación taxonómica:

PHYLLUM: ARTHROPODA

SUPERCLASE: HEXAPODA

CLASE: INSECTA

SUBCLASE: PTERYGOTA

ORDEN: ORTHOPTERA

SUBORDEN: CAELIFERA

SUPERFAMILIA: ACRIDOIDEA

Fuente: Barrientos, et. al., 1992.

La sistemática de los acridoideos de la región neotropical, se encuentra en continua evolución, como por ejemplo, las familias Eumastacidae y Proscopiidae fueron elevadas a superfamilias (Eumastacoidea y Proscopioidea). Los Eumastacidae tienen una distribución pantropical, los Pyrgomorphidae son pan y sub-tropicales; los Romaleidae son exclusivos de América, mientras que los Ommexechidae, Tristiridae (se encuentra solo en América), Pauliniidae y Proscopiidae, son endémicos para América del Sur.

De las nueve subfamilias existentes dentro de Acrididae en la región neotropical, cuatro son endémicas para sudamérica, estas son: Copiocerinae, Leptysminae, Rhytidochrotinae y Ommatolampinae; las otras cuatro, que son muy comunes en centroamérica, tienen una distribución mundial de gran magnitud y estas son las siguientes: Acridinae, Oedipodinae, Gomphocerinae y Cyrtacanthacridinae; mientras que la subfamilia Melanoplinae, habitan principalmente en la región holoártica (Barrientos et. al. , op. cit.) (cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución taxonómica de la superfamilia acridoidea en la región neotropical. (Adecuado de Otte, 1981; Barrientos et. al. 1992).

FAMILIAS	SUBFAMILIAS	TRIBU	No GENEROS NEOTROPICALES
ACRIDIDAE	MELANOPLINAE		31
	ACRIDINAE		13
	OEDIPODINAE		8
	GOMPHOCERINAE		27
	CYRTACANTHACRIDINAE		3
	COPIOCERINAE	ALEUINI	2
		COPIOCERINI	15
	LEPTYSMINAE	LEPTYSMINI	9
		TETRATAENINI	11
	RHTTIDOCROTINAE		15
	OMMATOLAMPINAE	CLEMATODINI	1
		DELIINI	8
		PYCNOSARCINI	2
		OMMATOLAMPINI	34
		PAURACRINI	1
		SYNTOMACRINI	26
		ANNICERINI	9
		MICROTYPLOPTERINI	1
		ABRACRINI	16
		INCERTAE SEDIA	4
ROMALEIDAE	ROMALEINAE		54
	PHAEOPARIINAE		7
	BACTROPHORINAE		8
	OPHTHALMOLAMPINAE	TAENIOPHORINI	4
		OPHTHALMOLAMPINI	26
	PROCTOLABINAE	COSCINEUTINI	1
		PROCTOLABINI	29
PYRGOMORPHIDAE			17
PAULINIIDAE			19
TRISTIRIDAE			6
OMMEXECHIDAE	OMMEXECHINAE		8
	AUCACRINAE		4
PROSCOPIDAE			
EUMASTICIDAE			
TANAOCERIDAE			
TETRIGIDAE			
XYRONOTIDAE			
Total			417

2. 2. Morfología.

Huevecillo: los huevecillos son siempre de forma alargada, de color blanquecino o amarillo claro, pueden medir desde algunos milímetros hasta un centímetro de largo y de uno a dos milímetros de diámetro (Barrientos et. al., 1992); se depositan en masa denominada vaina u ooteca, la cuál , varía sus medidas en longitud, dependiendo la especie; por ejemplo, en la langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker), la ooteca, que se conoce como "mazorca ", "canuto " o "cartucho " puede medir de 3.5 a 7.2 cm. de longitud (Anónimo). Este paquete u ooteca se localiza comúnmente enterrada en el suelo (S.A.R.H., 1992).

Ninfa: desde que nace, es similar al adulto, solo que es más pequeño y sin alas (S.A.R.H., 1992). Desde el punto de vista taxonómico, la identificación de ninfas presenta gran dificultad, ya que en éstas, los caracteres que son empleados en la determinación de adultos se encuentran aún sin definir, tal es el caso de los genitales y las alas desarrolladas, sin embargo, se recurre a otros rasgos morfológicos, como por ejemplo se tiene el diagnóstico hecho a ninfas de tres subfamilias importantes: Gomphocerinae, Oedipodinae y Melanoplinae. En las ninfas de Gomphocerinae, los caracteres taxonómicos principales son: el grado de inclinación facial, patrón de color corporal en general, la forma de las antenas y foveolas, y la longitud de la curvatura de la carina lateral del pronoto; en los Oedipodinae se determina la altura de la carina media del pronoto y el número de sulci (ranuras o acanaladuras en la superficie del cuerpo o tegumento, anexo 5), posición y longitud de la carina lateral, patrón de color de las patas posteriores, la variabilidad de las bandas oscuras en la cabeza y pronoto y la forma de la foveola; mientras que para los Melanoplinae son el patrón de color del fémur posterior, de la gena y pronoto, y las marcas en los ojos compuestos (Pfadt, 1994).

Adulto: El cuerpo de un chapulín adulto se divide en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen (fig. 1); estos segmentos se articulan unos a otros por medio de membranas flexibles localizadas entre ellos. La rigidez que presenta el cuerpo se debe a que todo él está revestido por la quitina, que actúa como un esqueleto protector externo, por lo que se le conoce como exoesqueleto (Rojas, 1994). La coloración que se observa en la superficie corporal puede ser de origen pigmentario (depósito de pigmentos dentro de las células epidérmicas) o de orden fisico, por difracción de la luz sobre las estructuras cuticulares con índices de difracción diferente (Barrientos, et. al. 1992).

La coloración, como caracter de diagnóstico taxonómico, es de suma importancia puesto que este rasgo, al presentar un patrón definido ayuda a la identificación de las especies, incluso a separar individuos de una misma especie (subespecie), como ejemplo se tiene las nueve clases fenotípicas que manifiesta la langosta de Australia (*Chortoicetes terminifera*) (Dearn, 1990). Con respecto a la langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker), la coloración determina las fases en que se encuentran los individuos, así, en la fase solitaria, la coloración predominante es pardo-claro mientras que en la gregaria (en agrupación) domina la pardo-oscuro y cuando éstos llegan a la madurez sexual la coloración es amarillo- canario; en las etapas ninfales las coloraciones presentes van de verde, amarillo y rosado, acompañadas de manchas negras , pero en la última , éstas manchas se hacen más notorias caracterizando a la fase gregaria en este estado de desarrollo (Barrientos, et. al., 1992).

Los factores que determinan los patrones de coloración se componen por efectos genéticos, de la heterogeneidad del ambiente y su interacción entre ambos, pero también se destacan otros como la selectividad predatoria (grado de crisis), el color dominante del hábitat, preferencia de apareamiento, elección de hábitat y densidad de población (Dearn, 1990).

Cabeza: es perfectamente diferenciada del resto del cuerpo ; en ella se distinguen las antenas que están formadas por unidades móviles llamadas artejos. Las antenas son utilizadas principalmente para palpar, aunque también son usadas para detectar el peligro, localizar su alimento, encontrar pareja y percibir vibraciones provocadas por fuentes de sonido o por el viento (Fig. 2) (Metcalf y Flint, 1978; Rojas, 1994).

Los ojos son de 2 clases. Dos de ellos grandes, globulosos y muy visibles, éstos son los ojos compuestos, y tres más pequeños ubicados entre los compuestos, en la zona frontal de la cabeza, mucho más difíciles de distinguir, son los ojos sencillos llamados ocelos. En la parte inferior o ventral se encuentra la boca, la cual consta de distintas piezas bucales (Fig. 2). Las mandíbulas son muy quitinizadas, sus bordes cuentan con fuertes dientes, como corresponde a un órgano especial para la trituración de alimentos (Metcalf y Flint, 1978; Rojas, 1994)

Tórax: en esta estructura se localizan las patas y las alas, se divide en tres segmentos que reciben nombres distintivos: al que porta el primer par de patas es denominado protórax, el segmento que contiene las patas medias, además de incluir el primer par de alas o tegminas, es el mesotórax y el tercer segmento al cual se adhieren las patas posteriores y el segundo par de alas es el metatórax (fig. 1)

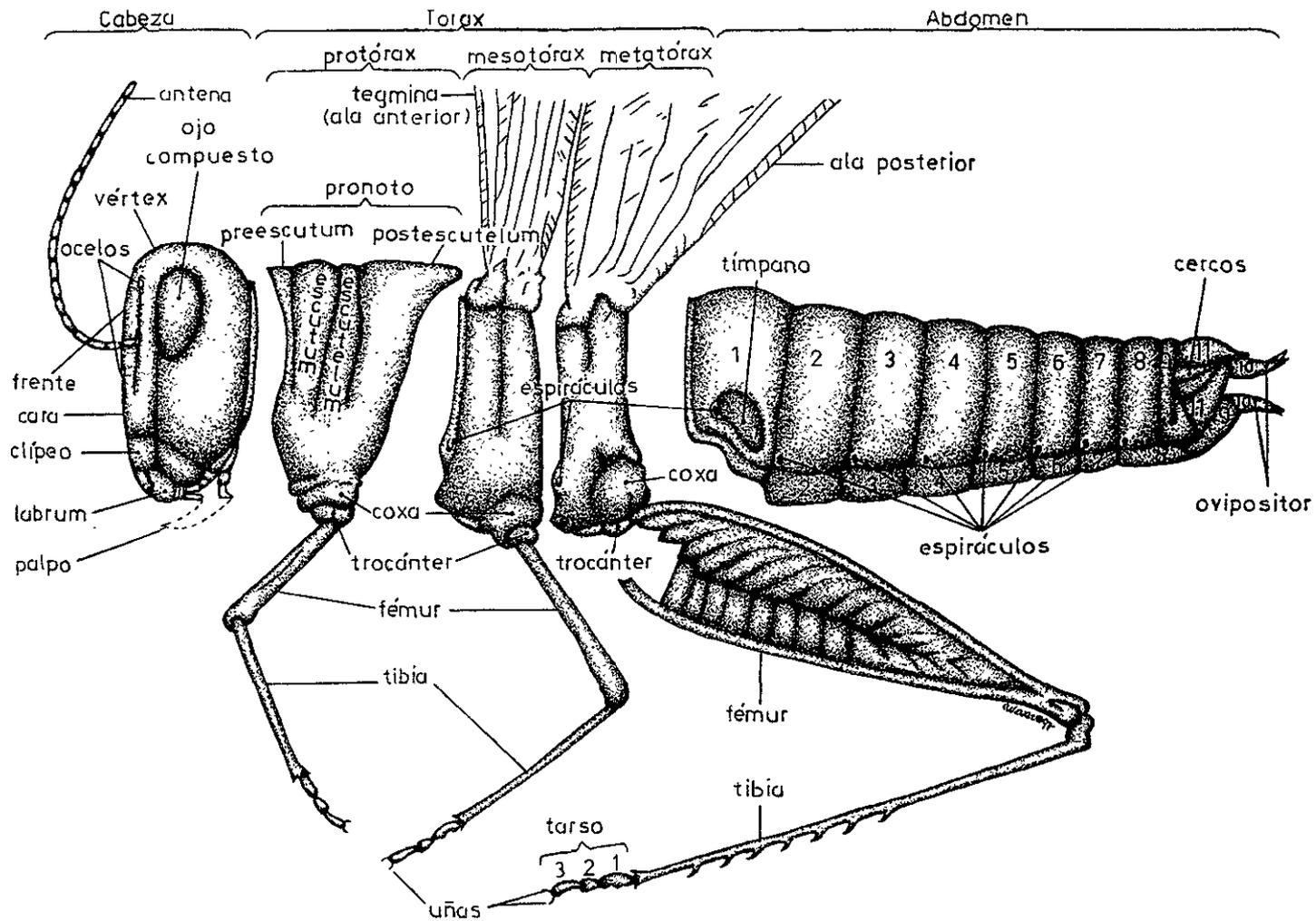


Figura 1. Morfología general del cuerpo de un chapulín (Redibujado de Metcalf y Flint, 1988)

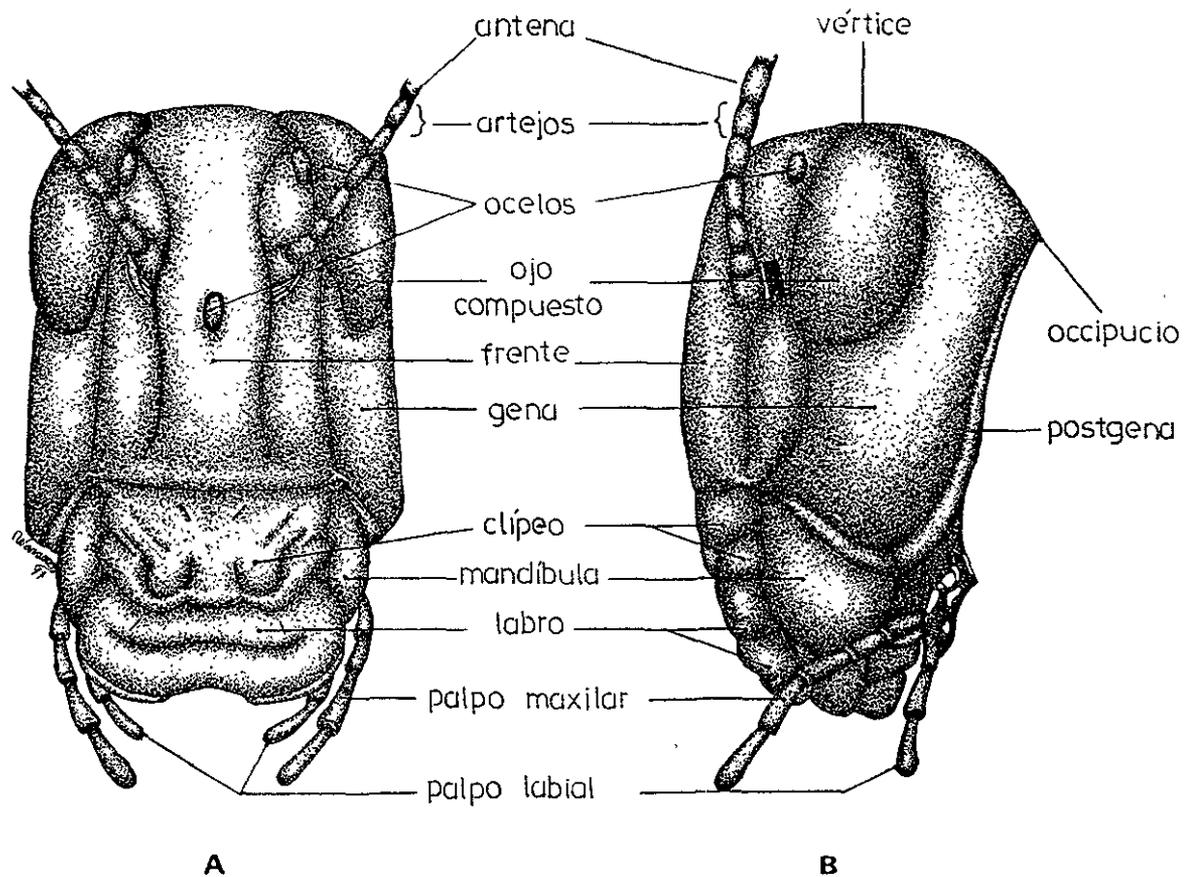


Figura 2. Cabeza de un chapulín: vistas frontal A) y lateral B) (Redibujado de Metcalf y Flint, 1988)

(Metcalf y Flint, 1978); el último par de patas se destaca por ser de mayor tamaño que los dos primeros, la estructura que está más cercana al cuerpo y más gruesa, es el fémur, éste es robusto con músculos fuertes que le permiten saltar (S.A.R.H., 1992); la que está más afuera, y es más delgada, es la tibia, que en su extremo exterior tiene espinas prominentes o espuelas que ayudan a caminar. Todas las partes de la pata que están más allá del extremo de la tibia, constituyen el tarso o pie, que se encuentra constituido por tres segmentos y que a su vez, en la parte terminal o punta, contiene dos ganchos agudos y curvados o uñas, los cuales generalmente son colocados sobre la tierra cuando el chapulín está caminando (Metcalf y Flint, 1978) (Fig. 1).

Entre el fémur y el cuerpo hay dos piezas pequeñas, siendo la más cercana al fémur el trocánter, y la que está en seguida del cuerpo es la coxa (Metcalf y Flint, 1978) (Fig. 1). Usualmente los acridoideos presentan dos pares de alas bien desarrolladas (fig. 3) (Domínguez, 1990; Pfadt, 1994), reducidas o vestigiales, y se encuentran adheridas al tórax, el primer par al mesotórax y el par posterior al metatórax (Metcalf et. al., op.cit.) (Fig 1); el primer par se encuentra endurecido y es llamado tegmina y protege al segundo par que es membranoso y se utiliza para el vuelo (Coronado y Márquez, 1986); la venación está constituida por tubos esclerosados que proporcionan resistencia a las mismas y difieren en espesor (Pfadt, 1994). Las alas son simplemente hojas delgadas de cutícula con aspecto parchado, que se mueven por la acción de los músculos adheridos a la base del ala, dentro de la pared del cuerpo (Metcalf et.al., op.cit.); ambos pares muestran caracteres de diagnóstico que ayudan en la identificación de especies, como por ejemplo, los chapulines de alas bandeadas (Oedipodinae), presentan alas posteriores con una banda oscura sub-marginal y el disco coloreado (Pfadt, 1994) (fig. 3).

El abdomen, es la tercera región del cuerpo y está formado por once segmentos, a el primero, algo diferente a los restantes, se encuentra una depresión oval en la que se halla el órgano auditivo o tímpano, que en su esencia consiste de una membrana vibrante sobre la cual se ramifican finisimas fibras nerviosas, provistas de sutilísimas terminaciones sensoriales. Al lado y por delante del tímpano se encuentra el primer estigma abdominal, orificio en forma de ojal, a través del cual penetra el aire en el aparato respiratorio (Rojas, 1994) (Fig. 1). En ésta región estructural se encuentra el tubo digestivo, numerosos músculos, un abundante cuerpo graso, una gran parte de la cadena nerviosa ganglionar y, en el extremo terminal, los órganos reproductores. Siempre es posible diferenciar machos y hembras, desde que nacen (en algunos casos) y hasta su estado adulto, observando la extremidad o punta del abdomen: las hembras tienen las valvas genitales robustas y cortas, situadas en posición ventral en relación a las placas

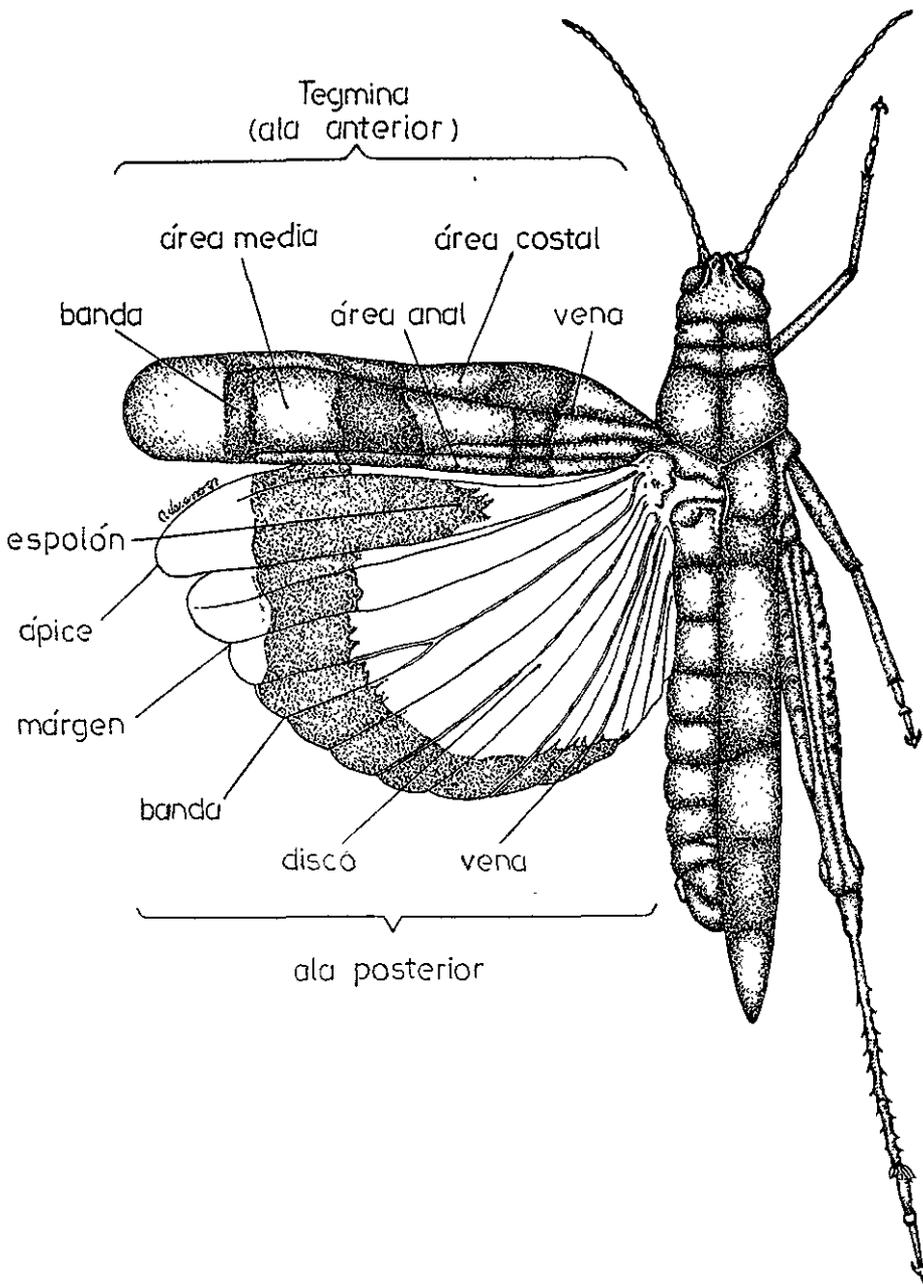


Figura 3. Morfología de las alas de un chapulín (Redibujado de Pfadt, 1994)

anales que son el epiprocto y el paraprocto (fig. 4; Anexo 5). Los machos tienen un complejo fálico en forma de concha muy característico (fig. 4), la forma de los cercos de la placa subgenital es siempre utilizada para identificar las diferentes especies, ya que las estructuras genitales de éstos son generalmente más diversificadas que las de las hembras (Barrientos et. al., op. cit.).

2. 3. Biología y Comportamiento.

El estado embrionario de chapulines y langostas se desarrolla generalmente dentro del suelo, mientras que los otros dos estados (ninfal y adulto) sobre el, o encima del suelo; la emergencia de la ninfa ocurre al finalizar el desarrollo, ya sea espontáneamente, o de forma inducida (lluvia y/o temperatura), en este momento la ninfa se encuentra envuelta por una cutícula, cuyas finas ornamentaciones de escamas facilitan su ascenso hasta la superficie del suelo siguiendo el eje del tapón espumoso de la ooteca. Esta se libera de la piel-membrana mediante una muda intermedia (falsa muda), para que sus apéndices se tornen funcionales en algunas horas (Barrientos et. al., idem).

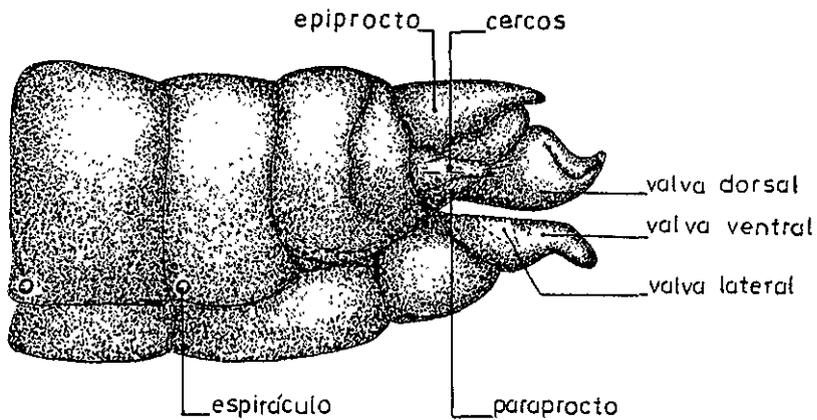
La ninfa de los acridoideos pasa por cuatro (e.g.: *Chorthippus curtipennis* Harris) o seis (e.g.: *Xanthippus corallipes* Haldeman) estadios verdaderos, según la especie, antes de transformarse en adulto. Durante la muda, la cutícula vieja se rompe en la parte dorsal al nivel de la nuca y mediante la contracción rítmica del abdomen, como resultado del aumento de volumen de su cuerpo gracias a los sacos traqueales y de la redistribución de la hemolinfa dentro del mismo, se libera de ésta antes del rápido endurecimiento del nuevo tegumento (Barrientos et al., op. cit.).

La muda que se realiza durante el último período ninfal previo al estado adulto, es semejante a la de la etapa ninfal sólo que en ésta los esbozos de alas se van a desarrollar completamente y el joven adulto va a abrir sus alas para hacerlas secar en posición correcta antes de doblarlas sobre su cuerpo siguiendo ciertas nervaduras longitudinales (Barrientos et. al., op. cit.).

Las ninfas al nacer se encuentran agrupadas en pequeñas áreas y después se dispersan; pero si la alimentación es suficiente, permanecerán agrupadas por mucho tiempo antes de invadir o avanzar hacia los cultivos. Morfológicamente esta es similar al adulto solo que más pequeñas y sin alas (en el caso de especies aladas). Los adultos pueden encontrarse dispersos o agrupados, dependiendo de la densidad de población y de la escasez o abundancia de alimentos en que se encuentren (S.A.R.H., 1992).

En la cópula, los chapulines y langostas se acoplan uniendo las partes terminales del abdomen, el macho se monta sobre la hembra y, dependiendo de la especie, el tiempo de unión puede variar desde algunos minutos hasta varias horas, como ejemplo, la duración de la cópula en la langosta centroamericana

A) Hembra



B) Macho

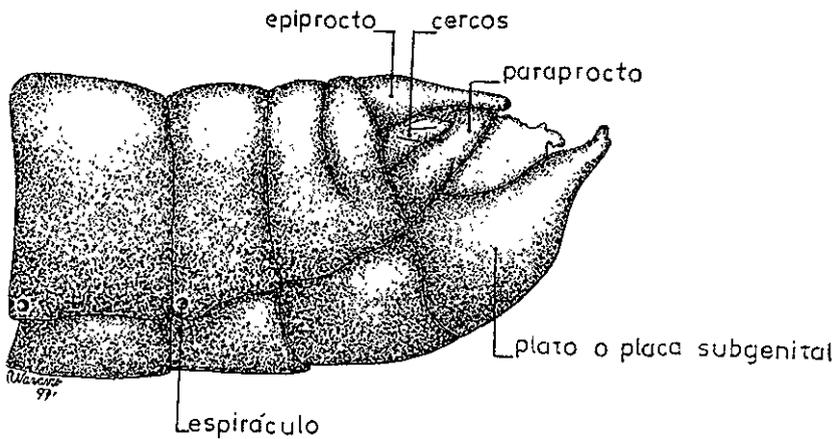


Figura 4. Vista lateral de la genitalia del chapulín: A) hembra y B) macho

(Redibujado de Barrientos et. al., 1992)

(*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker, 1870) en cautiverio es de 45 minutos a 7.30 hrs. (Barrientos et. al., op. cit.); mientras que en el "chapulín de la milpa " (*Sphenarium purpurascens* Charpentier, 1845) el acoplamiento dura de 6 a 7 horas (Serrano y Ramos, 1989). La hembra oviposita las ootecas al introducir su abdomen en el suelo, enterrándolas a una profundidad que varía según la especie, para ejemplificar, el chapulín de la "milpa" (*Sphenarium purpurascens* Charpentier) deposita sus ootecas a 3-5 cm. de profundidad, mientras que la "chachalaca" o "capacho" (*Tropidacris dux* Drury, 1773), lo hace a 10-15 cm. Estas ootecas son depositadas en suelos baldíos, orillas de caminos, drenes y canales de riego, márgenes de predios y camellones, aunque algunas especies como el género *Melanoplus*, ovipositan directamente en los terrenos de cultivo, especialmente cuando migran (S.A.R.H., 1992) en la mayoría de los casos, los huevecillos son puestos envueltos en una capa de materia espumosa. Algunas especies raras ovipositan directamente en el suelo sin la capa espumosa (e.g.: *Stiphra* sp. y *Cephalocoema* sp.), otras perforan los tallos de las plantas (e.g.: *Cornops aquaticum*) o depositan sus racimos sobre las hojas de plantas acuáticas (e.g.: *Paulmia acuminata*) (Barrientos et. al., op. cit.). El potencial reproductivo de las especies de chapulín es considerable, en virtud de la predominancia de hembras (proporción de 10 a 1), el número de oviposuras que efectúan las hembras es variable (entre 2 a 8 aproximadamente) el promedio de huevos que se encuentra en cada ooteca varía en cada especie, pero es muy elevado (Anexo 3) y aunado al bajo control natural que se presenta en la población, da lugar a altas infestaciones en aquellos lugares donde se ha registrado su incidencia (S.A.R.H., 1992).

La biología de todas las especies de acridoideos es similar, presentan metamorfosis simple o incompleta, pasando por las etapas de huevo, ninfa y adulto (Coronado y Márquez, 1986), por lo común hay de 5 a 6 estados ninfales, la gran mayoría inverna en estado de huevo, sin embargo, en ciertos lugares con invierno benigno, lo pasan en estado de ninfas desarrolladas o en estado adulto (S.A.R.H., 1992; Huerta, 1993), generalmente existe sólo una generación al año (Metcalf y Flint, 1978), aunque ciertas especies pueden tener tres generaciones sucesivas en una estación lluviosa o hasta cuatro o cinco con desarrollo ininterrumpido (e.g.: *Abracris flavolineata*; De Geer, 1773, en Barrientos et. al., op. cit.). El estado invernante es una fase obligatoria inducida por un factor ecológico cuyas condiciones serían letales para el organismo si no tuviera este carácter (como ejemplo, temperatura relativamente baja), a éste fenómeno de interrupción del desarrollo se le denomina diapausa y es un mecanismo complejo que corresponde a una adaptación del organismo a su ambiente o medio (Barrientos et. al., op. cit.).

En un momento determinado, durante el curso del ciclo biológico, se manifiesta un retraso o demora momentánea en el desarrollo inducido por condiciones ambientales desfavorables, siendo inmediatamente

sobrepasada si reaparecen condiciones ecológicas favorables. A ésta adaptación transitoria se le conoce como quiescencia, y debe interpretarse en función de los aspectos biológicos y alimentarios (Barrientos et. al., op. cit.).

En el campo es difícil distinguir la diapausa de la quiescencia, por lo que se opta por preferir el término de pausa en el desarrollo. El hecho de que éstos factores se intercalen no significa la necesidad de que las especies tengan sólo una generación por año, porque, como se mencionó con anterioridad, se encuentran especies que llegan a tener tres generaciones no obstante de presentar pausa durante su ciclo biológico (e.g.: *Orphulella punctata*) (Barrientos et. al., op. cit.).

La coloración juega un papel importante en la biología de los acridoideos, pues representa una característica adaptativa como resultado de la selección natural o sexual; así, los patrones de coloración determinan cómo los organismos son percibidos por los individuos de su misma especie y sus depredadores. La variación en los patrones de coloración se ve influenciada por las condiciones ambientales de cada sitio y ésta se acentúa si el medio es heterogéneo. O de esta manera, dependiendo de las condiciones del hábitat, puede presentarse una variación en las frecuencias de individuos de diferente coloración dentro de una población (Liebert y Brakefield, 1990; Osawa y Nishida, 1992; en Cueva-Del Castillo, 1994). Se ha observado en diferentes especies de chapulines que el color está correlacionado con la humedad ambiental y la contenida en la vegetación, y que al cambiar las condiciones de humedad se manifiesta un cambio en estos (Okay, 1953; Rowell, 1967; Ibrahim, 1974; en Cueva-Del castillo, op. cit.). La pigmentación verde desaparece cuando los componentes de la dieta se encuentran secos, y ésta tonalidad posiblemente se conserva solo en condiciones altas de humedad.

También, se demuestra en diferentes especies, que dependiendo de la coloración, los acridoideos muestran una tolerancia diferencial a la humedad y temperatura (Hill y Taylor, 1933, Buxton en Pepper y Hastings, 1952; en Cueva-Del Castillo, op. cit.), como lo demostró Joern;1981 (citado por Dearn, 1990) al estudiar el chapulín *Brachystola magna*, en donde los individuos que presentaban un patrón de coloración oscuro manifestaron un incremento de su temperatura corporal, mientras que los individuos con coloración clara mostraron temperaturas inferiores, esto en comparación con otros especímenes que no presentaban una coloración definida. Otro caso fué observado por Albrecht; 1965 (en Dearn, op. cit.) con la langosta africana migratoria (*Locusta migratoria migratorioides*), donde los individuos de coloración café fueron más resistentes a la inanición en condiciones de baja humedad que los individuos verdes, mientras que, éstos últimos mostraron ser más tolerantes a la inanición, que los cafés cuando las condiciones de humedad fueron altas.

Con respecto a la selección sexual, la coloración aumenta las posibilidades de apareamiento entre un organismo y otro, al mostrarse más vistosos (Borgia; 1985, Cooke and Davies; 1985, en Cueva-Del Castillo, op. cit.), aunque también, puede incrementar el riesgo de ser depredado, al volverlo más evidente ante sus enemigos (Endler 1978, 1980; Ward, 1988; Milinski and Baker, 1990; citados en Cueva-Del Castillo, op. cit.).

2. 3. 1. Actividad.

Característicamente los acridoideos son activos de día, presentan fototropismo o (atracción hacia la luz). Como todos los insectos, los chapulines y langostas son poekilotermos (de sangre fría) continuamente ganan y pierden calor del ambiente donde se desarrollan por medio de convección, conducción, radiación, evaporación y metabolismo; la temperatura de su cuerpo fluctúa de acuerdo a ello y su metabolismo, en razón casi proporcional a la temperatura del cuerpo, excepto a los niveles extremos. A bajas temperaturas, los acridoideos buscan protección y permanecen inmóviles, mientras que a temperaturas altas permanecen muy activos y respiran con dificultad. El aire, como factor importante de un hábitat, y el cual influye en el desarrollo de los organismos, responde altamente a la temperatura y a las variaciones del mismo como resultado de diferencias locales en la topografía, creando así microclimas que los chapulines y langostas ocupan ya sea en hendiduras entre las hojas, tallos, flores, suelo, o sobre las rocas, de modo que están sujetos a una influencia microclimática.

Dependiendo del gradiente vertical de temperatura, del nivel del suelo hacia arriba, es lo que determinará el comportamiento de los acridoideos de subir o bajar de las ramas, causando cambios apropiados en la fisiología de su cuerpo, así, los llamados fitófilos tienden a subir a la vegetación cuando la temperatura del suelo es extremadamente caliente y descienden cuando la temperatura baja; mientras que los geófilos o que viven en suelo buscan escondrijos naturales como espacios en el mismo, en las piedras o hendiduras entre las rocas.

Otro factor de importancia en el comportamiento de chapulines y langostas, es el ciclo alterno de iluminación-obscuridad (fotoperiodicidad) que determina sus actividades diurnas a nocturnas y viceversa. La transición del día a la noche va acompañada de un descenso en la temperatura y un incremento en la humedad, lo contrario sucede en el cambio noche-día; de modo que las especies diurnas a menudo pasan la noche sin movimiento en algún lugar de protección, a la mañana siguiente, reanudan su actividad a medida que su metabolismo se incrementa como resultado de la exposición a los rayos solares (Barrientos et. al. , 1992).

2. 3. 2. Asociación insecto-planta.

La comunidad vegetal, que con sus características de diversidad, composición, densidad y abundancia influye en gran manera en el comportamiento de los acridoideos, ya que las plantas pueden servir como sitios de alimentación, de apareamiento, de oviposición y de refugio (Bell, 1991, citado por Mendoza y Tovar, 1996). Mendoza, et. al. (1996), mediante observaciones hechas en campo, comprobaron que el chapulín *Sphenarium purpurascens* utiliza las plantas "zacatón"(*Muhlenbergia robusta*), "nopal " (*Opuntia sp.*) y "amole" (*Manfreda brachystachya*) como asentamiento (termoregulación, refugio y apareamiento), y que en el caso del "zacatón", también es aprovechada como alimento (la espiga, y principalmente el polen); los autores antes citados, mencionan que otras especies vegetales son empleadas de manera indistinta (alimentación y asentamiento) en diferente grado, dependiendo de la variación temporal y espacial de esas plantas.

Por otra parte, algunos acridoideos utilizan la vegetación como lugares de oviposición, por ejemplo, la especie *Cornops aquaticum* (*Acrididae: Leptysmineae*), perfora los tallos de las plantas para depositar su masa de huevecillos (ooteca); otro caso sucede con *Paulinia acuminata*, la cual anida su racimo de huevos sobre las hojas de plantas acuáticas inmersas en el agua (Barrientos et. al , op. cit.)

2. 3. 3. Comportamiento alimentario.

Tanto chapulines, como langostas, son de hábitos fitófagos, sin embargo, los más primitivos (*Pyrgomorphidae, Romaleidae*) se alimentan principalmente de plantas de hoja ancha; mientras que los más avanzados (*Gomphocerinae, Acridinae*) lo hacen con pastos. Los acridoideos consumen más de sus plantas hospederas que de otras de menor preferencia, excepto que estén hambrientos o sedientos. En este aspecto, se agrupa a los consumidores, de acuerdo a su relativa especificidad alimentaria o carencia de ella. Se dice que son monófagos, a aquellos que se restringen a una sola especie, o a un solo tipo de alimento (e.g.: *Hesperotettix viridis*); los oligófagos, quienes se alimentan del mismo género o familia (e.g.: *Opeia obscura*) ; y polifagos, los cuales consumen todo tipo de alimento (e.g.: *Sphenarium purpurascens* Charpentier) (Barrientos et. al., op. cit.). Esto determina un comportamiento de selección y preferencia alimentaria.

La selección alimentaria, resulta de las preferencias de individuos o poblaciones dependiendo de la disponibilidad, a medida que las langostas y chapulines se mueven de planta en planta durante su actividad rutinaria, entran en contacto con alimentos potenciales, los cuales pueden escoger comer, o no. Entre menos aceptable sea una planta con la que hacen contacto, menor la cantidad que comen de ella, y

mayor la frecuencia con que se mueven a otras plantas. Mientras que la preferencia alimentaria, o su carencia, se basa en que langostas y chapulines no buscan simplemente plantas en particular, sino que dándoles a escoger de la gran cantidad accesible a ellos en condiciones de campo o de laboratorio, consumen algunas (las llamadas plantas preferidas) en proporciones mayores que otras (Barrientos et. al., op. cit.)

Este patrón de comportamiento va a estar en función de los siguientes factores:

2. 3. 3. 1. Temperatura. Esta variable es de suma importancia en el comportamiento alimenticio, el rango de éste factor para la actividad alimenticia va a depender de acuerdo a la especie, al habitat, hora del día y estación del año. Probablemente se extiende de 16 a 40° C para la mayoría de los acridoideos (Gangwere, 1991), como ejemplo, en el chapulín diferencial (*Melanoplus differentialis* Thomas) el intervalo de temperatura para su actividad alimentaria está entre 23. 6° y 44 ° C, mientras que en el chapulín "rayado-terciopelo" (*Eritettix simplex* Scudder) es de 12.6° a 16.5° C; aún dentro del intervalo correcto, el consumo de alimento es máximo sólo dentro de un período de tiempo óptimo muy limitado (Barrientos et. al., op. cit.).

2. 3. 3. 2. Periodicidad. La alimentación de chapulines y langostas, se realiza durante su etapa de mayor actividad, ya sea diurna o nocturna, la cuál en su mayoría es de 12 horas o más (Barrientos et. al., op. cit.).

2. 3. 3. 3. Estado biológico, tamaño y sexo. El consumo de alimento se incrementa en relación al tamaño, el cual está en función del sexo y del estado biológico, por ejemplo, las hembras adultas de *Melanoplus s. scudderi* (peso medio 0.47 g.) comen más (0.85 cm² en promedio de superficie foliar/ individuo / hora) que los machos (peso medio 0.23 g., consumo promedio 0.3 cm.² / individuo / hora) ;sin embargo, en relación al peso del cuerpo las hembras, consumen menos (1 8 cm.²/ g. masa de la hembra / hora contra 2.72 cm.²/ g. masa del macho / hora). Este consumo menor por gramo-peso de las hembras en comparación con los machos puede atribuirse al mayor grado de actividad de los machos, existiendo una discrepancia similar entre ninfas y adultos.

Por otra parte, individuos recién eclosionados y recién mudados, son incapaces de alimentarse, debido a que sus partes bucales están todavía demasiado débiles para la incisión y la masticación, por lo tanto pasan un periodo de post-muda, sin alimento, que de acuerdo a la especie, varía desde algunas horas, hasta un día o más (Gangwere, 1991; en Barrientos et. al., op. cit.), mientras que las ninfas, comen progresivamente más con cada muda (incremento de tamaño) pero menos que los adultos de su mismo sexo y especie. Una vez que alcanzan la madurez sexual, los acridoideos pasan menos tiempo en

alimentarse y más en actividades reproductivas, las hembras pueden llegar a estar particularmente débiles como consecuencia en la disminución alimentaria y ésta es más notoria durante el periodo de oviposición (Uvarov, 1977; en Barrientos et. al., op. cit.) Sin embargo, existen reportes en los que se determina que las hembras incrementan su consumo de alimento entre oviposiciones sucesivas (Mordue y Hill, 1970, citados en Chapman et. al., op. cit.), y esto resulta de la necesidad nutricional para procrear su descendencia y del gasto de energía que implica esta etapa de desarrollo (Mendoza et al., op. cit.).

La adquisición en la capacidad de vuelo incrementa el consumo de alimento, tomando como ejemplo a la langosta africana (*Locusta migratoria*) que en migración, come hasta tres veces su peso/ día en oposición a una langosta solitaria de la misma especie, la cual consume la mitad de su peso/ día, aproximadamente (Weish-Fog, 1952, citado por Gangwere; en Barrientos et. al., op. cit.).

En la etapa senescente, tanto chapulines como langostas, pierden interés en el consumo alimentario, hasta que éste cesa por completo pocos días antes de morir (Barrientos et. al., op. cit.).

2. 3. 3. 4. Vegetación. La localización, densidad, diversidad, composición y calidad de la vegetación tiene una influencia bastante importante en el hábito alimenticio de los insectos (Bell, 1991), y esto es consecuencia de las propiedades químicas y físicas de las plantas. Dentro del primer factor los elementos que lo constituyen son: a) el contenido nutricional, b) los compuestos químicos secundarios (metabolitos) y c) el contenido de agua (Mendoza et. al., op. cit.).

a) Contenido nutricional. El nutriente más importante para los hervíboros en general es el nitrógeno (Chapman y Joern, 1990). La disponibilidad de este elemento impone una limitación potencial en el desarrollo y reproducción de los insectos; éstos, pueden tener la capacidad sensorial de distinguir entre hojas con diferentes concentraciones de nitrógeno o aminoácidos mediante la quimiorreceptibilidad antenal (Abisgold y Simpson, 1987; Chapman y Joern, 1990, en Mendoza et. al., op. cit.) Esta capacidad, orilla a los chapulines y langostas a distribuirse de manera irregular sobre las diferentes especies vegetales, y en especial, sobre cultivos (maíz, frijol, alfalfa). Aunado a este fenómeno, se ha comprobado que éstos poseen la facultad de percibir el olor de un alimento rico en proteínas y preferir este olor, si presentan un período prolongado alimentándose de plantas con bajo contenido de este nutrimento (Dadd, 1985; Simpson et. al., 1988; Simpson y White, 1990, en Mendoza et. al., op. cit.). Este mismo proceso se lleva a cabo para los requerimientos de carbohidratos, ácidos grasos, sales y vitaminas (Martin, 1983, citado por Mendoza et. al., op. cit.).

En relación a la falta de nutrientes, los insectos pueden responder de diversas maneras (Simpson y Abisgold, 1985; Simpson et. al., 1988 en Mendoza et. al., op. cit.); la langosta de norteamérica

(*Schistocerca americana*), varía su dieta entre alimentos que contienen nutrientes complementarios (Bernays y Bright, 1991, en Mendoza et. al., op. cit.), resultando que los alimentos nutricionalmente superiores, sean rechazados por otros de calidad inferior (Lee y Bernays, 1988, citados por Mendoza et.al., op. cit.); otros rasgos de este comportamiento, es que los acridoideos pueden comer de diferentes individuos de una misma especie hasta encontrar el requerimiento nutricional limitante, tener la facultad de ajustar su fisiología digestiva para utilizar eficientemente los nutrientes ingeridos, movilizar cualquier reserva de un nutriente limitante que ha acumulado en la hemolinfa o cuerpos grasos, y seleccionar otros recursos disponibles, favoreciendo la preferencia por especies nuevas (que sea más generalista) (Bernays y Lee, 1988; 1990; Champagne y Bernays, 1991, en Mendoza et. al., op. cit.).

b) Compuestos químicos secundarios (metabolitos). Las plantas producen diversas sustancias químicas que son tóxicas en diversos grados, son compuestos de bajo peso molecular que juegan un papel defensivo importante contra el ataque de herbívoros. Estos compuestos son del tipo de las saponinas, taninos, ligninas, terpenos, alcaloides, aminoácidos no protéicos y compuestos cianogénicos (Miller y Miller, 1986, en Mendoza et. al., op. cit.). De acuerdo con su efecto, se agrupan en: tóxicos o venenosos (van Emden, 1973), repelentes de la alimentación (Schoonhoven, 1972), análogos hormonales (Bowers et. al., 1976), y de acción física (Gibson, 1971).

Algunas de éstas sustancias inhiben el crecimiento y desarrollo de los insectos, mientras que otras interfieren en las actividades proteolíticas y aminolíticas, provocando una reducción o dificultad en la digestibilidad (repelentes alimentarios) (Miller et. al., citados en Mendoza et.al., op. cit.) como sucede con el "zacatón" (*Muhlenbergia robusta*), que ha pesar de ser abundante fué poco consumida por el chapulín "de la milpa" (*Sphenarium purpurascens*), posiblemente por contener una alta concentración de sílice la cual funcionó como repelente alimentario (Mendoza et. al., op. cit.).

c) Contenido de agua. Los acridoideos necesitan mantener cerca de un 70 % de contenido de agua en sus cuerpos mediante la ingestión de alimentos que tengan una concentración adecuada de éste líquido. De esta manera, cuando chapulines y langostas se encuentran altamente deshidratados, pueden rechazar los alimentos secos, prefiriendo aquellos con alta concentración de agua, que en otras condiciones de hidratación serían rechazados (Lewis y Bernays, 1985, en Mendoza et. al., op. cit.).

Las propiedades físicas de las hojas y de las plantas, determinan la elección del alimento y una demora en la alimentación de los acridoideos, sobre todo durante los primeros estadios de desarrollo (Chapman y Joern, 1990); las defensas físicas están representadas por los tricomas no glandulares, las espinas, y el tamaño, grosor, edad y dureza de las hojas (Esau, 1985, citado por Mendoza et al., op. cit.). En

experimentos llevados a cabo por Bernays et. al. (1970), comprobaron que las ninfas del chapulín de la "pradera" (*Chortippus parallelus*) no consumieron las hojas de la planta *Holcus sp.* debido a que fueron demasiado pubescentes. Asimismo, también observaron que tanto ninfas y adultos de algunos chapulines, rechazaron las hojas de una especie vegetal después de la primera mordida como consecuencia de la dureza de las mismas.

Este mismo fenómeno, se observó en el chapulín de la "milpa"(*Sphenarium purpurascens*), que a pesar de que el "zacatón"(*M. robusta*) presentaba una alta densidad de éste chapulín, sus hojas no fueron utilizadas como alimento y que probablemente el alto contenido de sílice en las hojas, confirió un grado de dureza suficiente para explicar la nula aceptabilidad (Mendoza et. al., op. cit.)

La interacción planta-hervívoro, orilla a que las especies de plantas de diferentes estados sucesionales así como las hojas de diferentes edades, respondan evolutivamente ante el ataque de los herbívoros desarrollando diferentes estrategias de defensa (Feeny, 1970; Feeny, 1976; Rhoades y Cates, 1976; Cates y Rhoades, 1977; Rhoades, 1979; citados en Mendoza et. al., op. cit.). Las hojas maduras y las hojas de plantas maduras del bosque, pueden ser más duras y contener sustancias que reducen la digestibilidad, como los taninos y las resinas. Las plantas que son persistentes o aparentes (que siempre se encuentran presentes), son las que desarrollan variaciones físico-químicas que dificultan a los herbívoros encontrar áreas vulnerables (grosor y dureza, alto contenido de fibra y compuestos aleloquímicos) (Coley, 1980; Maugh II, 1982, en Mendoza et. al., op. cit.).

2. 3. 3. 5. Adaptaciones fisiológicas. A través de la relación herbívoro-planta, se ha ido manifestando una presión evolutiva, la cual se caracteriza por las adaptaciones que cada individuo ha desarrollado durante esta interacción, en el caso de chapulines y langostas, éstos pueden enfrentarse a los mecanismos de defensa empleados por las plantas. Por ejemplo, las especies polífagas, presentan la capacidad de diluir los compuestos secundarios elaborados por diferentes especies vegetales o evitan alcanzar la dosis letal de los mismos (Freeland, 1975, en Mendoza et. al., op. cit.); además, este carácter generalista permite optimizar el balance de nutrientes (Simpson y Simpson, 1990; Lee, 1990, citados por Mendoza et. al., op. cit.).

Algunos chapulines se especializan en la edad de la hoja, de donde pueden alimentarse sin riesgo de sufrir toxicidad o problemas de digestión, otros, como en el caso del "chapulín diferencial"(*Melanoplus differentialis*), se alimenta de hojas parcialmente marchitas de diversas especies vegetales (Lewis, 1984, en Mendoza et. al., op. cit.).

Este comportamiento va a responder como secuela de los factores antes descritos, incluyendo otros aspectos como el genético y el aprendizaje por asociación (Bell, 1991; Howard y Bernays, 1991, en

Mendoza et. al., op. cit.), además, de que conllevan a otras estrategias adaptativas tales como la prolongación del ciclo biológico y la reducción de la fecundidad (Parker, 1984; Chapman y Joern, 1990, citados por Mendoza et. al., op. cit.).

Con respecto a la cantidad consumida por una población, ésta se determina mediante la cantidad de alimento consumida por un individuo durante su vida, así, se sabe que una langosta del desierto, adulta, (*Schistocerca gregaria*) de tamaño medio, pesando aproximadamente 2 grs., come su propio peso de alimento por día. Por lo tanto, considerando que una manga de densidad media tiene aproximadamente 50 millones de langostas por Km.², una manga de langosta de 1,000 Km.² tiene el potencial de consumir 100 mil toneladas de alimento por día. Esto equivale a una cantidad de maíz suficiente para alimentar 400,000 personas al año (Barrientos et. al., op. cit.). El consumo general en chapulines, es también considerable, se estima que una densidad de población de sólo 18-24 chapulines / m² es suficiente para consumir la producción total de un pastizal (Gangwere, 1991; Steedman, 1988, citados en Barrientos et. al., op. cit.)

2. 4. Acridoideos más comunes en México.

Los acridoideos que se encuentran comúnmente en México se muestran en el cuadro 2, estos, en conjunto, representan un problema de impacto económico considerable en el ámbito agropecuario (Anaya et. al., 1997); sin embargo, también se contempla su aprovechamiento como recurso, dentro de este aspecto se señala que algunas de las especies, tienen un valor alimenticio del que se puede disponer, como por ejemplo, los géneros *Sphenarium*, *Schistocerca*, *Taeniopoda*, *Trimerotropis*, *Spharagemon*, *Plectotetra* y *Melanoplus* (Ramos, 1982), incluso, se ha llegado a utilizar como materia prima para la elaboración de alimentos procesados (como embutidos para la elaboración de salchichas, patés), tal es el caso del chapulín *Sphenarium histrio* Gers. (García, 1996). Existen reportes sobre otros géneros de chapulín, los cuales a continuación se mencionan: *Arphia*, *Aulocara*, *Acantherus*, *Acrolophitus*, *Amblytropidia*, *Anconia*, *Boopedon*, *Bootettix*, *Chortippus*, *Cibolacris*, *Campylacantha*, *Clematodes*, *Conozoa*, *Derotmema*, *Dichromorpha*, *Encoptolophus*, *Heliastus*, *Hesperotettix*, *Horesidotes*, *Leuronotina*, *Ligurotettix*, *Melanotettix*, *Mermiria*, *Metaleptea*, *Netrosoma*, *Opeia*, *Orphulella*, *Parapomala*, *Pseudopomala*, *Psoloessa*, *Phrynotettix*, *Stetophyma*, *Syrbula*, *Trachyrachis*, *Tropidolophus* y *Xanthippus* (Rivera, 1989; Anaya et. al., idem).

Cuadro 2. Acridoideos más comunes en México

Familia	Subfamilia	Género	Especie	Fuente
Acrididae	Melanoplinae	<i>Melanoplus</i>	<i>femur-rubrum</i>	S.A.R.H. (1992)
Acrididae	Melanoplinae	<i>Melanoplus</i>	<i>mexicanus mexicanus</i>	S.A.R.H. (1992)
Acrididae	Melanoplinae	<i>Melanoplus</i>	<i>occidentalis</i>	S.A.R.H. (1992)
Acrididae	Melanoplinae	<i>Melanoplus</i>	<i>differentialis</i> (Thomas)	S.A.R.H. (1992)
Acrididae	Melanoplinae	<i>Brachystola</i>	<i>magna</i>	S.A.R.H. (1992)
Romaleidae	Ophthalmolampinae	<i>Taeniopoda</i>	<i>eques</i>	S.A.R.H. (1992)
Romaleidae	Romaleinae	<i>Tropidacris</i>	<i>dux</i> (Drury)	Barrientos et. al. (1992)
Acrididae	Cyrtacanthacridinae*	<i>Schistocerca</i>	<i>piceifrons piceifrons</i>	Barrientos et. al. (1992)
Acrididae	Cyrtacanthacridinae*	<i>Schistocerca</i>	<i>pallens</i> (Thunberg)	Barrientos et. al. (1992)
Acrididae	Cyrtacanthacridinae*	<i>Schistocerca</i>	<i>nitens</i> (Thunberg)	Barrientos et. al. (1992)
Pyrgomorphidae	Pyrgomorphinae	<i>Sphenarium</i>	<i>purpurascens</i> (Char.)	Serrano et. al. (1989)
Pyrgomorphidae	Pyrgomorphinae	<i>Sphenarium</i>	<i>histrion</i> (Gerstaecker)	Márquez (1962)
Pyrgomorphidae	Pyrgomorphinae	<i>Sphenarium</i>	<i>mexicanum</i> (Sauss.)	S.A.R.H. (1992)
Pyrgomorphidae	Pyrgomorphinae	<i>Sphenarium</i>	<i>magnum</i> (Márquez)	Márquez (1962)

* Según Pfadt (1994), la langosta se reubica en la subfamilia *Melanoplinae*.

2. 5 Caracterización de *Sphenarium purpurascens* Charpentier (1841-45).

2. 5. 1. Generalidades de Pyrgomorphidae.

Esta familia se constituye de 145 géneros y alrededor de 400 especies de "chapulines de arbusto" (bush-hoppers, en inglés), ya que la mayoría de las especies no se encuentran asociadas con pastos (Kevan, 1977), estos insectos se ubican en zonas tropicales y subtropicales, además de distribuirse en ambos hemisferios (Norte y Sur; en Europa sólo en el hemisferio norte) (Kevan, op. cit.). Una característica morfológica fundamental de la familia es la división simétrica del fastigio (parte frontal de la cabeza o vértex) por una línea media que lo atraviesa (Otte, 1981).

Kevan, junto con sus colaboradores (1964), determinaron varias especies de Pirgomórfidos para México (cuadro 3), en donde establecen que el carácter distintivo de este grupo es que todos ellos son

Cuadro 3 . Distribución taxonómica de Pyrgomorphae de México (Kevan, 1977)

TRIBU / SUBTRIBU	GENERO	ESPECIE/ SUBESPECIE	SINONIMIAS
SPHENARINI			
Sphenarina	<i>Sphenarium</i> Charpentier, 1842	<i>purpurascens purpurascens</i> Charp. (1842-1845)	<i>p. planum</i> (Bruner, 1906) intermedio de <i>S. bruneri</i> (Bolívar 1909)
		<i>p. minimum</i> (Bruner, 1906)	<i>S. affine</i> (Bruner, 1906)
		<i>mexicanum histrio</i> Gerstaecker (1873)	<i>S. histrio</i> (Gerstaecker, 1873), <i>S. carinatum</i> (Bolívar, 1884), <i>S. magnum</i> (Márquez, 1962), intermedio de <i>S. m. mexicanum</i> .
		<i>mexicanum mexicanum</i> (Saussure, 1859)	<i>S. ictericum</i> (Gerstaecker ,1873); <i>S. bolivari</i> (Bruner, 1906) intermedio de <i>S. m. histrio</i> , <i>S. marginatum</i> (Bruner, 1906)
		<i>borrei</i> (Bolívar, 1884)	
		<i>variabile</i> (Kevan, et al., 1974)	
		<i>macrophallicum</i> (Kevan, et al , 1974)	
ICHTHIACRIDINI			
	<i>Sphenacris</i> Bolívar (1884)	<i>crassicornis</i> (Bolívar, 1884)	
	<i>Calamacris</i> (Rhen, 1904)	<i>clendoni</i> (Rhen, 1904)	
	<i>Ichthiacris</i> (Bolívar, 1905)	<i>costulata</i> (Bolívar, 1905)	<i>californica</i> (Bolívar, 1905) <i>mexicana</i> (Bruner, 1906) <i>oculata</i> (Bruner, 1906) <i>palmeri</i> (Bruner, 1906)
		<i>elongata</i> (Kevan, et. al., 1964)	
		<i>reimi</i> (Bolívar, 1905)	
	<i>Atyphaecris</i> (Kevan, et. al , 1964)	<i>californica</i> (Bruner, 1906)	<i>Calamacris c.</i> (Bruner, 1906) <i>Ichthiacris aptera</i> (Hebard, 1932)
ICHTHYOTETTIGINI			
	<i>Sphenotettix</i> (Kevan, et. al., 1964)	<i>nobilis</i> (Kevan, et al., 1964)	
	<i>Pyrgotettix</i> (Kevan, et. al., 1964)	<i>pueblensis</i> (Kevan, et al., 1964)	
	<i>Piscacris</i> (Kevan, et al., 1964)	<i>affinis</i> (Kevan, et. al , 1964)	
		<i>robertsi</i> (Kevan, et al , 1964)	
	<i>Ichthyotettix</i> (Rehn, 1901)		<i>Ichthydion</i> Saussure, 1859 (nec De Jean, 1833)
		<i>mexicanus</i> (Saussure, 1859)	<i>Ichthydion mexicanum</i> (Saussure, 1859)

ápteros o con alas muy vestigiales, sus cuerpos presentan forma cilíndrica, moderadamente delgados, subfusiformes y marcadamente alargados; esta clasificación, se basa fundamentalmente en la descripción morfológica de las estructuras internas de los genitales en machos (estructuras fállicas) (Kevan, Singh y Akbar, 1964). En el caso particular del género *Sphenarium*, los autores antes citados mencionan que éste se encuentra estrechamente emparentado con el género *Prospheena*, aunque este último no pertenece a las especies mexicanas ni se sitúa en México, aparentemente son muy parecidos, sin embargo, los diferencian por algunos rasgos morfológicos, como la forma y longitud del fastigio, la curvatura del disco pronotal en su margen posterior, la forma y posición de las tegminas vestigiales, y la diferenciación de estructuras fállicas (genitales internos).

2. 5. 2. Ubicación taxonómica.

FAMILIA: PYRGOMORPHIDAE

SUBFAMILIA: PYRGOMORPHINAE

TRIBU: SPHENARIINI

SUBTRIBU: SPHENARINA

GENERO: SPHENARIUM

ESPECIE: *Sphenarium purpurascens* (Charpentier 1841-45)

**sinonimias: *barreti* (Barret, 1900-09)
rugosum (Deam, 1900-09)
borrei (Bolívar, 1884)**

Otras especies del género de importancia económica son:

***Sphenarium histrio* (Gerstaecker 1873)**

**sinonimias: *ictericium* (Gerstaecker, 1873)
bolivari (Bolívar, 1884)
carinatum (Bolívar, 1904)**

***Sphenarium mexicanum* (Saussure 1859)**

***Sphenarium magnum* (Márquez 1962)**

Fuentes: Márquez, 1962 ; Kevan, et. al., 1964; Barrientos et. al., 1992.

**Cuadro 4. Clave de identificación práctica del género *Sphenarium* spp.
(Orthoptera: Pyrgomorphidae).**

Patas posteriores adaptadas para saltar. Protórax más o menos cuadrangular o un poco comprimido lateralmente..... *Orthoptera*

Antenas cortas, no sobrepasan hacia atrás el tórax. Hembras con ovipositores muy cortos, tubulares, casi siempre retraídos. tarsos con tres segmentos. Organos estridulantes en la parte posterior del fémur en el tercer par de patas o en el primer par de alas o tegminas..... *Acridoidea*

1 Fastigio dividido simétricamente por una línea..... *Pyrgomorphidae* (2)

1' Fastigio sin división notoria, presentan una espina prosternal, espina no movible de la parte posterior de la tibia algo distante de la parte apical..... *Acrididae*

1'' Fastigio sin división notoria, la espina no movible de la parte posterior de la tibia se ubica en la parte apical..... *Romaleidae*

2 (1) Cuerpo robusto, especies en forma de uso (fusiformes), interespacio mesosternal firmemente transverso, sin dimorfismo.....tribu *Sphenariini* (3)

**2' Cuerpo rugoso, longitudinalmente estriado y rodeado por numerosos tubérculos granulares pequeños, tegminas vestigiales algunas veces presentes.....
.....tribu *Ichthiacridini***

2'' Cuerpo liso, tubérculos escasos ubicados de manera irregular, tegminas vestigiales siempre ausentes.....tribu *Ichthyotettigini*

3 (2) Fastigio del vértex corto, delgado; margen posterior del disco pronotal ligeramente encorvado; tegminas vestigiales en forma de espátula, la base de éstas es estrecha..... *Sphenarium*

3' Fastigio del vértex alargado, delgado y agudo; margen posterior del disco pronotal con curvatura muy pronunciada; tegminas vestigiales en forma lenguada, la base de éstas es ancha..... *Prospheia*

La identificación a especie del género *Sphenarium* spp., se lleva a cabo mediante el estudio morfológico de los genitales internos, en especial de los individuos machos

Fuente: Márquez, 1962; Kevan, et. al., 1964; Morón et. al., 1988; Domínguez, 1994

2. 5. 3. Estatus taxonómico.

El género al que pertenece el "chapulín de la milpa" (*S. purpurascens*) es neotropical y fué descrito por Charpentier de 1841 a 1845, y posteriormente estudiado por Bolívar (1884) en su "Monografía de los Pirgomorfinos". Bruner et. al. (citados por Márquez, 1962) mencionan cerca de una docena de especies muy relacionadas entre sí, establecen que la similitud es muy grande y la variación en el tamaño, coloración y estructura (dimorfismo) de los individuos de una misma especie es considerable.

Márquez (op. cit.), describe a las especies de *Sphenarium* basándose en sus genitales y reconoce a 4 especies: *S. mexicanum* (Saussure); *S. purpurascens* (Charpentier); *S. histrio* (Gerstaecker) y, finalmente reconoce a *S. magnum* como nueva especie; por su parte, Kevan y Boyle (1977) identifican dos especies más: *S. variable* y *S. macrophallicum* (Kevan, idem.)

2. 5. 4. Distribución geográfica.

El género se reporta desde la Mesa Central hasta el Norte y Occidente de México (estados de Jalisco y Michoacán). Además tiene una distribución más amplia hacia el Sur del país hasta Guatemala (Bruner et. al., 1900-1909; citado por Márquez, op. cit.; Kevan, 1977). Con respecto a las especies reportadas en México, se establece la siguiente distribución: *Sphenarium mexicanum* (Saussure) se ubica en las partes bajas del sur de México principalmente en los estados de Veracruz, Oaxaca y Chiapas; *Sphenarium purpurascens* (Charpentier) que presenta una amplia distribución en la República, incluso mayor en relación a las demás especies, se distribuye en el Centro (Estado de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Morelos, Distrito Federal), Sur (Guerrero y Oaxaca) y Sureste (Chiapas, Tabasco); *Sphenarium histrio* (Gerstaecker) se encuentra más al sur (Oaxaca, Tabasco y Chiapas) y *Sphenarium magnum* (Márquez), la cual solo se registran especímenes colectados en la localidad de Santo Domingo, Oaxaca (Márquez, op. cit.); la especie *S. variable*, se reporta su presencia solo en el estado de Oaxaca mientras que *S. macrophallicum* fué encontrado en el noroeste del estado de Guerrero (Kevan et. al., 1977).

2. 5. 5. Diagnósis de *Sphenarium purpurascens* (Charpentier 1841-45)

Nombre común: "Chapulín de la milpa"

Adulto: Pirgomórfido con el cuerpo robusto, aguzado hacia los extremos anterior y posterior (fusiforme) sin alas o éstas son vestigiales (braquípteros) (fig. 5) (Morón y Terrón, 1988), coloración variable de pardo oscuro a verde olivo brillante con manchas negras en todo el cuerpo y el pronoto tiene forma de silla de montar, éste es convexo y presenta una fina quilla longitudinal (Morón et. al., op. cit.) (fig. 5),

las alas llegan a alcanzar los tímpanos del primer segmento abdominal. Los machos (fig. 5 y 6), generalmente son más delgados que las hembras, miden 2.075 cm. de largo por 0.78 cm en su parte más ancha. Los ojos son muy prominentes en relación al tamaño de la cabeza, que es de forma triangular, las antenas se observan más alargadas que en las hembras y constan de 14 artejos, las patas son más robustas, los fémora de los tres pares están engrosados, siendo más notorios los del tercer par. En la tibia de cada pata, en la cara externa, se observan dos hileras de espinas que se encuentran engrosadas, de la parte basal a la distal, en donde al final de cada hilera de espinas llevan dos espolones. La parte distal de cada tibia se presenta de color pardo oscuro, aunque la coloración de las patas varía mucho en tonalidades, pero mantiene el patrón ya mencionado (Serrano y Ramos, 1989).

Las hembras (fig. 5 y 6) se distinguen más fácilmente de los machos, tanto por su tamaño y coloración, ya que se notan más robustas debido al ensanchamiento que sufren en la parte correspondiente al meso y metatórax, miden 2.10-2.19 cm. de largo por 0.83 - 0.09 cm. en su parte más ancha, la coloración es más constante, siendo la mayoría individuos de color verde brillante y sin manchas aparentes en la región dorsal como se presenta en los machos; por otra parte, cuando las hembras han ovipositado sufren cambio de coloración de verde a pardo. La cabeza se ve más ancha y más larga, los ojos son más pequeños y las antenas se notan más cortas que en el macho aunque también constan de 14 artejos; las patas son más gráciles y los fémora menos desarrollados que los de los machos (Serrano y Ramos, op. cit.).

Ninfas (fig. 7). Las ninfas del primer estadio (N_1), son muy pequeñas (0.6 - 0.1 mm.), de coloración pardo muy pálido con manchas a manera de puntuaciones de tipo circular de color pardo oscuro, negro o ambos, distribuidas uniformemente en todo el cuerpo; éste es fusiforme, con la cabeza proporcionalmente más grande que el resto del cuerpo, en el que destacan los ojos por su dimensión. Las antenas se notan más gruesas en proporción al cuerpo y constan de 8 artejos; los tres pares de patas son delgados y presentan hileras de pequeñas espinas. Las uñas de los tres pares de patas están bien desarrolladas, presentando una en cada lado del último tarsal. Los segmentos abdominales son muy pequeños pero ya presentan cercos en la parte terminal. El sexo puede identificarse, sobre todo en los machos, en los que se ve claramente la placa subgenital. En las hembras, en cambio, las valvas apenas se distinguen.

En el segundo estadio (N_2), las ninfas son semejantes a las del primero, presentando el cuerpo también fusiforme pero con la cabeza un poco más alargada. La coloración parda pálido se torna más oscura y

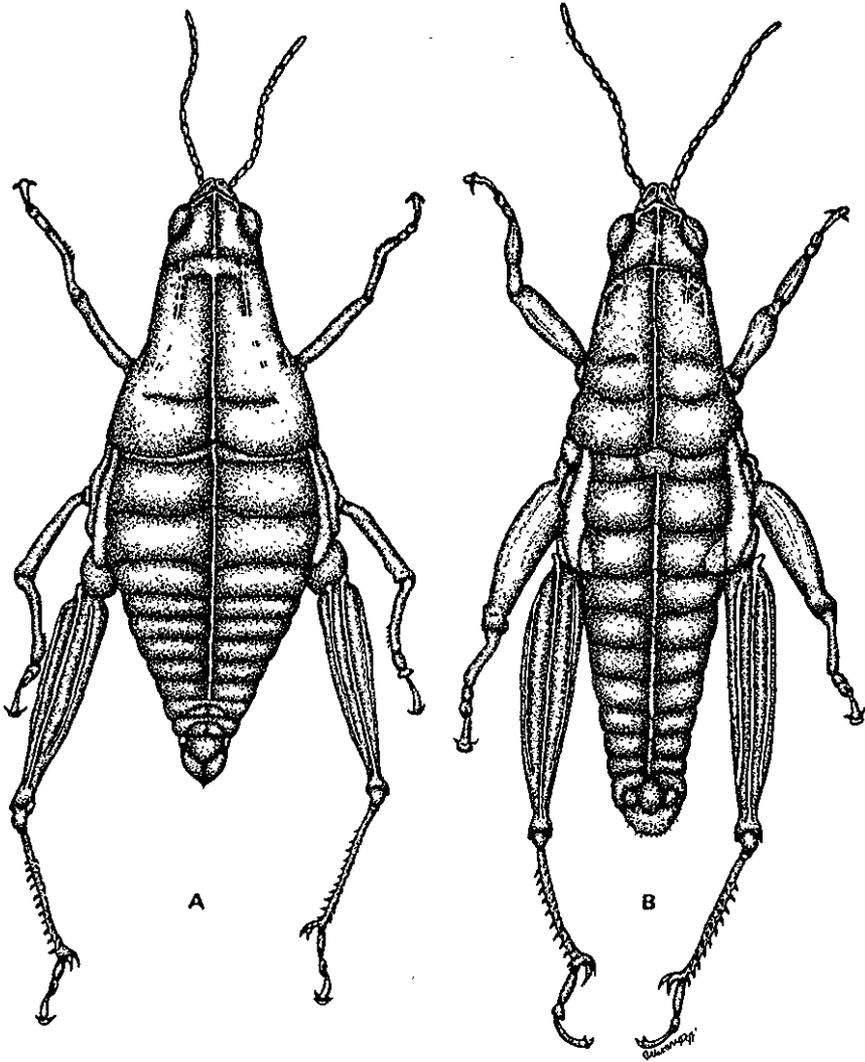


Figura 5. Vista dorsal de adultos de *Sphenarium purpurascens* (Charpentier) :

A) hembra y B) macho (aumento 10 X)

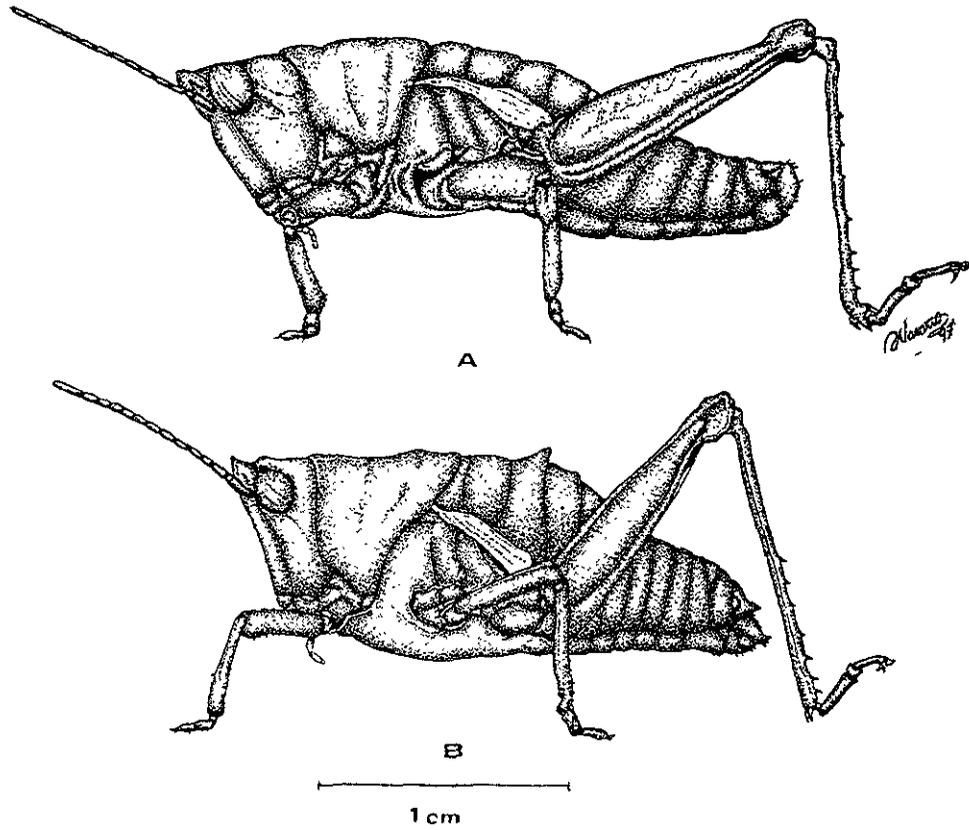


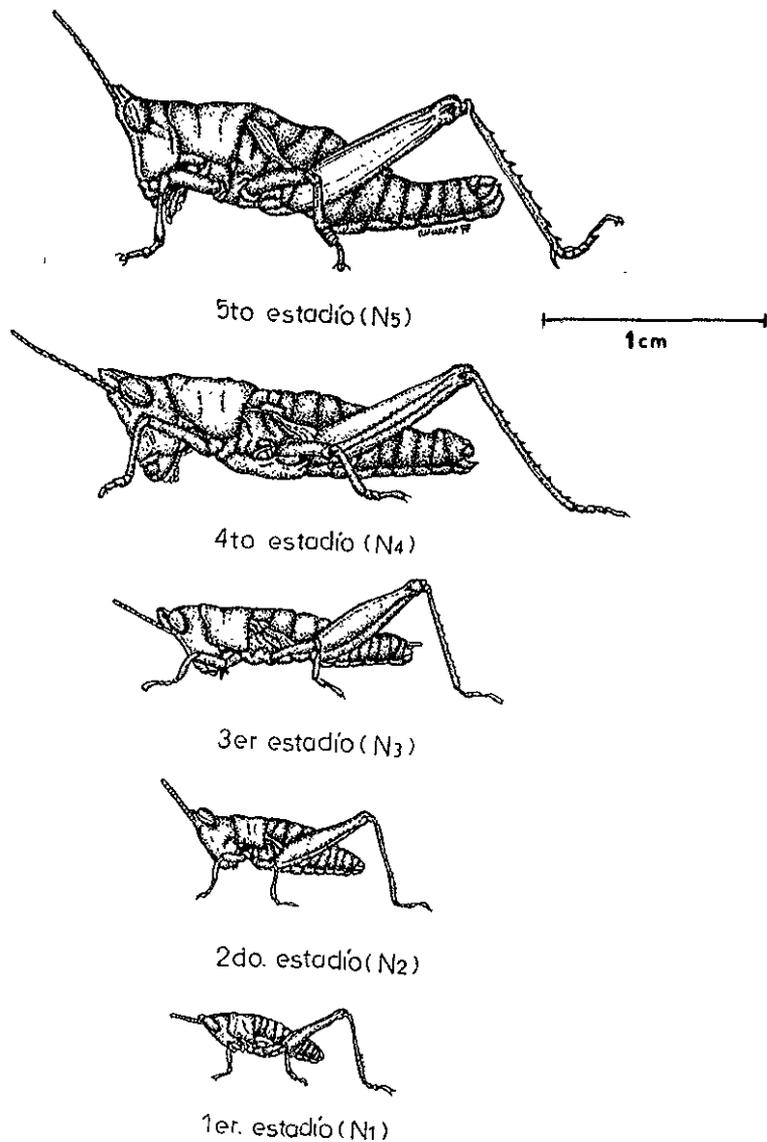
Figura 6 Vista lateral de adultos de *Sphenarium purpurascens* (Charpentier) : A) macho y B) hembra
(Redibujado de Serrano y Ramos, 1989)

las manchas del cuerpo se vuelven más aparentes; las antenas son más oscuras en la parte dorsal que la ventral y también constan de 8 artejos. En la tibia de cada pata, las dos hileras de espinas se van engrosando de la parte basal a la distal, en donde al final de cada hilera se observan dos espolones; las uñas de los tarsos están más desarrolladas. Las ninfas miden 0.8 - 0.3 mm

En el tercer estadio (N_3), el aspecto general de las ninfas es muy semejante al del segundo midiendo 10.0 - 10.2 mm. Las manchas oscuras de la cabeza y cuerpo, que eran de forma circular, se vuelven de forma irregular y variadas en tamaño, siendo anchas y angostas, sin un patrón de coloración definido, entre tonalidades de color verde, amarillo, gris, pardo o negro, en diferentes proporciones y diferentes partes del cuerpo. Las manchas de las antenas se hacen más aparentes; los ojos, muy prominentes, también llegan a presentar pigmentación, sin seguir un patrón definido. Los esbozos alares aparecen en forma de almohadillas ovaladas, en la parte lateral del tórax, en la unión de la coxa II con el metatórax. Las patas se ven más largas y la mancha parda, de la parte distal de las tibias, se acentúa. Los genitales aumentan de tamaño, facilitando la diferenciación del sexo.

Durante el cuarto estadio (N_4), el cuerpo de estas ninfas sigue siendo fusiforme pero se observa un poco más ensanchado en la parte media, miden 16 mm.; presentan un aspecto más robusto y una coloración más definida, aunque la forma y color de las manchas varía mucho de un individuo a otro. Las antenas ya presentan los 14 artejos; los ojos presentan, en algunos casos, rayas de color pardo alternantes con amarillo sobre un fondo pardo claro. Los esbozos alares han crecido en forma de almohadillas más finas y de color pardo oscuro, esta coloración es variable entre los individuos y se encuentran ya fuera de la cobertura del pronoto. Las patas se vuelven más vigorosas aumentando de grosor, sobre todo los fémora del tercer par; las espinas de las patas se engrosan más. Los genitales externos se hacen más evidentes.

En este último estadio, el quinto (N_5), el tamaño de las ninfas es ya de 20 mm. Su cuerpo se alarga aún más por la distensión de los segmentos abdominales. La coloración general varía como en el estadio anterior; las antenas se vuelven largas y delgadas, con los mismos 14 artejos. Los ojos se observan más grandes, globulosos y de color negro; los esbozos alares se ven más alargados y más aparentes. Las patas se observan más gráciles, pero las espinas y las uñas aumentan de tamaño y se tornan más robustas, las patas del tercer par se distinguen de las dos anteriores por su tamaño y el gran desarrollo del fémur, en el que se ven claramente los paquetes musculares. Las partes que componen los genitales externos se distinguen perfectamente sólo que aún no están esclerosados como en los adultos (Serrano y Ramos, op cit).



**Figura 7. Vista lateral de los estadios ninfales de *Sphenarium purpurascens* (Charpentier)
(Redibujado de Serrano y Ramos, 1989)**

Huevecillo: éstos miden 0.4 mm. de longitud en promedio, son ovalados y con los extremos aguzados, presentan una coloración pardo brillante, mientras que en sus polos (extremos) se encuentran más oscurecidas. La membrana de cada huevecillo, observada al microscopio, presenta una cubierta que está compuesta de numerosas cavidades de estructura de tipo hexagonal, como se observa en un panal de avispas. Los huevecillos son depositados en grupo envueltos en un paquete denominado ooteca, la cantidad de huevos contenidos por paquete puede oscilar en promedio de 29 a 31 (Serrano et. al., idem; Alfaro, 1995).

2. 6. Biología y Comportamiento.

Estos chapulines pasan el invierno en estado de huevo y presentan diapausa durante esta etapa (Márquez, 1962; Serrano et. al., 1989; Alfaro, 1995). Los adultos como las ninfas se muestran mucho más activos durante las horas de más calor, y su actividad decrece muy temprano y por la tarde. Se les encuentra sobre las hojas, prácticamente distribuidos de una manera uniforme en las plantas; se concentran en las zonas más soleadas, alejándose de las áreas sombreadas.

Con respecto a la cópula, los chapulines se acoplan durante las tardes sobre las hojas, el macho se monta sobre la hembra uniendo las partes terminales del abdomen. A nivel laboratorio, se observó a los adultos en posición de cópula, pero sin la unión de los genitales. Este comportamiento se debe a un mecanismo para conservar el calor y que posiblemente la presencia del macho tiene un significado fisiológico, puesto que éste no abandona a la hembra permaneciendo sobre ella (Serrano y Ramos, 1989)

Cueva-Del Castillo (1994), en observaciones realizadas en campo y laboratorio, establece que después de la cópula, el macho permanece montado sobre la hembra, incluso no la desmonta durante su alimentación, hasta que se inicie la oviposición; el mismo autor sugiere que a consecuencia del largo período entre la cópula y la oviposición, el macho tiende a permanecer sobre la hembra para asegurar la fecundación y así su descendencia; a esta conducta la define como resguardo. Este comportamiento de resguardo se da por motivo de una competencia entre los machos para tener acceso a hembras receptivas y se manifiesta en un enfrentamiento físico por desplazamiento entre éstos (selección intrasexual). Asimismo, se presenta una conducta de rechazo de las hembras hacia al macho, ya que éstas obstaculizan la monta al levantar el tercer par de patas; en caso de no evitarlo, la hembra responde mediante la contracción del abdomen no permitiendo el contacto genital y simultáneamente realiza violentas sacudidas con la finalidad de liberarse del macho no deseado (selección intersexual) (Cueva-Del Castillo, op. cit.).

Cuando el macho logra mantenerse sobre la hembra, no obstante de mostrar resistencia, o aún con el disturbio de otro macho intruso, éste termina copulando con ella cuando ésta distiende su abdomen y la resguarda hasta que de inicio la etapa de oviposición, la cual se presenta de 5 a 8 días después. Esta conducta de apareamiento está influenciada por varios factores, tales como el tamaño corporal, la diferencia temporal en la madurez sexual de machos y hembras (Protandria), la variación en la proporción sexual y la densidad de población (Trivers, 1978, Boggs y Gilbert 1979, Gwynne 1982, Gwynne 1984, Macías-García, 1994; Thornhill y Alcock, 1983, Hastings, 1989; Crespi, 1989, citados en Cueva-Del Castillo, 1994).

La oviposición se efectúa de cuatro a cinco días después de la cópula, observándose que la hembra en un determinado sitio empieza a introducir el abdomen hasta que está totalmente dilatado y queda dentro del suelo hasta el nivel del tórax. Permanece ovipositando por contracciones del abdomen por varias horas (un promedio de 4 horas, según Serrano et. al., op. cit.); los huevecillos son puestos a una profundidad de 3 cm., en paquetes envueltos en una sustancia blanquecina que se endurece y se vuelve de color pardo a las pocas horas. La cantidad de huevecillos que contiene el paquete (ooteca) puede oscilar entre 29 a 31 (Serrano et. al., op. cit.; Alfaro, 1995).

Una vez que ha ocurrido la postura, la hembra retira el abdomen, el cual se observa dilatado; poco después el abdomen se retrae completamente, viéndose las hembras como si fueran de un tamaño menor. Algunas hembras pierden parte del abdomen después de la oviposición y mueren horas después. Algunas hembras ovipositan un solo día y no vuelven hacerlo más, otras en cambio pueden volver a ovipositar; a menudo se observan agujeros en el suelo que no contienen ootecas, por lo que se cree que éstas primero hacen intentos de ovipostura, o tratan de localizar en el suelo un sitio más adecuado. En algunas ocasiones se observa a los machos sosteniendo a las hembras durante la postura, sujetándola del tórax, y no la deja hasta que termina la puesta (Serrano, et. al., op. cit.).

2. 6. 1. Ciclo Biológico

El ciclo de vida del chapulín de la "milpa" (*Sphenarium purpurascens*) se realiza en un término de 86.4 días, a partir del nacimiento hasta la emergencia del adulto con una longevidad de 86.4 días; siendo el tiempo de incubación de los huevecillos de 166 días; el total del ciclo es de 252.4 días. Por este hecho, se considera a esta especie como univoltina, es decir, presenta una sola generación al año que va de Mayo a Diciembre presentando una diapausa de cuatro meses en el estado de huevecillo; las primeras-ninfas, en condiciones naturales se encuentran entre los meses de Mayo a Junio, abundando los adultos entre los meses de Septiembre a Noviembre (Serrano, et. al., op. cit.).

Alfaro (1995), determinó que el ciclo de vida de *S. purpurascens* (Charpentier), requiere de un tiempo promedio de 289.5 días bajo condiciones de laboratorio y que comparando con lo establecido por Serrano et. al. (1989), la primera autora obtuvo un tiempo más corto; Alfaro realizó la corrección de la suma de todas las etapas o estadios determinadas por las segundas autoras y resultó ser más prolongado que lo reportado por éstas últimas (339.9 días), menciona que en este trabajo los estados de huevo y el período ninfal total, tienen un tiempo mayor (Anexo 1).

2. 6. 2. Hábito alimenticio.

Este chapulín, registra dos tipos de conducta en relación a la vegetación donde se desarrolla: la alimenticia y la de asentamiento (Mendoza et. al., op.cit.), en la primera, muestran un hábito generalista (polífago), ya que encuentra alimento en una gran diversidad de especies de plantas, tanto cultivadas como silvestres, sin embargo, existe mayor preferencia hacia algunas en relación a otras y este patrón se observa cuando los chapulines se desplazan de planta en planta seleccionando su alimento. La explicación de este hábito, puede estar relacionado con los siguientes aspectos: la capacidad de aceptar y rechazar el alimento en base a sus necesidades nutricionales (Mulkern, 1972; citado por Mendoza et. al, op. cit.), en su capacidad de diluir compuestos secundarios (Freeland, 1975), de optimizar el balance de nutrientes (Simpson & Simpson, 1990), de la distribución diferencial de los estadios de desarrollo, los cuales se traslapan temporal y espacialmente (Cano-Santana, 1994; Mendoza et. al., op cit.); las condiciones biológicas como hembras en gestación y la transición entre la última etapa ninfal hacia la adulta; las condiciones hídricas en que se encuentren los chapulines y la heterogeneidad del sustrato (suelo) que influye en gran manera en las propiedades físicas y químicas de la vegetación, y a su vez, afecta la aceptabilidad de estas por los chapulines (Mendoza et. al., idem).

Por otra parte, el ámbito alimenticio global, se incrementa conforme avanza el ciclo biológico del chapulín y esto puede deberse a que las características morfológicas van cambiando, en especial las estructuras mandibulares; posiblemente el hecho de que durante su desarrollo ninfal al estar en contacto con una mayor diversidad de plantas, incrementa la aceptabilidad de nuevas especies durante la fase adulta y, como resultado de la variación temporal y espacial, de la vegetación que esté disponible (Howard & Bernays, 1991, en Mendoza et. al. , idem).

En relación a la conducta de asentamiento, los chapulines no solo utilizan las plantas para alimentarse, sino también para otras actividades como protegerse, aparearse o termoregular. Esta conducta fué observada por Mendoza et. al. (1996) en donde algunas especies vegetales solo son empleadas por *Sphenarium purpurascens* para éste propósito, tal es el caso del "nopal" (*Opuntia sp*), "amole"

(*Manfreda brachystachya*) y "zacatón" (*Muhlenbergia robusta*), aunque ésta última es utilizada también como alimento (la espiga). Los autores citados, indican que esta preferencia está motivada por la disminución en la densidad de las especies anuales y una mayor presencia de las especies perennes, las cuales presentan diversos mecanismos de defensa de carácter físico y químico; y que este evento es consecuencia de las variaciones temporales y espaciales de la estructura vegetal predominante.

2. 7. Importancia económica.

El "chapulín de la milpa" (*Sphenarium purpurascens* Charpentier), que junto con otras especies de chapulín, se reporta como plaga en cultivos de maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), calabaza (*Cucurbita pepo* L.) y pastos (*Gramineae*), causando defoliaciones parciales o totales de las plantas independientemente del estado de desarrollo del cultivo, además, se alimenta de una gran variedad de plantas silvestres, lo cual demuestra su hábito alimenticio polífago; asimismo, se le encuentra en otras especies vegetales que aunque no son utilizadas como alimento, las emplea para asentarse (termoregulación, apareamiento y refugio) (Mendoza et. al., op. cit.). Por otro lado, este chapulín es comestible, incluso los campesinos lo almacenan previo desecamiento al sol o al comal, para contar con alimento cuando éste escasee. También se comercializa (Conconi, 1982, citado en Serrano et.al., 1989), sin embargo, los colectores de chapulín se enfrentan a la situación de consumirlos o combatirlos con plaguicidas y aún con la aplicación de estos productos, más áreas agrícolas siguen siendo afectadas por esta plaga (Méndez et. al., 1993, citado por Mialma, op. cit.).

2. 7. 1. **Hospederos.** Entre los cultivos que esta plaga afecta se mencionan principalmente los siguientes: maíz (*Zea mays* L.), calabaza (*Cucurbita pepo* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), pastizales (*Gramineae*) y algunos frutales, en especial rosáceas; también tiene como hospedantes a una gran cantidad de especies silvestres, que además de servir como alimento, son utilizadas como sitios de asentamiento (apareamiento, refugio y termoregulación) como por ejemplo el girasol silvestre (*Helianthus annuus* L.)*, la "jarilla" (*Senecio* sp.), "acahual" (*Simsia* sp.), nopal (*Opuntia* sp.), maguey (*Agave* sp.) y pastos (e.g.: *Muhlenbergia robusta*) (Serrano et. al., op. cit.; Alfaro, op. cit.; Mendoza et. al., op. cit.).

*Posiblemente se hace referencia al "gigantón" (*Tithonia tubaeformis* (Jacq) Cass.) y se este confundiendo con la especie cultivada.

2. 8. Métodos de control

Son actividades que se realizan con el propósito de disminuir poblaciones plaga; el término control indica precisamente la disminución de la plaga en cuestión, a un nivel predeterminado, el manejo incluye además del control, la prevención (N.A.S., 1980). A continuación se mencionan los métodos empleados para éste aspecto:

2. 8.1. Control mecánico. Su principio consiste en la remoción y destrucción directa (N.A.S., 1980). En el chapulín *S. purpurascens*, este método es muy importante, puesto que este insecto se recolecta con fines alimenticios, la recolección se realiza en forma manual o mediante el empleo de redes, en donde se obtiene una gran cantidad de individuos.

2. 8. 2. Control cultural. En este se recurre a labores de cultivo con la finalidad de abatir poblaciones nocivas de insectos, lo que incluye actividades como destrucción de los desechos de cosecha, limpiar los bordos y las orillas de los canales de riego y rastrear o barbechar los terrenos después de la cosecha, esto expone a los huevecillos, para el caso del chapulín *S. purpurascens*, a los efectos del clima y enemigos naturales (Villada, 1992, citado por Mialma, op. cit.).

2. 8. 3. Control químico. El primer estudio sobre control de *S. purpurascens* lo llevó a cabo Bush en 1954, realizando aplicaciones de insecticidas organoclorados en campo y laboratorio. Los insecticidas Aldrin, Dieldrin, BHC e Isodrin proporcionaron de 91 - 98 % de control en campo. En laboratorio, el BHC y Paratión (organofosforado) dieron los mejores resultados; este estudio fue llevado a cabo en el municipio de Tlalnepantla, y en laboratorios de Chapingo, ambos en el Estado de México (Alfaro, 1995).

Ibáñez (1993) recomienda que el momento más propicio para aplicarlo es cuando se encuentran alimentándose de la maleza en la orilla de los predios agrícolas (Mialma, op.cit).

La S.A.G.A.R. (1996) establece los siguientes umbrales económicos para el control químico: en pastizales y predios no cultivados, de 15 a 20 chapulines por metro cuadrado; en cultivos, de 5 a 6 chapulines por metro cuadrado. Cabe hacer mención, que éstos datos se aplican al conjunto de especies de chapulín, en donde queda incluido *S. purpurascens*.

Los productos autorizados por el C.I.C.O.P.L.A.F.E.S.T y D.G.S.P A F son: Carbarilo 80 % (1-1.5 Kg/ Ha.), Clorpirifós 40 % (0.5-1 lt./ Ha.), Diazinón (20-25 Kg/ Ha.), Malatión 50 % (1 lt./ Ha.), Metomilo 90 % (0.3 Kg./ Ha) y Paratión metílico 50 % (1 lt./ Ha.).

2. 8. 3. Control biológico.

El control biológico constituye una buena alternativa, actualmente en estudio. Sin embargo, los organismos potencialmente útiles (hongos y bacterias principalmente) requieren condiciones climáticas específicas, como por ejemplo, alta humedad relativa, las cuales no se dan regularmente en muchas regiones donde se presenta el chapulín o no coinciden con los períodos en que se presentan las infestaciones; no obstante, los organismos patógenos (bacterias, hongos, protozoarios, virus) u otros enemigos naturales (parásitos, predadores) podrían ser de gran utilidad para regular las poblaciones de chapulín en programas de manejo integrado.

Factores bióticos. Entre éstos se encuentran los diferentes enemigos naturales de chapulines como: a) insectos (himenópteros, dípteros y algunos coleópteros), mamíferos, reptiles, aves y escorpiones. Dentro de las enfermedades que sufren los chapulines de manera natural, se encuentran las ocasionadas por: b) hongos (*Beauveria sp.*, *Metarhizium sp.*, *Entomophaga sp.*), c) bacterias (*Cocobacillus acridiorum*, *Bacillus thuringiensis*, *Aerobacter aerogenes* y *Serratia marcescens*), d) protozoarios (*Melamoeba locustae* y *Nosema locustae*), e) nemátodos(*Mermis nigriscens*, *Agamermis decaudata* y *Steinernema feltiae*), f) rickettsias (*Rickettsiella grylli*) y g) virus (Greathead, 1991; citado por Mialma, op. cit.; Nickle, 1972; Webster y Tong, 1984; Capinera y Hibbard, 1987 y Street y McGuire, 1990; citados por Alfaro, 1995).

a) **Insectos entomófagos.** Estos pueden ser tratados en dos categorías: enemigos de la etapa de huevo y de la etapa postembrionaria (Greathead, 1991; citado por Mialma, op. cit.). Dentro de los primeros, existen insectos parasitoides como himenópteros de la familia Scelionidae, e insectos depredadores como los dípteros de las familias Bombylidae, Calliphoridae y coleópteros de las familias Trogidae y Meloidae; en las etapas de ninfa y adulto los insectos parasitoides son dípteros de las familias Nemestrinidae, Sarcophagidae, Tachinidae y Muscidae, mientras que los depredadores de estas etapas son himenópteros de la familia Scelionidae (Prior, et. al., 1989; citado en Mialma, op. cit.).

El fomento que se le puede dar a los insectos predadores del chapulín, puede ser útil, tomando en consideración las estrategias siguientes: conservar algunas malezas como una fuente de alimento para éstos, como por ejemplo, dípteros e himenópteros adultos; la selectividad de los insecticidas sistémicos, principalmente los que sean menos persistentes, su aplicación en parches donde se encuentre la plaga concentrada, evitando la cobertura total y, dejar algunos individuos sin tratar (selección). Con esto se mantiene un reservorio de entomofauna benéfica (King y Saunders, 1984).

b) Hongos entomopatógenos. En los últimos años ha habido mucho interés por el uso de hongos debido a que muchos son específicos y no representan peligro para organismos no susceptibles; tienen un bajo costo de producción; penetran directamente a través de la cutícula y actúan como un insecticida de contacto, pueden ser formulados y aplicados de la misma manera que los insecticidas químicos. Las esperanzas más importantes están concentradas en los trabajos sobre las especies de los géneros *Beauveria* y *Metarhizium*, los cuales están siendo utilizados en la práctica para combatir chapulín y otros insectos nocivos y su valor potencial es bien conocido, mientras tanto, son objeto de investigación (Barrientos et. al., op. cit.).

Street y McGuire (1990), mencionan que *Entomophaga grylli* es un hongo cosmopolita y afecta a un amplio rango de chapulines. Las subfamilias que son susceptibles a ser infectadas por este patógeno son *Pyrgomorphinae*, *Hemiacridinae*, *Coptacridinae*, *Calliptannae*, *Cyrtacanthacridinae*, *Catantopinae*, *Melanoplinae*, *Acridinae*, *Oedipodinae* y *Gomphocerinae* (Street, et. al., citado por Alfaro, op. cit.).

c) Bacterias entomopatógenas Las bacterias patógenas a los chapulines son pocas, sin embargo, existe un patógeno facultativo, *Serratia marcescens*, que en pruebas de laboratorio ha causado una alta mortalidad en chapulines y langostas, observándose daños en tejido adiposo principalmente (Bucher; Stevenson, 1959; citados en Alfaro, op. cit)

d) Protozoarios entomopatógenos. La amiba *Melamoeba locustae* (King y Taylor), se reporta como una plaga seria en cultivos de laboratorio de chapulines y langostas (Street y Henry, 1990; citados en Barrientos, 1992), ocasionando infecciones que aparentemente reducen la fecundidad. Este patógeno infecta el epitelio de los tubos de Malpighi y el intestino de varios orthópteros, incluyendo Acrididae (Barrientos et. al., op cit.)

Henry (1969; citado por Street, et. al., op. cit.) reporta que *Nosema locustae* (Canning) infecta a 58 especies de Orthoptera, actualmente, se cree que todas las especies de Acrididae son susceptibles de infectarse. El insecticida, conocido comercialmente como Nolo Bait en E U., está formulado a base de *Nosema locustae*, como ingrediente activo, la cual es una espora microscópica que mata a los chapulines y es aplicado en el campo en forma de cebos envenenados con salvado de trigo, se recomienda aplicar cuando la plaga está en estado ninfal ya que hay mayor efectividad, la reducción en la densidad de población se manifiesta entre 3 a 6 semanas después del tratamiento y el efecto puede durar varios años; los sobrevivientes al tratamiento, quedan infectados, observándose una reducción en la fecundidad y

desarrollan una fuente de inóculo que infecta a la siguiente generación (Henry, et al., 1982; citado por Street, et al., op. cit.).

e) Nemátodos entomopatógenos. Las especies que se reportan afectando a chapulines son: *Mermis nigriscens* Dujardin (Nickle, 1972; Webster y Tong, 1984; Sreet and McGuire, 1990), *Agamermis decaudata* (Nickle, 1972; Steet et. al., 1990) y *Steinernema feltiae* (Capinera y Hibbard, 1987) En 1985, Hamid y Aslam aislaron *M. nigriscens* de 690 chapulines colectados en campos de trigo, de un total de 13,566, Michel y

Prudent (1987) encontraron a otra especie de *Mermis*, *M. acridiorum* parasitando a *Schistocerca paranensis* en condiciones de campo

Capinera y Hibbard (op. cit.), obtuvieron reducciones en poblaciones de *Melanoplus bivittatus*, *M. sanguinipes*, *M. femur-rubrum*, *M. differentialis* y *Phoetaliotes nebrascensis* a los dos días de aplicar *S. feltiae* a una concentración de 6 7 nemátodos/mg. aplicando 150 kg./ Ha (Alfaro, op. cit)

g) Virus entomopatógenos. Existen dos grupos que afectan a los chapulines: los entomopoxvirus y los virus de arreglo cristalino (Crystalline Array Virus, C A V). Estos virus fueron aislados de *Melanoplus bivittatus*, y posteriormente se encontró infectando a *M. sanguinipes*, *M. differentialis*, *Schistocerca vaga vaga* y *S. americana* (Jutila et al., 1970; Henry y Oma, 1973, citados en Alfaro, op. cit.)

Otra alternativa de control la constituye el uso de extractos vegetales, por ejemplo, Villavicencio et. al. (1990) encontraron que la "hierba del negro"(*Plumbago pulchella* Boiss) contiene una sustancia protectora (plumbagina) contra chapulines de la especie *S. purpurascens*. Posteriormente, Méndez (1992) realizó pruebas con cinco extractos vegetales en cultivo de maíz, y concluyó que los mejores tratamientos fueron las infusiones hechas de las plantas "gordolobo" (*Gnaphalium viscosum*) y "Toloache" (*Datura stramonium*) como alternativa de control de *S. purpurascens* Charp (Alfaro, op. cit.)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Procedencia del material entomológico.

Los especímenes empleados para este trabajo, fueron, tanto del campo, mediante colectas periódicas semanales dentro del área de estudio, como de las colecciones entomológicas del Colegio de Postgraduados y de la Dirección General de Sanidad Vegetal (D.G.S V)

3. 2. Localización del área de estudio.

3. 2. 1. Aspectos geográficos.

El Estado de México se ubica en la parte centro del país, colinda al norte con Querétaro e Hidalgo, al este con Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y el Distrito Federal, al sur con Morelos y Guerrero; y al oeste con Guerrero y Michoacán. Las coordenadas geográficas extremas son: Al norte 20° 17', al sur 18° 25' de latitud norte; al este 98° 33' y al oeste 100° 28' de longitud oeste. Políticamente está constituida por 121 municipios, teniendo como capital a Toluca de Lerdo (fig. 8 y anexo 2) (S.P.P./ I.N.E.G I, 1981)

El área de estudio, se localiza en la parte noreste de la entidad, tomando como referencia su capital Toluca, sus coordenadas extremas son: al este 99° 40' y al oeste 98° 35' de longitud oeste, al norte 20° 15' y al sur 19° 15' de latitud norte comprendiendo los siguientes municipios: Acolman, Apaxco, Atenco (San Salvador), Atizapán de Zaragoza, Axapusco, Coacalco, Coyotepec, Chalco (parte N), Chapa de Mota, Chiautla, Chiconcuac, Chicoloapan, Chimalhuacán, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec, Huehuetoca, Hueypoxtla, Huixquilucan, Isidro Fabela, Ixtapaluca, Jaltenco, Jilotepec, Jilotzingo, Jiquipilco (parte E), Lerma, Melchor Ocampo, Morelos (parte SE), Naucalpan, Nextlalpan, Nezahualcoyótl, Nicolás Romero, Nopaltepec, Ocoyoacac (parte N), Otumba, Oztolotepec, Papalotla, La Paz, San Martín de las Pirámides, Soyaniquilpan, Tecamac, Temascalapa, Temoaya, Teoloyucan, Teotihuacán, Tepetlaoxtoc, Tepotzotlán, Tequixquiac, Texcoco, Tezoyuca, Timilpan (parte SE), Tlalnepantla, Toluca (parte NE), Tultepec, Tultitlán, Villa del Carbón, Xonacatlán y Zumpango (fig. 9).

3. 2. 2. Geología e Hidrología.

La entidad, geológicamente, está constituida por afloramientos de rocas de origen ígneo, sedimentario y metamórfico, siendo las rocas ígneas extrusivas las que ocupan una mayor extensión, son de naturaleza basáltica así como de depósitos lacustres y aluviales. Las principales estructuras geológicas que se presentan son aparatos volcánicos, algunos de los cuales se cuentan entre los más notables del país: el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl y el Nevado de Toluca. Además existen fracturas y fallas regionales, asociadas a los fenómenos de vulcanismo y mineralización (S.P.P./ I.N.E.G.I, 1981).

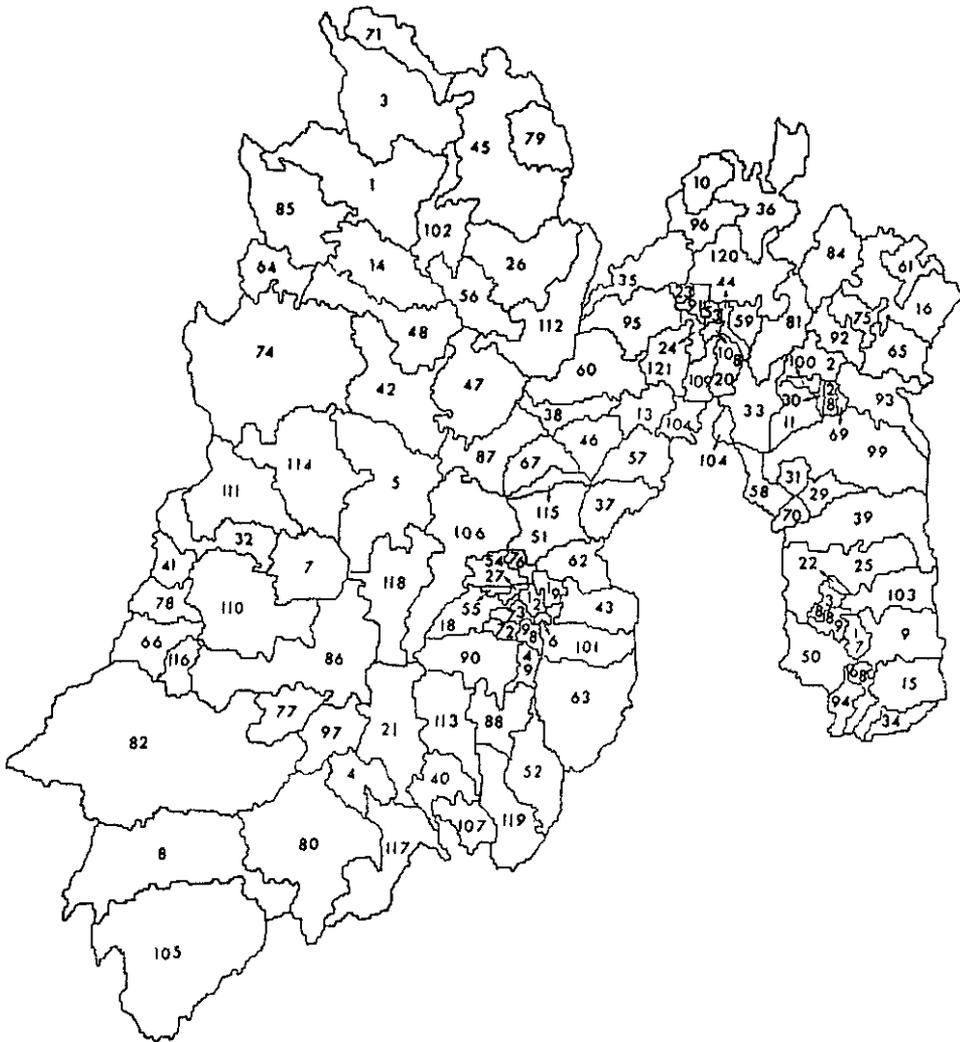


Figura 8. División municipal del Estado de México (I.N.E.G.I., 1994)

(la numeración indica por orden alfabético los nombres de los municipios)

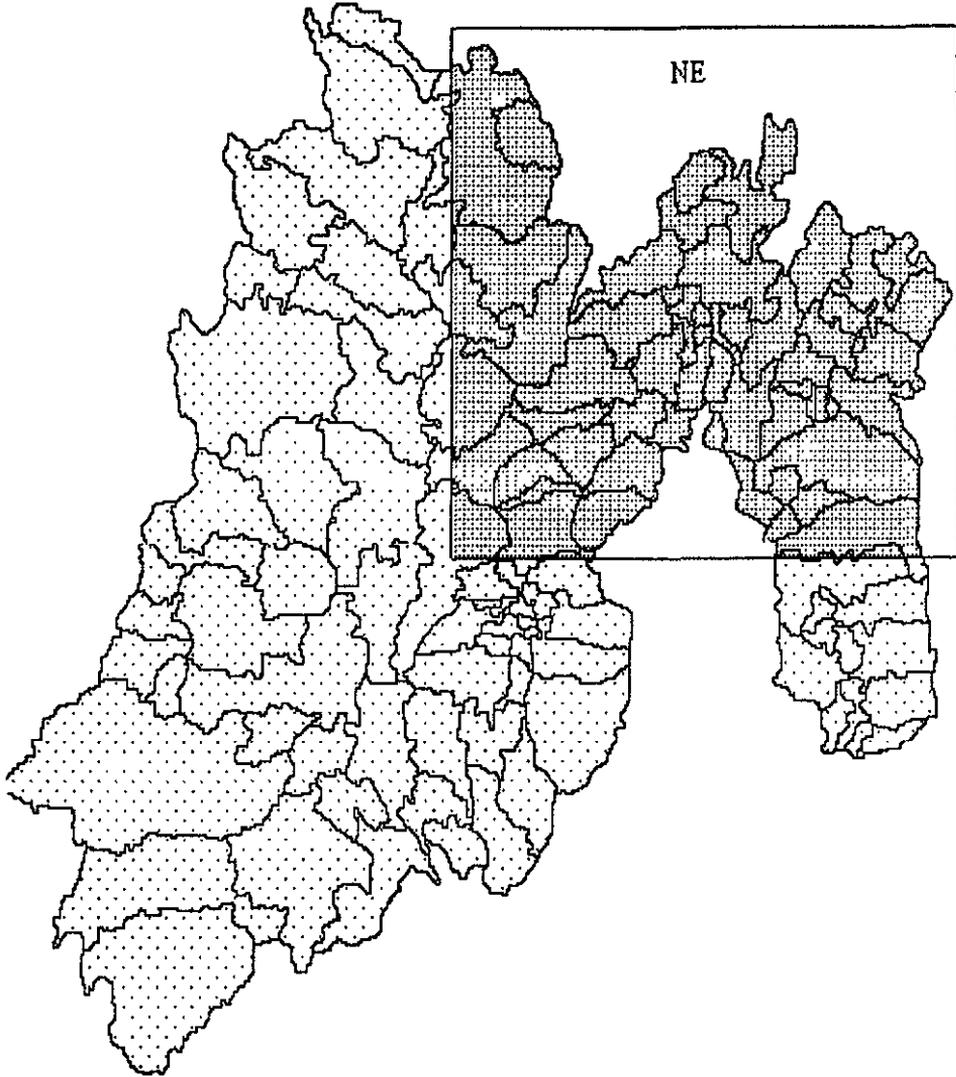


Figura 9. Localización del área de estudio (coordenadas extremas: 99° 40' y 98° 35' longitud oeste; 20° 15' y 19° 15' latitud norte)

El Estado de México está comprendido dentro de dos provincias geológicas: el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur; la zona de colecta se ubica dentro de la primer provincia, la cual, a su vez, se divide en sub-provincias de donde la sub-provincia de Los Lagos y Volcanes de Anáhuac involucra el área en cuestión. A continuación se describirán las características de la provincia del Eje Neovolcánico y su sub-provincia Lagos y Volcanes de Anáhuac.

Provincia del Eje Neovolcánico.

Cubre la mayor parte del estado en su porción norte. Limita al sur con la Sierra Madre del Sur. Geológicamente se caracteriza por el predominio de rocas volcánicas cenozoicas que datan del Terciario y Cuaternario, y que continúan hasta el presente. La integran grandes sierras volcánicas, grandes coladas lávicas, conos dispersos entre extensas llanuras. Comprende también la cadena de grandes estrato-volcanes que se denominan propiamente " Eje Neovolcánico". Dicha cadena, atraviesa el país casi en línea recta, más o menos sobre el paralelo 19 (Volcán de Colima, Tancitaro, Zinantécatl (Nevado de Toluca), Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Matlalcuéyatl (Malinche) y Citlaltépetl (Pico de Orizaba)).

Otro rasgo esencial de la provincia es la presencia de las amplias cuencas cerradas ocupadas por los lagos Pátzcuaro, Cuitzeo, Texcoco, El Carmen, o por depósitos de lagos antiguos como Zumpango, Chalco, Xochimilco y diversos llanos en el Bajío guanajuatense (S.P.P./ I.N.E.G.I., 1981).

Sub-provincia de Los Lagos y Volcanes de Anáhuac

Esta sub-provincia, en cuyo territorio se incluyen la capital de la República y cinco capitales estatales (Toluca, Pachuca, Tlaxcala, Puebla y Cuernavaca), está integrada por grandes sierras volcánicas o aparatos individuales que se alteran con amplios vasos lacustres. En ella se levantan algunos de los volcanes más elevados del país, como el Citlaltépetl (Pico de Orizaba), el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl, el Zinantécatl (Nevado de Toluca), el Matlalcuéyatl (Malinche) y muchos otros más pequeños.

Los vasos de antiguos lagos se encuentran distribuidos entre las sierras y demás aparatos volcánicos, de manera que los mayores quedan ubicados en la Cuenca de México (conjunto lacustre Xaltocan -Texcoco-Chalco-Zumpango-Xochimilco). Los sistemas de topofomas que componen el relieve en la sub-provincia están constituidos por sierras, llanuras, lomeríos, mesetas y valles (S.P.P./ I.N.E.G.I., 1981).

Dentro de la entidad, la sub-provincia ocupa 14,315.60 Km² (61.6 % de la superficie estatal total) (S.P.P./ I.N.E.G.I., 1981), abarcando 101 municipios, de donde los antes mencionados se encuentran incluidos en ésta sub-provincia.

El Estado de México queda comprendido en parte de las siguientes regiones hidrológicas: " Lerma-Chapala-Santiago", que cubre la porción centro-oeste; " Río Balsas " en la parte sur; y " Alto Pánuco" en la porción norte del estado, en esta última, se ubica la zona estudiada. La región hidrológica " Alto Pánuco ", es considerada la más importante del país, tanto por el volúmen de sus corrientes superficiales, como por su superficie. Solo una cuenca, casi en su totalidad, corresponde al Estado de México y es denominada " Río Moctezuma ", siendo éste el principal afluente del río Pánuco, teniendo como origen al río San Juan y río Tula desembocando en el Golfo de México. Tiene como sub-cuencas intermedias: Río Prieto; Río Arroyo; Río Zarco; Río Tula; Río Rosas; Río Tlautla; Río El Salto; Río Tepotzotlán; Lagos Texcoco y Zumpango; Río Salado; Río Tezontepec y Lagos Tochac y Tecocomulco. Con respecto a las aguas subterráneas, estas abarcan las zonas de Cuautitlán, Teotihuacán, Texcoco y Chalco, las cuales forman parte de la Cuenca del Valle de México (S.P.P./ I.N.E.G.I., 1981).

3. 2. 3. Suelo.

La enorme extensión del área cubierta por la sub-provincia y la complejidad litológica de su conformación determinan que en ella se haya desarrollado una gran cantidad de tipos de suelos, asociados en agrupaciones diversas. En total, la sub-provincia presenta 27 tipos, de los cuales, los más predominantes en el área estudiada son:

Andosol húmico. Suelo derivado de cenizas volcánicas, muy ligero y con alta capacidad de retención de agua; contiene una capa superficial oscura o negra, rica en materia orgánica, pero muy ácida y pobre en nutrimentos, con textura migajón arenosa.

Cambisol eútrico. Presenta en el subsuelo una capa que parece más suelo que roca, esto es, en ella se forman terrones y es muy suelto hasta su capa superficial la cual es de color pardo oscuro. Además puede presentar acumulaciones de algunos materiales como arcilla, carbonato de calcio, óxidos de fierro y manganeso, etc. Todos estos suelos se presentan en asociaciones con otros tipos, y presentan una textura migajón arenosa con abundante porosidad .

Cambisol húmico. Tiene en la superficie una capa de color oscuro o negra rica en materia orgánica, pero muy ácida y muy pobre en nutrimentos; es de textura migajón arenosa. Puede soportar vegetación de bosque o selva y su uso más apropiado es el forestal.

Feozem háplico. Se caracteriza principalmente por su capa superficial oscura suave, rica en materia orgánica y nutrimentos, es de textura migajón arcillo-arenosa.

Litosol. Es un suelo con menos de diez centímetros de profundidad, de color pardo oscuro en húmedo, limitado por roca, tepetate o caliche duro.

Vertisol pélico. Es un suelo muy arcilloso que presenta grietas anchas y profundas en la época de sequía. Con la humedad se vuelve pegajoso; es de color negro o gris oscuro y casi siempre muy fértil, pero su manejo en seco ofrece dificultades ya que su dureza dificulta la labranza.

Solonchak mólico. Todos los suelos de tipo solonchak se caracterizan por presentar un alto contenido en sales. El mólico, en particular, presenta una capa superficial oscura, rica en humus y es fértil.

En estos tipos de suelos, se desarrollan una gran diversidad de comunidades vegetales, pero en particular las de tipo de bosque (pino, encino, oyamel, y sus asociaciones entre estas especies) junto con bosques cultivados (en reforestación), mesófilo de montaña y de tascate; pastizales inducidos y halófilos, matorral crasicaule (vegetación secundaria de bosques perturbados), matorral inerme y tular, que son las asociaciones más predominantes en el área de estudio.

3. 2. 4. Climatología.

Según el I.N.E.G.I (1981), los climas predominantes en la zona de estudio son los que a continuación se describen:

Grupo de climas C (templados húmedos con inviernos benignos).

Sub-grupo Cw (templado sub-húmedo con lluvias en verano). Este grupo se caracteriza por tener un régimen de temperatura estable, por lo que se denomina mesotérmico. El régimen térmico medio anual oscila entre 12° y 18° C; se encuentra asociado a comunidades vegetativas tales como bosques de pino, de encino, mixtos y pastizales. Es el tipo climático de mayor influencia y extensión, pues abarca aproximadamente un 68 % de la superficie de la entidad.

Presenta tres variantes que se diferencian por el grado de humedad:

C (w₀) (w). Es la variante menos húmeda de los templados, con lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal menor de 5 %. El régimen pluvial medio anual oscila entre 600 y 800 mm. y temperatura media anual entre 12° y 16° C; la mayor precipitación pluvial se registra en Junio, con un valor entre 120 y 130 mm., y la mínima en Febrero, con un valor menor de 5 mm. La temperatura más cálida se presenta en Mayo, con un valor entre 18° y 19° C, y la más fría en Enero y Diciembre ambos con un valor entre los 11° y 12° C.

Esta variante se localiza principalmente al noreste de la entidad, así como pequeñas regiones al norte y al este, en algunas zonas de los siguientes municipios: Apaxco, Axapusco, Chiautla, Chiconcuac, Chicoloapan, Coyotepec, Cuautitlán, Huehuetoca, Hueypoxtla, Ixtapaluca, Jaltenco, Jilotepec, La Paz, Melchor Ocampo, Otumba, Papalotla, Teoloyucan, Tequixquiác, Tepetlaoxtoc, Texcoco, Tepotzotlán, Tlalnepantla, Tultepec, Tultitlán y Zumpango (García, 1980; S.P.P./ I.N.E.G.I., 1981)

C (w₁) (w). Es intermedio en cuanto a humedad, con lluvia de verano y porcentaje invernal menor de 5. La precipitación media anual tiene un rango entre 700 y 800 mm.; la temperatura media anual fluctúa entre 12° y 16° C; la mayor incidencia de lluvias se registra en el mes de Julio, con un valor entre 150 y 160 mm., la menor se da en el mes de Febrero con una precipitación menor de 5 mm. La máxima temperatura corresponde a Mayo, con un valor que oscila entre 17° y 18° C, y la mínima a Diciembre, con una temperatura que va de 10° a 11° C.

Se localiza en pequeñas regiones al norte y al este de la entidad, principalmente en parte de los siguientes municipios: Atizapán de Zaragoza, Chalco, Chapa de Mota, Huehuetoca, Ixtapaluca, Jilotepec, Naucalpan, Nicolás Romero, Otumba, Tepetlaoxtoc, Texcoco y Tlalnepantla (García, 1980; S.P.P./I.N.E.G.I., 1981).

C (w₂) (w). Es el más húmedo de los templados sub-húmedos, con lluvia de verano y porcentaje de lluvia invernal menor de 5. Es la variante más importante pues se le encuentra distribuido en casi todo el estado; la precipitación media anual es mayor de 800 mm. y la temperatura media anual oscila entre 12° y 18° C. La máxima incidencia de lluvias se presenta en Julio, con un valor que fluctúa entre 150 y 160 mm.; la sequía se registra en los meses de Febrero y Diciembre, con un valor menor de 10 mm. El mes más cálido es Mayo, con una temperatura entre 14° y 15° C; el mes más frío es Enero, con una temperatura de 11° a 12° C.

Dentro de la zona de estudio, ésta variante se ubica en los municipios siguientes: Atizapán de Zaragoza, Chalco, Chapa de Mota, Huixquilucan, Isidro Fabela, Ixtapaluca, Jilotepec, Jilotzingo, Jiquipilco, Lerma, Morelos, Nicolás Romero, Ocoyoacac, Oztolotepec, Soyaniquilpan, Temoaya, Tepetlaoxtoc, Texcoco, Timilpan, Toluca, Villa del Carbón y Xonacatlán

Sub-grupo de clima templado semifrío **C (E)**. Este tipo de clima se caracteriza por tener temperatura media anual menor de 16° C. Se encuentra asociado a comunidades vegetativas del tipo de bosques y praderas de alta montaña; se localiza en zonas diseminadas en la parte central del estado y ocupa aproximadamente un 13 % de su superficie. Presenta dos variantes de las que solo se analizará la de mayor influencia y extensión.

C (E) (w₂) (w). Es el más húmedo de los templados semi-fríos con lluvias en verano, con una precipitación en el mes más seco menor de 40 mm. y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5; la precipitación media anual es mayor de 800 mm; la temperatura media anual oscila entre 4° y 12° C . La mayor incidencia de lluvias se registra en el mes de Julio, con un rango que fluctúa entre 200 y 210 mm ; la mínima corresponde a Febrero con un valor menor de 10 mm. La máxima temperatura se presenta en

los meses de Abril y Mayo, con un valor entre 12° y 13° C; los meses más fríos son Enero y Diciembre, ambos con una temperatura que oscila entre 8° y 9° C.

Esta variante se encuentra distribuida en algunas regiones de la entidad, abarcando parte de los siguientes municipios: Huixquilucan, Isidro Fabela, Ixtapaluca, Jilotepec, Jilotzingo, Jiquipilco, Morelos, Temoaya, Tepetlaoxtoc, Texcoco, Timilpan, Ocoyoacac y Xonacatlán (S.P.P./ I.N.E.G.I., 1981).

Grupo de climas secos (B)

Este grupo es conocido también como seco estepario; se caracteriza porque la evaporación excede a la precipitación; las comunidades vegetativas con que está asociado son las xerófitas y los pastizales. Se localiza al noreste de la entidad y cubre aproximadamente un 5 % de su superficie. Hay dos subdivisiones principales: los **BW** (áridos o desérticos) y **BS** (semi-áridos o esteparios) (García, op. cit.), de los cuales, el segundo es el más incidente, presenta dos variantes de donde solo se describirá el que abarca la zona en estudio.

BS₁ K (w) (sub-grupo de clima semi-seco, templado con lluvias en verano): Se localiza al noreste, en parte de los municipios de Acolman, Apaxco, Axapusco, Chimalhuacán, Ecatepec, Hueyopxtla, Nezahualcóyotl , Nextlalpan, Nopaltepec, San Salvador Atenco, San Martín de las Pirámides, Tecamac, Teotihuacán, Temascalapa, Tezoyuca y Zumpango. Presenta una precipitación media anual de 500 a 600 mm., con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2; el rango térmico medio tiene un valor entre 14° y 18° C. La máxima incidencia de lluvias se registra en el mes de Julio, con un rango entre 110 y 120 mm., y la mínima en Febrero, con un valor menor de 5 mm.

El mes más cálido es Junio, con una temperatura entre 18° y 19° C; Diciembre es el mes más frío con una temperatura entre 11° y 12° C.

Heladas y granizadas.

Las heladas se presentan en ciertas regiones todo el año, pero generalmente comienzan en Septiembre y terminan en Mayo; la máxima incidencia se registra en Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero. En los climas secos, presentan una frecuencia de 10 a 100 días, pero predomina el rango de 40 a 60 días al año, mientras que en los templados fluctúan de 20 a 120 días al año, destacando principalmente el rango de 80 a 100 días. Con respecto a las granizadas, éstas no guardan una regla de comportamiento definida, aunque se encuentren asociadas a los periodos de precipitación. La mayor incidencia del fenómeno se observa en los meses de Junio, Julio y Agosto. Los rangos que se manejan para los climas templados, registran una incidencia de 0 a 18 días al año, predominando el rango de 0 a 4 días; en lo que respecta

para los climas secos, los rangos están entre los 0 y 6 días, pero lo más común es de 2 a 4 días al año (S.P.P./ I.N.E.G.I., 1981)

3. 2. 5. Vegetación.

La vegetación de la sub-provincia de Los Lagos y Volcanes de Anáhuac posee ciertas peculiaridades dignas de mención; dadas la extensión de la sub-provincia y la diversidad de climas y suelos que presenta, sustenta una gran cantidad de tipos de vegetación diferentes. Esta diversidad, por otra parte, se ve incrementada, porque la vegetación de la zona se ha visto intensamente perturbada ya de antiguo, de manera que presenta varios tipos secundarios y, mientras en sitios donde la perturbación ha alcanzado grados preocupantes, se han iniciado labores de reforestación con los subsecuentes cambios en la estructura y en la composición florística de las comunidades vegetales.

Así, se pueden contar 24 tipos de vegetación existentes que son: selva baja caducifolia, bosque (de encino, encino-pino, pino-encino, de oyamel, mesófilo de montaña, de *Juniperus*, cultivado (zonas en reforestación)), matorral sub-tropical, matorral crasicauale, chaparral, matorrales crasicauales secundarios de bosque de encino, de pino-oyamel, de oyamel-encino y de encino-pino; matorral inerme secundario en reforestación, pastizales naturales, inducidos, cultivados y halófilos; tular y vegetación halófito.

Dentro de la zona estudiada las comunidades vegetales más predominantes son las que a continuación se describen:

Bosque cultivado. En realidad, se trata de sitios que, habiendo presentado altos índices de perturbación, ahora se encuentran en reforestación, de manera que no tienen una estructura claramente definida ni una fase de crecimiento dominante. Este tipo de bosque se encuentra entre 2,300 y 2,660 m.s.n.m. bajo clima templado sub-húmedo. Sus componentes más frecuentes son, en el estrato arbóreo, pino (*Pinus sp.*), eucalipto (*Eucalyptus sp.*), cedro (*Cupressus sp.*) y pirú (*Schinus molle*); en el estrato arbustivo, *Loselia mexicana*, *Brogniarta intermedia*, uña de gato (*Mimosa biuncifera*) y maguey (*Agave sp.*); y en el estrato herbáceo, los pastos *Muhlenbergia emersley*, *M. dubia*, *Agrostia avenacea*, *Bouteloua gracilis* ("zacate navajita") y *Cheliantes myriophilla* (S.P.P./ I.N.E.G.I., op.cit.)

Bosque de pino-encino. Se encuentra distribuido de los 2,800 a los 2,950 m.s.n.m., en clima semifrío sub-húmedo con lluvias en verano. Los elementos que lo constituyen son: en el estrato arbóreo, pino (*Pinus montezumae*), encino (*Quercus sp.*), aile (*Alnus jerullensis* y *A. firmifolia*), pino amarillo o real (*Pinus teocote*), pino real u ocote (*Pinus michoacana*), pino (*Pinus douglasiana*), encino chino (*Quercus laurina*), encinos (*Quercus rugosa*, *Q. crassipes* y *Q. splendens*); y en el estrato arbustivo, madroño (*Arbutus glandulosa*), escoba (*Baccharis conferta*), *Solanum brachystachys*, *Buddleia*

lanceolata, *Fuchsia thymifolia* y *Stipa virescens*. Otros elementos que se presentan son: *Muhlenbergia dubia*, *M. macroura*, *Stevia serrata* y *Kallstroemia maxima* (S.P.P./ I.N.E.G.I., op. cit.)

Bosque de pino. Se desarrolla a altitudes entre 1,500 y 3,000, incluso a 3,650 m.s.n.m. (Rzedowski, 1981), en clima semifrío y sub-húmedo. En el estrato arbóreo se presenta el pino como dominante (*Pinus hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. oocarpa*, *P. pseudostrobus*, *P. montezumae*, *P. teocote*), y relativamente frecuente se presentan los siguientes géneros: *Quercus* (encino), *Juniperus* (enebro), *Abies* (oyamel), *Alnus* (aile), *Cupressus* (cedro), *Populus* (álamo), *Pseudotsuga*, *Buddleia*, *Clethra*, *Prunus* y *Crataegus* (tejocote) (Rzedowski, op. cit.); en el arbustivo, pasto (*Muhlenbergia sp.*), escoba (*Baccharis conferta*) y jarilla o jaral (*Baccharis sp.*), *Stevia serrata*, *Senecio calcarius*, *Salvia*, *Helianthemum*, *Arctostaphylos*, *Rubus*, *Fuchsia*, *Agave*, *Salix*, *Desmodium* y *Cestrum*; en el estrato herbáceo: *Festuca sp.*, pasto (*Muhlenbergia macroura*), *Stipa virescens*, *Cerastium brachypodium*, *Sporobolus sp.*, *Acaena elongata*, *Eupatorium mairetianum*, pasto (*Aristida sp.*), *Fragaria indica* y *Agrostis sp.* (S.P.P./ I.N.E.G.I. 1981; Rzedowski, op. cit.).

Bosque de encino. Se encuentra generalmente en zonas de clima templado, aunque se presenta también en climas semi-cálidos, semi-fríos y semi-secos. Puede localizarse a 1,200 y 2,800 m.s.n.m. y es característico de zonas de montaña (Rzedowski, 1981) su composición arbórea dominante es de el encino (*Quercus sp.*), teniendo a los siguientes géneros acompañantes: *Abies* (oyamel), *Alnus* (aile), *Cupressus* (cedro), *Fraxinus* (fresno), *Juglans* (nogal), *Juniperus* (enebro), *Pinus* (pinos), *Populus* (álamo), *Pseudotsuga* y *Salix* (sauce) (Rzedowski, op. cit.); mientras el estrato arbustivo se compone por : *Helianthemum glomeratum*, *Stipa virescens* y *S. mexicana*; *Sporobolus poiretti*, *Eragrostis mexicana*, *Avena sp.*, *Bouteloua chondrosioides*, *Echeveria glauca*, *Muhlenbergia sp.*, *M. dubia* y *M. macroura*; *Eupatorium glabratum*, *Aristida divaricata*, *Gnaphalium leptophyllum*, *Asplenium sp.* (Helecho), *Cenchrus sp.* (pasto), *Hilaria cenchroides*, *Setaria geniculata* (S.P.P./ I.N.E.G.I., 1981).

Bosque de oyamel. Es una comunidad de árboles altos del género *Abies* (oyamel, pinabete), aunque puede haber acompañamiento de *Pinus* (pino), *Cupressus* (cedro), *Pseudotsuga*, *Quercus* (encino) *Alnus* (aile) y otros árboles que se desarrollan en clima semi-frío y húmedo; se ubica entre los 2,400 y 3,600 m.s.n.m. y estos bosques están confinados a laderas de cerros, a menudo protegidos de la acción de los vientos fuertes y de insolación intensa. En muchos sitios se hallan limitados a cañadas o barrancas más o menos profundas, puede existir un estrato arbóreo inferior, formado por especies de *Quercus* (encino), *Alnus* (aile), *Salix* (sauce), *Juniperus* (enebro), *Arbutus*, *Prunus*, *Garrya*, *Buddleia* y otros; el arbustivo y herbáceo se componen, en particular de los géneros *Senecio*, *Eupatorium*, *Stevia*, *Archibaccharis*,

Cirsium, *Arceuthobium*, *Potentilla*, *Arctostaphylos*, *Baccharis*, *Fuchsia* entre otras (Rzedowski, op. cit.).

Bosque encino-pino. Está constituido por comunidades de árboles de los géneros *Quercus* y *Pinus*, en las que predominan los del primero; se encuentran en zonas de clima templado sub-húmedo y frecuentemente en áreas forestales muy explotadas o en condiciones de disturbio del bosque de pino o de pino-encino; los estratos acompañantes se componen de las siguientes especies:

Estrato arbustivo: *Baccharis conferta* ("escoba"), *Eupatorium lucidum* y *E. linguistrinum*; *Arbutus glandulosa* y *A. sp.*; *Senecio barba-johannis* y *S. sanguisorbae* ("mamela"); *Buddleia americana* ("tepozán"); *Garrya laurifolia*, *Solanum appendiculatum*, *Barberis moranensis*, *Salvia microphylla* ("mirto"), *Rosa montezumae* y *Rosa sp.*

Estrato herbáceo: *Helianthemum glomeratum*, *Eragrostis pilosa*, *Bouteloua curtipendula* y *B. hirsuta*; *Arracacia atropurpurea*, *Muhlenbergia sp.* y *M. dubia*; *Arctostaphylos arguta*, *Festuca amplissima*, *Polypodium sp.*, *Ribes pringlei*, *Senecio cinerarioides*, *Arthrostylidium sp.* y *Cestrum thyrsoides* (S.P.P / I.N.E.G.I., 1981).

Bosque mesófilo de montaña. Tipo de vegetación arbórea densa que se localiza en laderas de montañas, barrancas y otros sitios protegidos, en condiciones de humedad abundante y temperaturas bajas. Las neblinas son frecuentes a lo largo del año. Se presenta entre 800 y 2,400 m.s.n.m. teniendo como clima característico al tipo Cf, pero en algunas partes puede prosperar en condiciones catalogadas como Af, Am, Aw y Cw (Rzedowski, op. cit.). Los géneros más representativos de ésta comunidad son: *Quercus* (encino), *Juglans* (nogal), *Liquidambar*, *Dalbergia*, *Podocarpus*, *Pinus* (pinos) y *Abies* (oyamel o pinabete) (Rzedowski, op. cit.).

Pastizal halófilo Se le localiza bajo climas semi-secos entre 2,220 y 2,250 m.s.n.m. con coberturas mayores de 75 %. Los pastos que lo componen son de forma cespitosa y pertenecen a las siguientes especies: *Distichlis spicata* ("zacate salado"), *Sporobolus pyramidatus*, *Scirpus americanus* y *Kyllinga pumila*. Además se encuentran, como elementos acompañantes, individuos de *Suaeda torreyana*, *Heliotropium sp.*, *Atriplex semibaccata*, *A. suberecta* y "escoba" (*Baccharis conferta*) (S.P.P./ I.N.E.G.I., op. cit.)

Pastizal inducido. Es una comunidad herbácea que surge espontáneamente en las zonas donde se ha eliminado la vegetación natural, ya sea por desmonte, abandono de un área agrícola, sobrepastoreo o incendio; se desarrolla a altitudes entre 2,300 y 2,700 m.s.n.m. en clima de tipo semi-seco templado (BSk). Las especies que se encuentran comúnmente son: *Muhlenbergia sp.*; *Sporobolus sp.*; *Hilaria*

cenchróides, *Aristida divaricata*, *Bouteloua simplex*, *Cynodon dactylon* ("zacate Bermuda" o "grama de la costa"), *Andropogon hirtiflorus*, *Eragrostis intermedia*, *Festuca sp.* Otras especies que acompañan a este estrato: *Acacia farnesiana* ("huizache"), *Schinus molle* ("pirúl"), *Argemone mexicana* ("chicalote"), *Opuntia sp.*, *Baccharis ramulosa* ("escoba"), *Senecio sp.*, *Tagetes lucida* ("pericón") y *T. tenuifolia* ("cempoaxóchitl"), *Crataegus mexicana* ("tejocote"), *Quercus crassipes* (encino), *Buddleia sp.* ("tepozán"), *Datura stramonium* ("toloache"), *Physalis sp.*, *Salvia sp.*

Matorral crasicaule (Vegetación secundaria). Su distribución altitudinal abarca desde 2170 hasta 2470 m.s.n.m. en zonas con clima templado (Cw). Con fisonomía de nopalera, está formado por tres estratos a saber:

Estrato superior (1.2 a 2.2 m. de altura): nopal tapón (*Opuntia sp.*), nopal cardón (*Opuntia streptacantha*), vara dulce (*Eysenhardtia polystachya*), tepozán (*Buddleia sp.*), mezquite (*Prosopis sp.*), tejocote (*Crataegus mexicana*), tabaquillo (*Nicotiana glauca*).

Estrato medio (1.2 m. de altura): limpiatuna (*Zaluziana augusta*), uña de gato (*Mimosa biuncifera*), huizache (*Acacia farnesiana*), nopal cardenche (*Opuntia imbricata*), *Salvia sp.*, *Zinia angustifolia*, *Senecio praecox*, *Reseda luteola*, *Salvia microphylla*, *Gnaphalium bourgovii*.

Estrato inferior (0.3 m. de altura): pastos (*Bouteloua triaena*, *B. hirsuta*, *B. simplex*; *Buchloe dactyloides*, *Muhlenbergia rigida*, *Festuca amplissima*), chicalote (*Argemone mexicana*), *Agave sp.*, *Jatropha dioica* ("sangre de grado"), *Eragrostis mexicana*, *Cynodon dactylon* ("zacate Bermuda" o "grama de la costa") (S.P.P./ I.N.E.G.I., op. cit.)

Tular. Este es un tipo de vegetación que se encuentra siempre en zonas inundables o como vegetación francamente acuática, se le encuentra en zonas de clima templado (Cw) ubicadas entre 420 y 1150 m.s.n.m. La caracteriza fundamentalmente el tule (*Cyperus burgaei*), aunque también presenta con frecuencia otras ciperáceas acuáticas o pastos muy altos (S.P.P./ I.N.E.G.I. 1981).

Vegetación secundaria. En general bajo esta categoría, se define a las comunidades naturales de plantas que se establecen como consecuencia de la destrucción total o parcial de la vegetación primaria o clímax, realizada directamente por el hombre o por sus animales domésticos. Esta comunidad, puede mantenerse como tal, si persiste el disturbio que la ocasionó (desmonte, pastoreo, incendio, explotación selectiva de especies útiles); las superficies ocupadas por la vegetación secundaria son considerables, el número de asociaciones vegetales que lo constituyen es muy grande y en su composición interviene una diversidad florística tan vasta o quizá superior a la que presentan las asociaciones clímax. Desde el punto de vista fisonómico cabe distinguir aquí tres categorías principales: **pastizal, matorral y bosque.**

Por medio del pastoreo y del fuego con frecuencia resulta factible que se establezca y perpetúe un estadio de pastizal secundario, aunque este no figure en la sucesión "normal" correspondiente a un determinado clímax. Este es el caso de diversos pastizales derivados de bosques de *Pinus*, de *Quercus*, zonas del bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio y de algunos matorrales xerófilos; las especies que frecuentemente son dominantes o codominantes se encuentran las que pertenecen a los géneros *Bouteloua sp.*, *Andropogon sp.*, *Aristida sp.*, *Buchloe sp.*, *Enneapogon sp.*, *Eragrostis sp.*, *Hilaria sp.*, *Heteropogon sp.*, *Leptochloa sp.*, *Lycurus sp.*, *Muhlenbergia sp.*, *Scleropogon sp.*, *Setaria sp.*, *Sporobolus sp.*, *Stipa sp.*, y *Trichachne sp.* (Rzedowski, 1981).

Muchas clases de matorrales se presentan como comunidades secundarias en hábitats diversos, incluyendo áreas en las cuales la vegetación clímax corresponde al pastizal. Las familias *Compositae* y *Leguminosae* generalmente son las especies dominantes, aunque pueden codominar individuos de *Cactaceae* y *Gramineae* (ver matorral crasicale) también se presentan matorrales de *Juniperus sp.*, donde ésta última es la dominante. En algunos casos prevalecen arbustos que resultan favorecidos por el fuego, pues son capaces de retoñar rápidamente después de un incendio que haya arrasado con todas las partes aéreas de las plantas si el fuego es frecuente, este tipo de matorral puede prosperar por mucho tiempo, sin que la sucesión sea capaz de desplazarlo (ej.: "huizachales" (*Acacia sp.*)) (Rzedowski, op. cit.).

Entre los bosques secundarios, pueden mencionarse los pinares derivados del bosque de encinos (*Quercus sp.*) e incluso, cierto encinares arbóreos, a su vez, se comportan como comunidades secundarias en bosques de pino y de *Abies sp.* (Madrigal, 1967, citado por Rzedowski, idem.), también se han observado bosques o bosquetes de *Juniperus sp.*; *Alnus sp.* y *Crataegus sp.* como probables sucesores de bosques de pino (Rzedowski, idem.)

A veces, son difíciles de definir los límites precisos entre la vegetación primaria y la secundaria, pues el grado de la alteración causada por el hombre puede ser leve y sólo afectar algunas especies o estratos de la comunidad clímax, sin que ésta se desvirtúe por completo. Por otro lado, tampoco las comunidades ruderales (vegetación de poblados, vías de comunicación) y arvenses (plantas asociadas a áreas cultivadas) son fácilmente separables de las secundarias en el sentido más estricto del término, en particular, a éste tipo de vegetación se le conoce bajo la denominación de malezas, estas agrupaciones florísticas no se distribuyen al azar, sino que forman combinaciones de especies que se repiten con bastante fidelidad en una determinada región cada vez que se presenten condiciones ecológicas similares, y si bien, no perduran mucho tiempo cuando desaparece el impacto del disturbio, suelen mantenerse indefinidamente si éste no cambia; en cuanto a su composición florística, las *Compositae* y *Gramineae*

dominan ampliamente el espectro y, sólo en condiciones de gran riqueza de sales solubles o de nutrientes se sitúan las *Chenopodiaceae* en proporciones comparables (Rzedowski, op. cit.).

En especial, las especies arvenses constituyen la vegetación que invade y crece entre los cultivos y prados artificiales, viviendo en competencia con la vegetación sostenida por el hombre (Font Quer, 1965, citado por Villegas, 1979), por tal motivo, se les considera plantas indeseables o nocivas para la agricultura, aunque, desde otro punto de vista, son útiles porque algunas se consumen como alimento ("quelite", "verdolaga", "romero"), otras se usan como remedio ("estafiate", "marrubio", "malva"), para abono ("meliloto", "trébol"), adorno ("mirasol", "gigantón"), incluso, varias son sujetas a cultivo ("flor de nabo", "manzanilla", "hierbabuena"). Como constituyentes de un ecosistema tienen su función en las cadenas alimenticias, como indicadoras, contribuyentes de materia orgánica, etc. (Villegas, idem.).

Existen diferencias en la composición florística, en cuanto a la abundancia y la constancia de especies arvenses, según la forma de cultivar la tierra, así por ejemplo, en los cultivos de escarda, como maíz y frijol, las arvenses más dominantes son las pertenecientes a los géneros *Tithonia sp.*, *Simsia sp.*, *Bidens sp.*, *Lopezia sp.* y *Sicyos sp.*, mientras que en cultivos densos (alfalfa, avena, cebada), el papel principal corresponde a las malezas de los géneros *Brassica sp.*, *Raphanus sp.*, *Eruca sp.*, *Cynodon sp.*, y *Taraxacum sp.* (Rzedowski, op. cit.).

3. 2. 6. Agricultura.

De los 14, 315 .687 Km² que ocupa la sub-provincia en el edo. de México, 6,445. 16 (45. 02 %) se destinan a la agricultura. Del total de la superficie agrícola, 5,132.54 Km² se dedican a la agricultura de temporal, y el resto a la de riego. Las áreas cultivables, están organizadas en distritos de desarrollo agropecuario, las cuales constan de 8 en la entidad , de donde 5, se encuentran dentro de la zona de estudio, siendo Zumpango la de mayor influencia, siguiéndole parcialmente Texcoco, Toluca, Jilotepec y Atlacomulco (I. N. E.G. I., 1994).

Agricultura de temporal. Se lleva a cabo bajo climas diversos, sobre suelos de fertilidad, profundidad y textura variables, que a veces presentan problemas de obstrucción superficial, acidez, fijación de fósforo, salinidad o sodicidad, estos suelos se encuentran en lugares con pendientes de 15 a 25 %.

La labranza es mecanizada o de tracción animal, existe la utilización de fertilizantes y pesticidas en pequeña escala, la producción se destina al comercio regional y al autoconsumo; cuando las cosechas resultan particularmente buenas, se reserva una parte para el mercado nacional.

Agricultura de riego Esta modalidad se realiza en zonas situadas en lomerío suave, colinas redondeadas, el gran llano con lomeríos, el vaso lacustre y vaso lacustre con lomeríos; sobre suelos

diversos con poca pendiente y pedregosidad superficial. El agua para riego se distribuye por gravedad y en ocasiones por aspersión.

La labranza es mecanizada o por tracción animal; se usan fertilizantes también a pequeña escala y aparentemente no se aplican pesticidas. La producción se destina al comercio nacional o regional.

De los cultivos anuales o de ciclo corto, los más sembrados son: maíz, frijol, cebada, avena, papa, chícharo, haba y jitomate, destacándose el maíz como el más importante por ser el cultivo con mayor superficie ocupada, teniendo a los distritos de Atlacomulco, Toluca, Zumpango y Texcoco como las zonas con mayor área sembrada (I.N.E.G.I., op. cit.)

Dentro de los cultivos perennes, de acuerdo con la superficie sembrada se señalan los siguientes: alfalfa, maguey, durazno, aguacate, nopal tunero, pastos y praderas, de los cuales, la alfalfa es el cultivo principal; la zona productora de alfalfa con mayor importancia se localiza en el distrito de Zumpango, sobresaliendo los municipios de Zumpango, Cuautitlán, Teoloyucan y Tultepec; mientras que en segundo término se ubica al distrito de Texcoco (I.N.E.G. I., 1994).

3. 3. Trabajo de campo.

3. 3. 1. Colecta de material entomológico.

Se realizó la colecta de los chapulines mediante la técnica de red de golpeo (método indirecto; Morón y Terrón, 1988) sobre vegetación herbácea y arbustiva utilizando redes entomológicas, y en sitios donde no fué posible emplear las redes se colectaron a mano, éstos se depositaron en bolsas de plástico transparente anotando los datos correspondientes de la localidad, características de la misma, fecha de colecta, hora de colecta, tipo de vegetación y cultivos predominantes, hospedantes, nombre (s) de los que realizaron la colecta y observaciones sobre los hospedantes y especímenes colectados, mismos que se apuntaron en la libreta de campo (Anexo no. 4). La hora de colecta, comúnmente se llevó a cabo al inicio de la puesta del sol (de 6:00 am. a 8:00 am.), puesto que en este período los insectos se encuentran inactivos sobre el follaje y son más fáciles de atrapar.

Las áreas de colecta fueron agroecosistemas, con predominio de cultivo de maíz, éste criterio se adoptó porque como antecedente, la D.G.S.V. reporta la incidencia de éste chapulín en éste ámbito (S.A.R.H., 1992), los sitios de colecta se eligieron de manera aleatoria, considerando además accesibilidad y ocurrencia en rutas pre-establecidas, se tomó como unidad de colecta 10 golpes de red en promedio sobre los hospedantes en donde se tiene antecedente que esta especie se presenta y era aparentemente evidente, tanto en los bordes adyacentes del cultivo (vegetación silvestre asociada a cultivos) como dentro del mismo; también se llevó a cabo colectas en terrenos sembrados con otros cultivos cercanos o

asociados al maíz como alfalfa, frijol, calabaza, haba, avena, cebada y algunos frutales (tejocote, durazno); asimismo, se realizaron colectas en lotes cercanos a los cultivos (baldíos) con vegetación circundante existente como matorral xerófilo, pastizales y vegetación secundaria asociada a bosques de coníferas. Debido a tiempo (1 año) y recurso económico, las colectas se realizaron de manera semanal, durante el período comprendido de Abril de 1996 a Noviembre de 1997, abarcando 160 localidades de 45 municipios de los 58 ubicados dentro del área de estudio.

3. 4. Trabajo de laboratorio.

3. 4. 1. Cría de especímenes.

Las ninfas de chapulín fueron confinadas en jaulas de madera con malla mosquitero (fig. 10), se mantuvieron hasta que alcanzaran su madurez o etapa adulta y para determinar generalidades de su biología y hábitos, se alimentaron con alfalfa, ésta planta fué empleada porque se tiene antecedente de que es un hospedante preferido por éste insecto (S.A.R.H., 1992), el alimento se reemplazó cada tercer día. En los individuos adultos, también se procedió con la misma metodología; todo el proceso se llevó a cabo en condiciones ambientales.

3. 4. 2. Apareamiento y oviposición.

Se seleccionaron parejas de adultos, en número de diez , las cuales fueron depositadas en jaulas de vidrio (fig. 10), para observar conducta de apareamiento y oviposición; también fueron alimentadas con alfalfa , la cuál se reemplazaba cada tercer día, de igual manera se mantuvieron en condiciones ambientales.

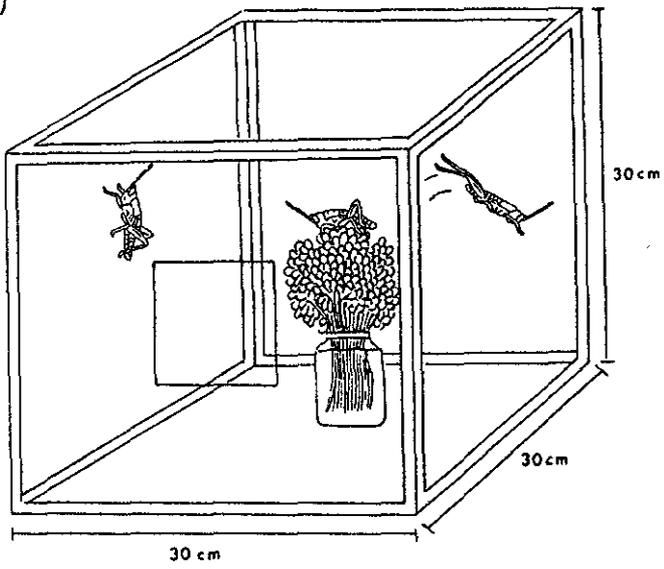
3. 4. 3. Preservación de material entomológico

Los individuos muertos, tanto ninfas como adultos, se depositaron en tubos de plástico, junto con su etiqueta conteniendo los datos correspondientes (localidad, fecha, hospedante etc.), posteriormente se sometieron a congelación durante un mes a $3 - 4^{\circ}$ C para preservar rasgos morfológicos, ya que estos son de gran valor en la identificación, en especial la coloración del cuerpo.

3. 4. 4. Montaje

Los chapulines conservados, fueron previamente descongelados (por un lapso de 20 minutos a temperatura ambiente) para facilitar su manejo durante el montaje, se seleccionaron 10 individuos por localidad o serie (5 machos y 5 hembras); los especímenes se fijaron con alfileres entomológicos del número 3, colocándolos en la zona pronotal derecha del insecto (fig. 11); posteriormente, se procedió a fijar las etiquetas (fig. 11) con datos de localización que contiene lo siguiente: Clave de serie, número

a)



b)

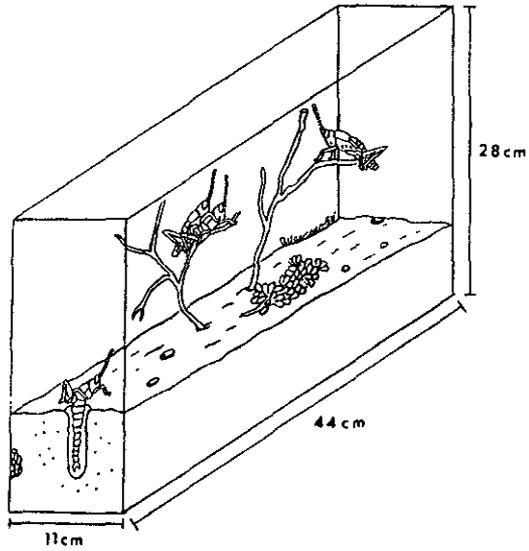
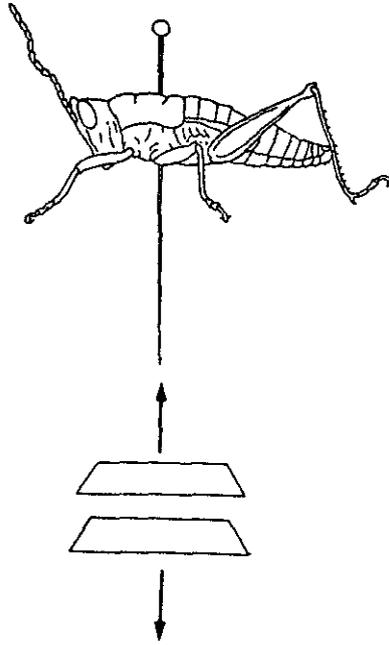
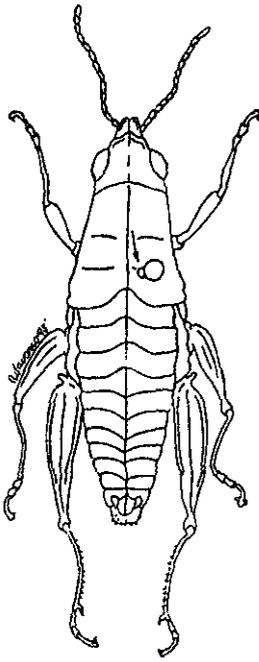


Figura 10. Jaulas : a) de madera 30 X 30 cm.

b) de vidrio tipo "pecera" 44 X 28 X 11 cm



CHRC - 176. San Juan Zittaltépec
Zumpango, Estado de México.
2250 m.s.n.m.
15/11/96
Col. Anaya - Beristáin
Hosp. Maíz, alfalfa, «dura» nillo»,
«amargosa»

Orden Orthoptera
Familia Pyrgomorphidae
Subfamilia Pyrgomorphinae
Especie Sphenarium purpurascens Chorp.
Determinó: Navarro, N.R. 97'

Figura 11. Montaje de especímenes y etiquetas de datos

de serie, nombre de localidad, municipio, altitud, colector (es), hospederos; y los taxonómicos que incluyen: Orden, familia, subfamilia, género y especie, y el nombre del determinador, para luego ser colocados en cajones y depositarlos en la colección entomológica del Colegio de Postgraduados para contar con material de referencia.

3. 4. 5. Identificación del Chapulín.

La identificación a especie se realizó mediante la metodología descrita por Márquez (op. cit.), el diagnóstico se basa en el estudio morfológico de los genitales, después de que estos son extraídos previamente de la punta o extremo abdominal del chapulín y sometidos a un proceso de aclareo de estructuras; como los especímenes estaban en seco, tuvieron que ser calentados previamente en alcohol al 70 % para reblandecer el extremo abdominal durante 12 minutos aproximadamente, luego se procedió a extraer la estructura genital mediante pinzas de disección. Después, se efectuó el método de aclareo, el cual consiste en colocar la estructura genital en una solución de KOH al 10 % , y se calentó por espacio de 10 minutos a 65 C⁰, la estructura aclarada se lavó de residuos (grasa, parte de tejido muscular) con agua destilada para eliminar el exceso de KOH y posteriormente con alcohol al 70 % para remover las burbujas de aire.

Para la observación, se procedió a separar las estructuras en medio de glicerina y proceder a la identificación mediante la comparación diferencial de estas últimas con las otras especies del género.

Para corroborar la determinación a especie, se recurrió a la revisión de colecciones entomológicas de referencia existentes en el Colegio de Postgraduados y de la Dirección General de Sanidad Vegetal.

Los especímenes analizados fueron machos, se empleó un individuo por cada una de las series colectadas, esto se llevó a cabo, debido a que los machos muestran características taxonómicas más diversificadas que las hembras (Barrientos et. al., 1992; Pfadt, 1994), además de que la heterogeneidad en tamaño, forma y coloración de ambos sexos de la misma especie dificulta la identificación precisa (Bruner et. al., 1900; Márquez, op. cit.; Cueva-Del Castillo, 1994). Las estructuras genitales analizadas fueron el epifalo y el aedeago (fig. 12), Se realizaron dibujos esquemáticos del chapulín , con vistas dorsal y lateral del cuerpo y de los genitales para la diagnosis (figs. 5, 6 y 12)

También, para el análisis de resultados, la información fué recopilada en una base de datos con el formato Paradox 40, donde se organizó en los siguientes campos: Serie y número, orden, familia, subfamilia, tribu, género, especie, autor, año, país, estado, localidad, municipio, fecha de colecta, altitud, colector, planta hospedera, familia/hospedera, nombre común, género y especie del hospedante, organismo huésped/presa, familia/huésped/presa, familia del hospedero, datos ecológicos/taxonómicos,

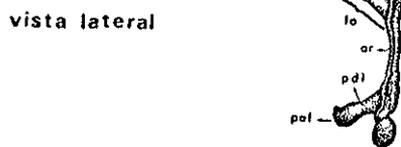
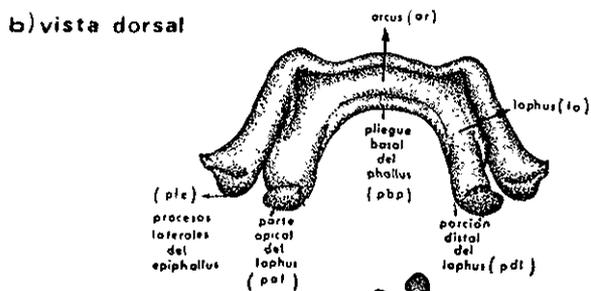
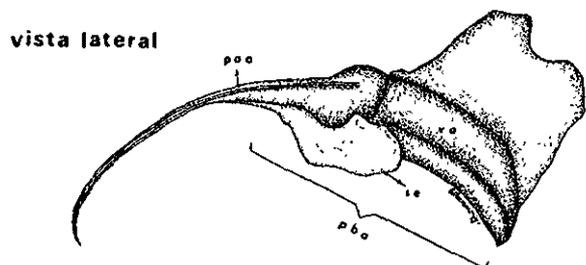
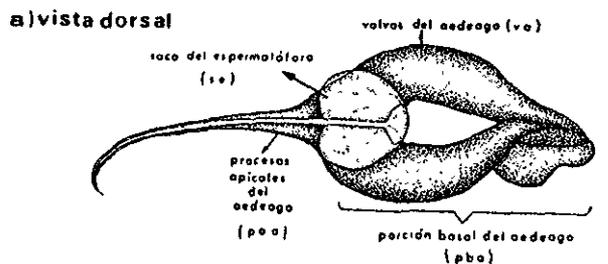


Figura 12. Aedeago (a) y epifalo (b) del macho adulto de *Sphenarium purpurascens*
(Charpentier) (aumento 15 X)

determinador, No. de individuos, tipos, préstamo, envío para identificación, colección, año de catalogación, cita bibliográfica, descripción del área, método de colecta, descripción hospedero, observaciones 1, observaciones 2 y descripción de especímenes.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4. 1. Identificación del chapulín.

La especie identificada en éste trabajo, fué *Sphenarium purpurascens* (Charpentier 1841-45) conocida generalmente como "chapulín de la milpa", ya que a éste insecto se le asocia con la fenología del maíz (Serrano y Ramos, 1989); se optó por hacer la corroboración de la especie, porque se tiene antecedente de que además de *S. purpurascens*, también se reporta *S. histrio* (Gerstaekcer, 1873) (García, 1996). Aunque se observaron algunas diferencias en los genitales con respecto a los esquemas presentados por Márquez (idem.), el patrón morfológico, en general, es similar, por lo que se concluyó que el diagnóstico de la especie es *Sphenarium purpurascens* (fig 12).

Cuadro 5. CALENDOGRAMA

Viaje	Fecha de colecta	No. de localidad / mun.	Municipio	No. de colectas / municipio
1	24 / 04 / 96	1	Tepexpan	1*
2	25 / 04 / 96	2	Tecamac	2*
2	25 / 04 / 96	1	Zumpango	1*
3	03 / 05 / 96	1	Tezoyuca	1*
3	03 / 05 / 96	1	Chiautla	1*
3	03 / 05 / 96	1	Papalotla	2*
3	03 / 05 / 96	1	Tepetlaoxtoc	1*
4	09 / 05 / 96	2	Texcoco	1. 1*
4	09 / 05 / 96	1	Chiconcuac	1*
5	02 / 06 / 96	1	Chucoloapan	1
5	02 / 06 / 96	2	Ixtapaluca	2
6	14 / 06 / 96	1	Nopaltepec	1
7	18 / 07 / 96	2	Chimalhuacán	2*
7	18 / 07 / 96	2	Texcoco	2*
8	30 / 08 / 96	2	Texcoco	2
9	16 / 10 / 96	7	Texcoco	6, 1*
10	18 / 10 / 96	1	Texcoco	1
10	18 / 10 / 96	2	Tecamac	2
10	18 / 10 / 96	1	Tequixquiac	1
10	18 / 10 / 96	1	Apaxco	1
10	18 / 10 / 96	1	Ecatepec	1
10	18 / 10 / 96	1	Zumpango	1
11	25 / 10 / 96	1	Sn. Martín de las Pirámides	1
11	25 / 10 / 96	1	Axapusco	1

11	25 / 10 / 96	1	Otumba	1*
12	30 / 10 / 96	5	Texcoco	1,4*
12	30 / 10 / 96	1	Tepetlaoxtoc	1*
13	07 / 11 / 96	1	Tepetlaoxtoc	2*
14	08 / 11 / 96	2	Ixtapaluca	2*
15	15 / 11 / 96	2	Zumpango	3
15	15 / 11 / 96	1	Teoloyucan	1
15	15 / 11 / 96	1	Tepotzotlán	1
15	15 / 11 / 96	1	Huehuetoca	2
15	15 / 11 / 96	1	Coyotepec	1*
16	03 / 12 / 96	1	Temascalapa	1
17	17 / 01 / 97	1	Texcoco	1*
18	18 / 01 / 97	1	Texcoco	1*
19	19 / 01 / 97	1	Texcoco	1*
20	04 / 03 / 97	1	Chicoloapan	1*
20	04 / 03 / 97	2	Ixtapaluca	2*
21	26 / 03 / 97	1	Texcoco	1*
21	26 / 03 / 97	1	Ecatepec	1*
21	26 / 03 / 97	3	Chiautla	3*
21	26 / 03 / 97	1	Tezoyuca	1*
21	26 / 03 / 97	2	Tecamac	2*
22	17 / 04 / 97	3	Otumba	3*
22	17 / 04 / 97	4	Tepetlaoxtoc	4
22	17 / 04 / 97	4	Axapusco	4*
22	17 / 04 / 97	2	Nopaltepec	2*
23	02 / 05 / 97	1	Huehuetoca	2*
23	02 / 05 / 97	1	Apaxco	1*
24	03 / 05 / 97	3	Tecamac	3*
24	03 / 05 / 97	2	Zumpango	2*
24	03 / 05 / 97	1	Huehuetoca	1*
24	03 / 05 / 97	3	Apaxco	3*
24	03 / 05 / 97	1	Tequexquiac	1*
25	29 / 05 / 97	4	Nicolás Romero	4*
25	29 / 05 / 97	1	Villa del Carbón	1*
25	29 / 05 / 97	6	Chapa de Mota	6*
25	29 / 05 / 97	10	Jilotepec	10*
25	29 / 05 / 97	1	Soyaniquilpan	1*
25	29 / 05 / 97	1	Timilpan	1*
26	18 / 06 / 97	1	Nopaltepec	1
26	18 / 06 / 97	1	Axapusco	1
26	18 / 06 / 97	1	San Martín de las Pirámides	1
26	18 / 06 / 97	1	Otumba	1
26	18 / 06 / 97	1	Teotihuacán	1
26	18 / 06 / 97	1	Acolman	1
27	19 / 06 / 97	2	Otumba	2
27	19 / 06 / 97	1	Axapusco	1
27	19 / 06 / 97	1	San Martín de las Pirámides	1
28	20 / 06 / 97	2	Nopaltepec	2
28	20 / 06 / 97	1	Axapusco	1*
28	20 / 06 / 97	1	San Martín de las Pirámides	1*

29	27 / 06 / 97	1	Jilotepec	1
30	17 / 07 / 97	1	Otzolotepec	1*
30	17 / 07 / 97	1	Huixquilucan	3
30	17 / 07 / 97	1	Temoaya	1*
30	17 / 07 / 97	1	Toluca	1*
31	18 / 07 / 97	1	Zumpango	2
31	18 / 07 / 97	1	Ecatepec	1
31	18 / 07 / 97	1	Atenco (San Salvador)	1
32	24 / 07 / 97	1	Coacalco	1
32	24 / 07 / 97	1	Cuautlán	1
32	24 / 07 / 97	1	Cuautlán Izcalli	1
32	24 / 07 / 97	1	Atizapán de Zaragoza	1
32	24 / 07 / 97	1	Tultepec	1*
32	24 / 07 / 97	1	Melchor Ocampo	1*
32	24 / 07 / 97	1	Tultitlán	1*
33	29 / 09 / 97	1	Chumalhuacán	1
33	29 / 09 / 97	2	Ixtapaluca	2
33	29 / 09 / 97	2	Chalco	2*
33	29 / 09 / 97	1	La Paz	1
34	12 / 11 / 97	1	Tecamac	1
34	12 / 11 / 97	1	Temascalapa	1
34	12 / 11 / 97	1	Zumpango	1
35	13 / 11 / 97	2	Texcoco	2
36	14 / 11 / 97	3	Texcoco	3
	TOTAL	160		167

* No se encontró a *S. purpurascens*.

4. 2. Distribución geográfica y altitudinal de *Sphenarium purpurascens*

La distribución geográfica se muestra en la figura 13, se realizaron un total de 167 colectas de las cuales, en 60 de estas (50 localidades en 28 municipios), *Sphenarium purpurascens* estuvo presente; la figura 14 (a) , señala que el chapulín presenta una marcada tendencia a desarrollarse en áreas agrícolas, y que dentro de este ámbito, el mayor registro de colectas (46) correspondió a zonas de temporal (en 43 localidades de 21 municipios, donde el municipio de Texcoco posee el mayor número de localidades muestreadas con 13), evidenciándose por las altas infestaciones del insecto detectadas bajo esas condiciones, como por ejemplo en Santo Tomás (Tepetlaoxtoc), San Juan Tezontla (Texcoco) e Ixtlahuaca de Cuauhtémoc (Temascalapa); la figura 14 (b), indica que *S. purpurascens* estuvo con mucha frecuencia en plantas silvestres, y esto fué observado principalmente en sitios adyacentes a los lotes cultivados como bordos y/o canales de riego (Coacalco de Berriozábal, Coacalco, San Juan Zitlaltépec y Laguna de Zumpango, Zumpango).

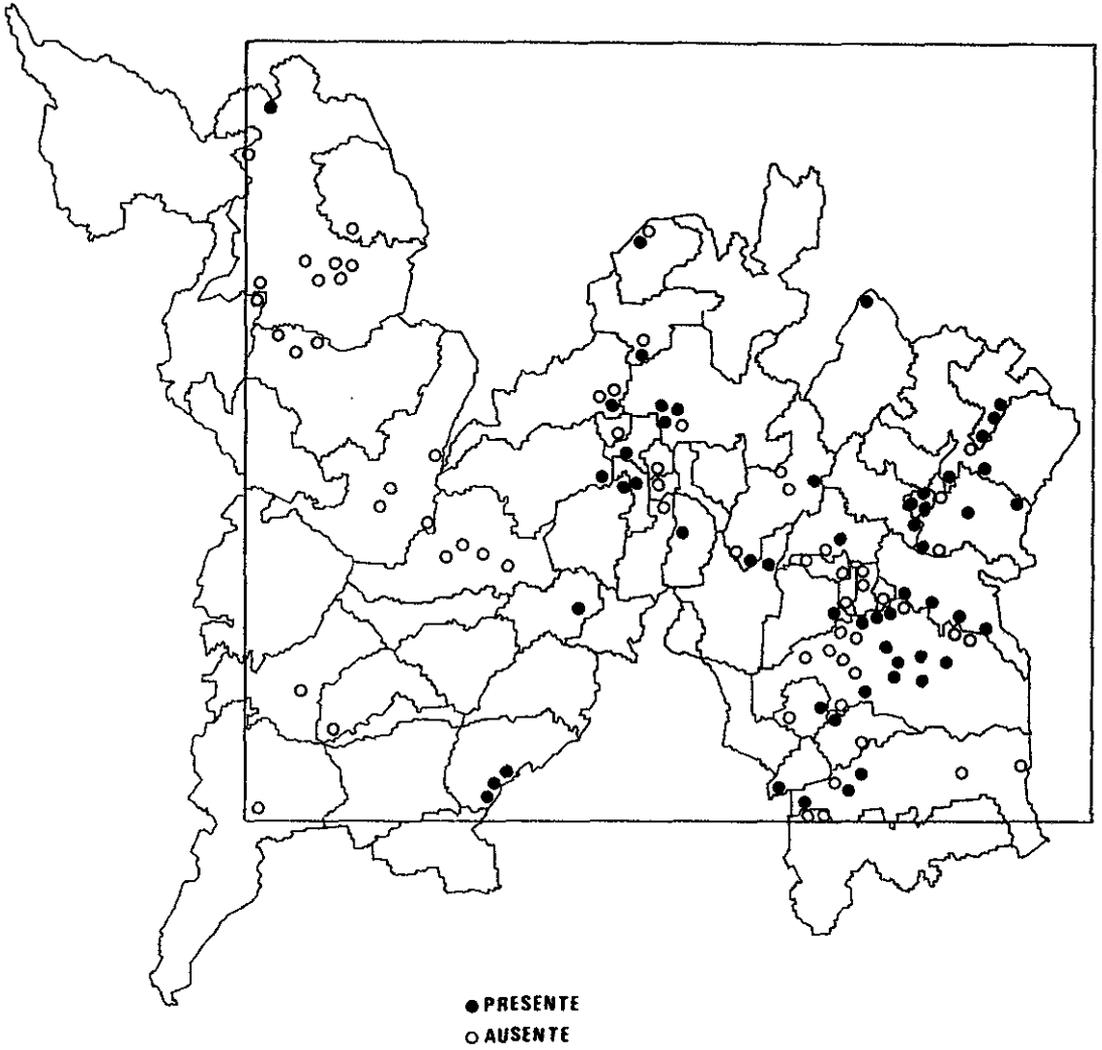
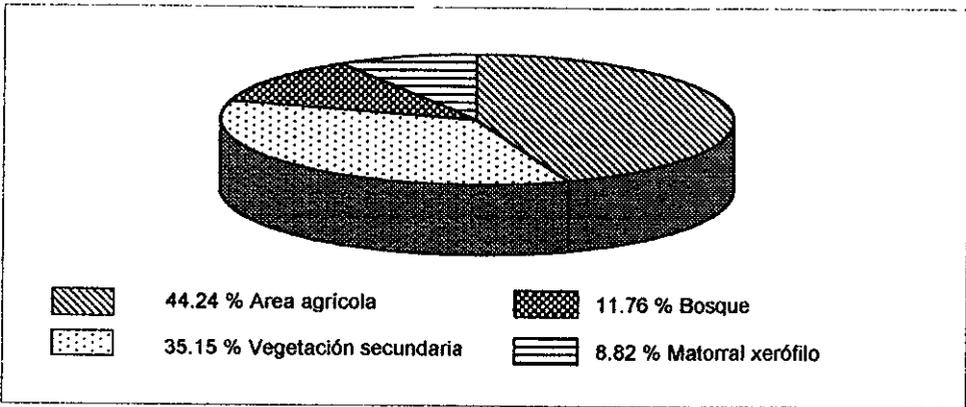


Figura 13. Distribución geográfica de *Sphenarium purpurascens* en la zona noreste del Estado de México

a



b

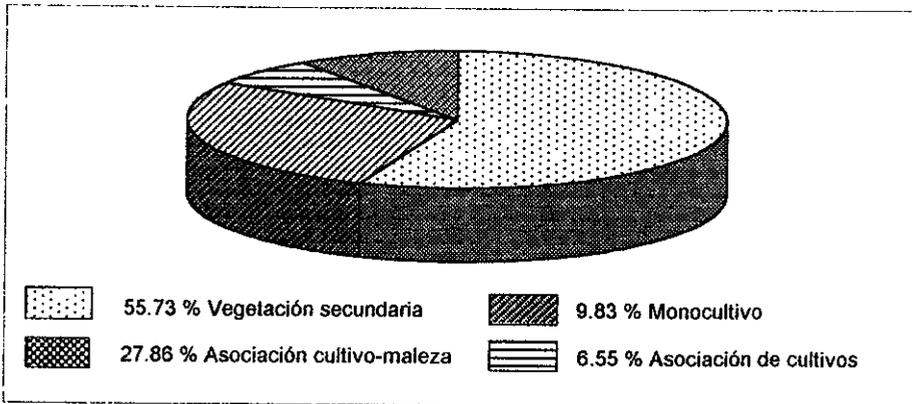


Figura 14. Asociación de *Sphenarium purpurascens* con los diferentes tipos de vegetación (a) y estratos agrícolas (b) localizados en la región noreste del Estado de México.

En este estudio, se pudo apreciar también que otras zonas cultivadas (Huixquilucan , San Mateo Ixtacalco, Bosques de la Magdalena), se encontraban invadidas por malezas ("gigantón", "acahual amarillo", "acahual blanco", "flor de nabo", "chayotillo") que comúnmente ocupan los cultivos de maíz, avena, frijol, calabaza, haba y alfalfa, en estas condiciones, se apreció que el chapulín se distribuía en toda la extensión del cultivo enmalezado. Otro aspecto a considerar es que en sitios donde se hallaron grandes densidades de población, ésta tendió a dispersarse tanto en la vegetación silvestre adyacente a los cultivos, como dentro de los mismos, estuvieran, o no, cubiertos de maleza (Tequesquínahuac, Texcoco; La Nopalera II, Ecatepec; San Jerónimo Xonacahuacán , Tecamac).

Las causas probables que involucran este comportamiento en cuanto a su distribución son: características del hábitat, heterogeneidad del microclima, topografía, suelo y profundidad del mismo, distribución diferencial tanto de plantas como de animales (Cano-Santana, 1994); la heterogeneidad del suelo, afecta en gran manera las propiedades físicas (tamaño, dureza y grosor de las hojas, pubescencias, espinas) y químicas (contenido nutricional y de agua, metabolitos secundarios) de la vegetación, lo que condicionará la selectividad y preferencia hacia éstas por parte de los chapulines (Mendoza et. al., op. cit.).

Otros factores que determinan el fenómeno son las condiciones fisiológicas del chapulín (estado de hidratación, hambre), etapa biológica (ninfas, adultos, hembras gestantes, transición entre el último periodo ninfal a la adulta) y adaptaciones fisiológicas (optimización del balance de nutrientes, dilución de metabolitos, quiescencia) (Mendoza et. al., op. cit.), que en conjunción con los rasgos ambientales rigen la conducta distributiva del chapulín.

Por último, es importante mencionar, las modificaciones que las actividades del hombre han ejercido en los ecosistemas (ej.: acondicionamiento de áreas para cultivos), de ésta manera, el hombre mismo fomenta el desarrollo de comunidades bióticas diferentes que reemplazan a las nativas, (incluso al grado de eliminarlas por completo), representando así, las formas biológicas dominantes, manifestándose en su gran diversidad y distribución dentro de estos ambientes antropogénicos (creados por el hombre) (Rzedowski, 1981), este es el caso del chapulín *S. purpurascens*, que junto a sus plantas hospedantes, se ubican en áreas dedicadas a la agricultura dentro de la zona de estudio.

Las localidades y municipios donde se localizó a esta especie de chapulín se enlistan a continuación:

ACOLMAN:

Acolman de Nezahualcóyotl, 2250 m.s.n.m., 18/06/97, s/ "gigantón", "acahual amarillo", "maravilla", "malva", col. Anaya-Navarro, área agrícola de riego

APAXCO:

Santa María Apaxco, 2180 m.s.n.m., 18/10/96, s/ alfalfa, maíz, "acahual blanco", *Solanum sp.*, *Phytolacca sp.*, col. Anaya-Navarro, área agrícola de riego

ATENCO:

San Salvador Atenco, 2240 m.s.n.m., 18/07/97, s/ "gigantón", "acahual amarillo", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

ATIZAPAN DE ZARAGOZA:

Cd. López Mateos, 2280 m.s.n.m., 24/07/97, s/ "gigantón", "acahual amarillo", "acahual blanco", "escobilla", "pirúl", "huizache", col. Anaya-Navarro, lote baldío (zona urbana)

AXAPUSCO:

Axapusco, 6 km. de Santiago Tolman, 2350 m.s.n.m., 25/10/96, s/ frijol, maíz, "acahual amarillo", "acahual blanco", cactáceas, col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal; 19/06/97, s/ maíz, "acahual amarillo", "manto de virgen", col. Anaya, área agrícola de temporal

Xala, 2350 m.s.n.m., 18/06/97, s/ maíz, "acahual amarillo", "escobilla", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

COACALCO:

Coacalco de Berriozábal, 2260 m.s.n.m., 24/07/97, s/ "amargosa", "gigantón", "acahual amarillo", "diente de león", "duraznillo", "toloache", *Physalis sp.*, "pirúl" y pastos, col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

CUAUTITLAN:

San Mateo Ixtacalco, 2240 m.s.n.m., 24/07/97, s/ calabaza, col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

CUAUTITLAN IZCALLI:

San Mateo Ixtacalco, 2240 m.s.n.m., 24/07/97, s/ "acahual amarillo", "diente de león", pastos, col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

CHICOLOAPAN:

San Vicente Chicoloapan, 2230 m.s.n.m., 02/06/96, s/ pastos, col. Anaya-Kumul, área agrícola de riego

CHIMALHUACAN:

Chimalhuacán, 2240 m.s.n.m., 25/09/97, s/ alfalfa, "gigantón", "acahual amarillo", "acahual blanco", col. Anaya-Navarro, área agrícola de riego

ECATEPEC:

La Nopalera II, 2300 m.s.n.m., 18/10/96, s/ maíz, "gigantón", "mirasol", "acahual amarillo", "acahual blanco", col. Anaya-Navarro; 18/07/97, s/ "gigantón", "acahual amarillo", "acahual blanco", "flor de nabo", "nabo cimarrón", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

HUEHUETOCA:

Ex- hacienda de Xalpa (2), 2260 m.s.n.m., 15/11/96, s/ avena, "gigantón", "acahual amarillo", "acahual blanco", col. Anaya-Navarro, área agrícola de riego

HUIXQUILUCAN:

Huixquilucan (3), 2680 m.s.n.m., 17/07/97, s/ haba, maíz, frijol, "acahual amarillo", "acahual blanco", "nabo cimarrón", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

EXTAPALUCA:

San Francisco Acuautla, 2242 m.s.n.m., 02/06/96, s/ maíz (rastrojo), col. Anaya-Kumul, área agrícola de riego

Ixtapaluca, 2242 m.s.n.m., 02/06/96, s/ alfalfa, col. Anaya-Kumul, área agrícola de riego

El Capulín, col. Loma bonita, 2300 m.s.n.m., 25/09/97, s/ avena, "gigantón", "acahual amarillo", col. Anaya-Beristáin, área agrícola de temporal

JILOTEPEC:

Acaxuchitlán, 2440 m.s.n.m., 27/06/97, s/ maíz, avena, col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

LA PAZ:

Bosques de La Magdalena, 2280 m.s.n.m., 25/09/97, s/ avena, "acahual amarillo", "acahual blanco", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

NOPALTEPEC:

Nopaltepec, 2450 m.s.n.m., 14/06/96, s/ "maravilla", col. Anaya-Beristáin, ; 20/06/97, s/ "acahual amarillo", "nopal", "maguey", col. Anaya, área agrícola de temporal,

San Miguel Omietuxco, 2450 m.s.n.m., 18/06/97, s/ "acahual amarillo", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

Tilamapa, 2450 m.s.n.m., 20/06/97, s/ maíz, "pericón", "acahual amarillo", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

OTUMBA:

Belén, 2400 m.s.n.m., 18/06/97, s/ "gigantón", "acahual amarillo", "acahual blanco ", "estafiate", "amargosa", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

Otumba de Gómez Farías, 2360 m.s.n.m., 19/06/97, s/ "acahual amarillo", "gigantón", col. Anaya, área agrícola de temporal

Jaltepec, 2420 m.s.n.m., 19/06/97, s/ "acahual amarillo", "pericón", "manto de virgen", col. Anaya, área agrícola de temporal

SAN MARTIN DE LAS PIRAMIDES:

San Martín de las Pirámides, 2300 m.s.n.m. , 25/10/96, s/ alfalfa ,maíz, col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

San Francisco Mazapa, 2400 m.s.n.m., 18/06/97, s/ "acahual amarillo", "gigantón", "maravilla", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

San Antonio, 2360 m.s.n.m., 19/06/97, s/"acahual amarillo","pirúl","nopal","maguey", col. Anaya, área agrícola de temporal

TECAMAC:

Santa María Ozumbilla, 100m. del panteón municipal, 2300 m.s.n.m., 18/10/96, s/ pastos, col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

San Jerónimo Xonacahuacán, 2260 m.s.n.m., 18/10/96, s/ maíz, cebada, "chayotillo", "acahual amarillo", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

TEMASCALAPA:

Ixtlahuaca de Cuauthémoc (San Mateo), 2350 m.s.n.m., 03/12/96, s/ maíz, avena, col. Anaya-Navarro; 12/11/97, s/ avena, pastos, área agrícola de temporal

TEOTIHUACAN:

San Sebastián Xolalpan, 2400 m.s.n.m., 18/06/97, s/ "gigantón","acahual amarillo","acahual blanco", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

TEOLOYUCAN:

Teoloyucan, 2270 m.s.n.m., 15/11/96, s/ maíz,"gigantón", "amargosa", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

TEPETLAOXTOC:

Totolapan, 2300 m.s.n.m., 17/04/97, s/ maíz (rastrojo), "acahual amarillo", "verbena", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

San Pedro Chiantzingo, 2300 m.s.n.m., 17/04/97, s/ pastos, "maguey", "nopal", "pericón", col. Anaya-Navarro, área de pastizal (zona de reforestación con eucalipto)

San Juan Amanalco, 2300 m.s.n.m., 17/04/97, "jarilla", "nopal", "maguey", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

Santo Tomás, 2300 m.s.n.m., 17/04/97, s/ pastos, "pericón", "acahual amarillo", "estafiate", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal (Iomerío)

TEPOTZOTLAN:

Tepotzotlán, 2300 m.s.n.m., 15/11/96, s/ maíz (rastrojo), "gigantón", "acahual amarillo", "acahual blanco", "nopal", "maguey", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

TEQUIXQUIAC:

Rancho "El jacal", 2200 m.s.n.m., 18/06/96, s/ maíz, "acahual amarillo", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

TEXCOCO:

El Batán, 2,250 m.s.n.m., 09/ 05/ 96, s/ alfalfa, col. Anaya-Beristáin, área agrícola de riego; 16/10/ 96, col. Anaya-Navarro

San Juan Tezontla, 2,250 m.s.n.m., 30/08/96, s/ frijol, col. Beristáin-Navarro, área agrícola de temporal

La Resurrección, 2250 m.s.n.m., 30/08/96, s/ alfalfa y maíz, col. Beristáin- Navarro, área agrícola de temporal

San Camilo Coatlinchán, 2700m.s.n.m., 16/10/96, s/ pastos, "gigantón", "acahual amarillo", "acahual blanco", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

1Km. de Tequesquináhuac, camino a San Pablo Ixayoc, 2410 m.s.n.m., 16/10/96, s/ calabaza, "acahual amarillo", "acahual blanco", "mirasol", "chayotillo" y pastos, col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

1Km. de San Dieguito, camino a Molino de Flores, 2320 m.s.n.m., 16/10/96, s/ pastos, "acahual amarillo", "acahual blanco", "mirasol", "flor de nabo", "nabo cimarrón", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

San Pablo Ixayoc (cañada), 2700m.s.n.m., 16/10/96, s/ "acahual blanco", "mirasol", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal (vestigio de bosque de encino),

Cerro Tezcutzingo, 50 m. del Bañero "Tlaminca", 2400 m.s.n.m., 16 /10/ 96, s/ pastos, "acahual amarillo", "acahual blanco", "mirasol", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal (frutícola)

Tequesquináhuac, 1Km. antes de San Mateo, 2600 m.s.n.m., 18/10/96, s/ pastos, "acahual amarillo", "acahual blanco", "mirasol", "chayotillo" , col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

Santa Catarina del Monte, 2700 m.s.n.m., 30/10/96, s/ "acahual amarillo", "acahual blanco", "mirasol", "magüey", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal (bosque de cedro alterado y matorral xerófito); 13/11/97, s/ pastos, col. Beristáin

San Nicolás Tlaminca, 2250 m.s.n.m., 13/11/97, s/ pastos, col. Beristáin, área agrícola de temporal

Cerro de la Cruz, Coatlinchán, 2700 m.s.n.m., 13/11/97, s/ pastos, col. Beristáin, área agrícola de temporal

Hacienda de Tepetitlán, Coatlinchán, 2250 m.s.n.m., 13/11/97, s/ pastos, col. Beristáin, área agrícola de temporal

ZUMPANGO:

Santa María de Guadalupe, 2250 m.s.n.m., 18/10/96, s/ maíz, frijol, cebada, "acahual amarillo", "gigantón", "flor de nabo", "nabo cimarrón", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

Laguna de Zumpango, 2250 m.s.n.m., 15/11/96, s/ "acahual amarillo", "acahual blanco", "chayotillo", "duraznillo", "malva", col. Anaya-Navarro, área agrícola de temporal

San Juan Zitlaltépec, 2250 m.s.n.m., 15/11/96, s/ maíz, alfalfa, "duraznillo", col. Anaya-Navarro; 18/07/97, s/ alfalfa, col. Anaya-Navarro; 12/11/97, s/ alfalfa, col. Anaya-Navarro, área agrícola de riego

4. 2. 1. Distribución altitudinal de *S. purpurascens*

La relación altitudinal de la distribución del chapulín con el tipo de vegetación dominante en la zona de estudio ocurre de la siguiente manera este insecto se ubicó en un rango que oscila entre los 2180 y los 2700 metros sobre el nivel del mar (fig. 15), y que dentro de éste parámetro, fué encontrado en áreas perturbadas junto con los tipos de vegetación circundante como matorral xerófito, bosque de coníferas, bosque mesófilo de montaña, pastizal inducido y pastizal halófilo; esto comprueba que *Sphenarium purpurascens* tiende a desarrollarse en agroecosistemas; en particular, dentro del rango de 2180 a 2300 m.s.n.m., donde se registró el mayor número de colectas y localidades, fué encontrado éste chapulín (cuadro 5). Dicha aseveración se evidencia además por lo siguiente: se encontraron diferentes estadios

de desarrollo (ootecas, instares ninfales N1-N5, adultos), como parte de las poblaciones detectadas (rancho "El Jacal", Tequixquiac; Sta. María de Guadalupe, Zumpango); con mucha frecuencia fueron observados quietos o asentados, sobre una amplia diversidad de plantas, tanto silvestres (cercanas a lotes cultivados) como cultivadas, por lo que muy probablemente emplean a sus hospedantes como un elemento de termoregulación , ya que en horas tempranas es posible observarlos sobre el follaje (8:00 a 11:00 a.m.) y apilados a lo largo del tallo después de las 12:00 p.m., mientras que otros fueron hallados en zonas sombreadas por la misma vegetación, ya sea en las ramas que se ubican debajo de las hojas o áreas sombreadas por árboles (como "pirúl" en Acolman, cerca de Sta. Catarina); también se les encontró alimentándose de plantas silvestres y cultivadas, aunque la preferencia se inclina hacia las primeras (La Nopalera, Ecatepec; San Juan Zitlaltépec, Zumpango); finalmente, se detectaron hembras que mostraban distensión (alargamiento) del abdomen, posiblemente en estado de gravidez o etapa de ovipostura, observándose esto en cañadas, lomeríos y en los bordos o canales adyacentes a lotes sembrados.

Cuadro 6. Distribución altitudinal por rango de *S. purpurascens* en el área de estudio

RANGO ALTITUDINAL (m.s.n.m)	NUMERO DE COLECTAS / RANGO	NO DE LOCALIDADES / RANGO
2180- 2300	36	29
2301- 2400	9	9
2401-2500	8	7
2501- 2600	1	1
2601- 2700	6	4
> 2700	0	0
TOTAL	60	50

4. 3. Biología y comportamiento de *Sphenarium purpurascens*.

Aunque no se dió seguimiento completo al ciclo biológico de *Sphenarium*, se contemplaron algunos aspectos del mismo para determinar su comportamiento. Los chapulines provenían del campo, y por lo tanto se encontraron en distintos estadios (ninfas y adultos), durante su confinamiento en el laboratorio, se detectó el proceso de muda al encontrar las exuvias o cascarones del exoesqueleto dentro de las jaulas, además de observar individuos muertos con la exuvia adherida a su cuerpo, durante esta etapa el chapulín pasa por 5 instares (Serrano y Ramos, 1989; Alfaro, 1995), los individuos recién mudados tienen un aspecto frágil, con coloración más clara o pálida (verde muy tenue); la longevidad se presentó

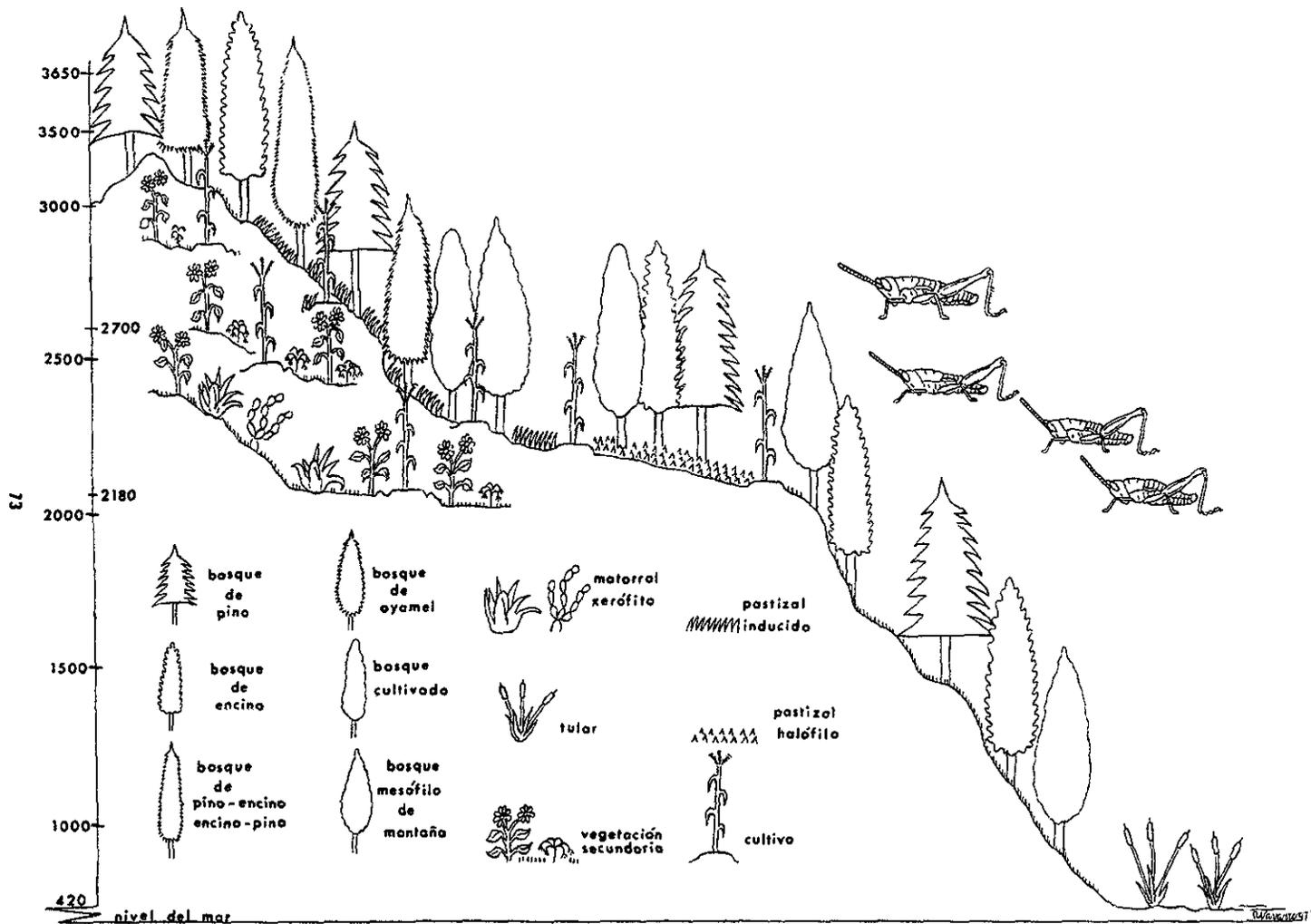


Figura 15. Distribución altitudinal de *Sphenarium purpurascens* en la zona noreste del Estado de México

con más frecuencia en las hembras, las cuales tuvieron un periodo de vida de 15 días en promedio durante su confinamiento.

4. 3. 1. Conducta de apareamiento.

Con relación a la conducta de apareamiento, pudo observarse lo siguiente: en el campo, los adultos aparecen a finales de Agosto y la etapa de cópula se detectó a mediados de Octubre, llegándose a registrar parejas en apareamiento todavía a finales de año (Ixtlahuaca de Cuauthémoc, Temascalapa; Tepotzotlán, Tepotzotlán; Ex-Hda. de Xalpa, Huehuetoca); algunas de estas parejas, se mantenían en posición de cópula, sin embargo, la unión genital no fué evidente; en varios casos, se observó que las hembras se encontraban con el abdomen contraído y evitaban ser montadas por los machos, mientras tanto, en sitios donde hubo grandes poblaciones, se manifestó una aglomeración de machos, tratando de montar a las hembras, incluso, varios machos solitarios intentaban desplazar a los que se hallaban montados sobre las hembras.

A nivel laboratorio, también pudo observarse el mismo fenómeno, ya que hubo una gran cantidad de parejas en posición de cópula, gran parte de ellas se mantuvieron en esa postura pero sin que hubiera unión de los extremos abdominales, asimismo, las hembras manifestaban la contracción del abdomen, además de mantener las patas posteriores levantadas oponiéndose a la monta del macho. Cueva-Del Castillo (1994), argumenta que esta conducta por parte de la hembra es llamada elección de pareja y se define como un tipo de selección intersexual.

En el caso de las parejas que tuvieron el contacto genital, la unión o cópula ocurrió en un periodo relativamente prolongado (4 a 5 hrs. aprox.); al respecto, Serrano y Ramos (op. cit.), mencionan que la cópula en este chapulín se realiza en un tiempo de 6 a 7 hrs. y que además, el macho copula en varias ocasiones con la misma hembra .

Por otra parte, cuando finaliza la unión genital, el macho tiende a permanecer montado sobre la hembra, incluso se alimenta estando aún sobre ella; las autoras antes mencionadas (Serrano et. al.), establecen que el macho tiene una influencia fisiológica, ya que éste permanece montado un largo tiempo sobre ella, asimismo, exponen que éste hábito responde a la necesidad de mantener el calor de sus cuerpos; en contraparte, Cueva-Del Castillo (idem.), determina que este comportamiento es motivado, en primer término, por el periodo prolongado que se suscita entre las etapas de cópula y oviposición, y en segundo lugar, como producto de la competencia entre los machos por tener acceso a hembras receptivas, se manifiesta un enfrentamiento físico por intentos de desplazamiento de machos intrusos hacia los que se encuentran sobre las hembras, esta actividad es denominada como resguardo y se interpreta como un

mecanismo de defensa empleado por el macho para asegurar la fecundación de los huevos hasta el momento en que se inicie la etapa de ovipostura.

4. 3. 2. Oviposición.

En lo referente a la conducta de oviposición, las hembras confinadas, depositaron su masa de huevecillos (ootecas) comúnmente en las orillas de las jaulas y/o peceras, mientras tanto, otras lo hicieron al interior del manojito de plantas que se les dispuso como alimento. Otras más, lo hicieron en el suelo como en ramas secas que se les proporcionó para satisfacer su hábito trepador; se pudo apreciar varios agujeros en la tierra, pero no se encontró el paquete de huevecillos u ootecas, por el contrario, en donde si fué posible observar las ootecas, fué en las orillas o esquinas, unas sobre la tierra y otras enterradas. Al respecto, Serrano et. al. (1989), comentan que las hembras buscan sitios más adecuados para la ovipostura, en especial por condiciones de humedad para proteger los huevecillos contra la desecación; con respecto a la postura, exponen que recurren a las orillas del recipiente como apoyo para facilitar la introducción del abdomen y así poder depositar su ooteca.

La explicación probable de esta conducta pudiera ser que los insectos, al percibir que no se encuentran en su medio natural, modifican su comportamiento, y aunado a lo anterior, las hembras ya gestantes y listas para la etapa de ovipostura que provenían en esas condiciones del campo, se vieron obligadas a depositar su paquete u ooteca en los lugares antes descritos. En algunos casos, se encontraron hembras muertas con el paquete de huevecillos adheridos al extremo o punta del abdomen, citando de nuevo a Serrano et.al. (idem.) argumentan que durante la oviposición, las hembras llegan a perder parte del abdomen y posteriormente mueren, pero en este caso, no hubo desprendimiento sino solo la distensión (alargamiento) del abdomen con la ooteca unida a su extremo.

En campo, éste fenómeno se observó en lotes cercanos a terrenos de cultivo como canales o bordos (Huixquilucan, Totoloapan, La Nopalera II), en particular, a final de año (Noviembre-Diciembre) y sitios con pastos de porte bajo, como lomeríos (Santo Tomás, Tepetlaoxtoc), ya que se encontraron brotes considerables de ninfas en estos lugares.

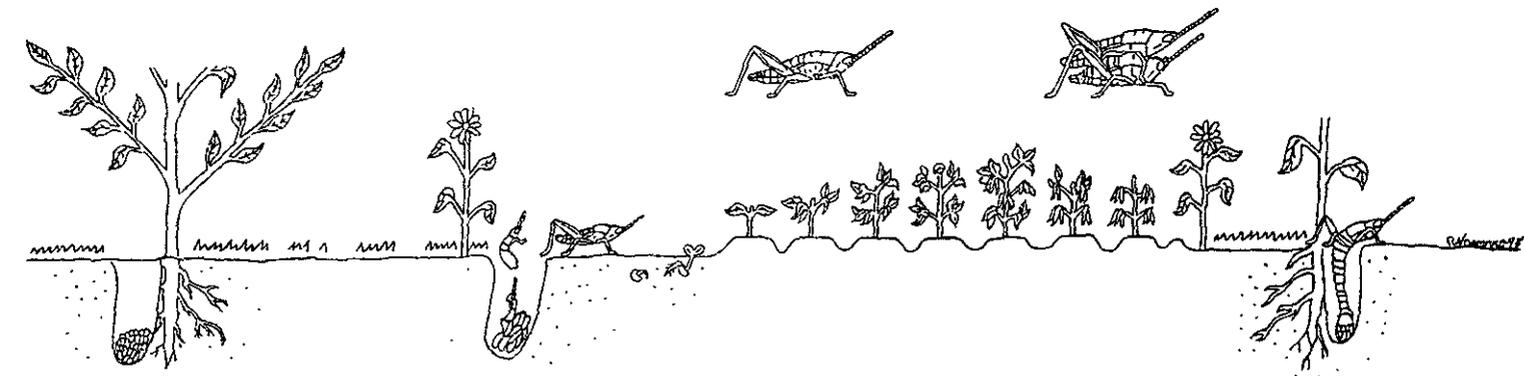
También se observó que los chapulines, mostraban cierta atracción a la luz , probablemente buscan una fuente de calor. En condiciones de campo, los chapulines estuvieron ausentes durante los días nublados y fríos, resguardándose del ambiente poco propicio para sus actividades, en algunos sitios (en la localidad de Nopaltepec, por ejemplo), se pudieron detectar ninfas aglomeradas sobre las yemas apicales de las plantas; en contraste, cuando los días eran soleados, por lo común, se les localizó sobre las plantas distribuidos de manera regular, es decir, sin aglomerarse, exponiéndose a los rayos solares (a partir de las 8:00 a. m. hasta las 12: 00 p.m. aproximadamente), esto comprueba, que son organismos que

necesitan aumentar su temperatura corporal para llevar a cabo sus actividades y que, además, manifiestan una atracción o fototropismo a la luz (Barrientos, et. al., 1992). En otros casos, se observó, que los chapulines se encontraban en sitios sombreados (ej.: debajo de árboles y arbustos con follaje denso) durante las tardes (alrededor de las 2:00 p. m. hasta las 4:00 p.m.), esto sugiere la presencia de un mecanismo de termoregulación corporal, y de como esta especie lo lleva a cabo, para mantener una actividad fisiológica apropiada (Barrientos, idem.; Mendoza, et. al., 1996).

4. 3. 3. Fenología.

Esta especie, ocurre posiblemente en periodos ciclicos, es decir, manifiesta diferencias en sus fluctuaciones poblacionales (altas y bajas), esto fué comprobado en uno de los sitios de colecta visitados (Sta. Ma. de Guadalupe, Zumpango) en donde algunos productores de la zona, argumentaron no tener infestaciones fuertes durante un periodo de 4 años hasta antes de 1996 y que en este ciclo, las poblaciones de este chapulín aumentaron de forma considerable; por otro lado, también se pudo determinar que las poblaciones de *Sphenarium purpurascens* no eran tan abundantes en áreas agrícolas de riego como las halladas en las zonas de temporal, así se apreció en algunos sitios cercanos a lotes cultivados, como es el caso de cañadas como la de San Pablo Ixayoc (Texcoco), donde las infestaciones también fueron reducidas.

Por otra parte, la variación de las poblaciones de éste chapulín, en cuanto a su densidad puede deberse a que las colectas se realizaron en distintos periodos del año en los diferentes sitios del área de estudio, las mayores poblaciones se detectaron en la época de lluvias (entre junio a septiembre), que es cuando la especie comienza a aparecer (fig. 16), en otras localidades como Sta. María Apaxco, San Martín de las Pirámides, las poblaciones de chapulín no fueron tan prolíficas dentro de la misma temporada. A finales de año (Noviembre y Diciembre), se pudo apreciar que en la mayoría de las localidades visitadas, también ocurre una disminución de la poblaciones, aunque en algunos lugares, como en las localidades de Ixtlahuaca de Cuauhtémoc (Temascalapa, 03/12/96 y 12/11/97), Ex -hda. de Xalpa (Huehuetoca) y Tepetzotlán (15/11/96) se apreció lo contrario. Las poblaciones reducidas, pudieran estar determinadas por la época en que se encuentra el chapulín , que a finales del año (Noviembre-Diciembre), atraviesa por su etapa fenológica final y, aunado a esto, las plantas hospedantes, que en su mayoría son de ciclo anual, incluyendo las especies cultivadas, también pasan por su término de vida, disminuyen así, la fuente de alimento del insecto, por lo que existe una migración de las poblaciones hacia otras zonas relativamente alejadas de los lotes cultivados en búsqueda de fuentes de alimento disponible que le permita concluir su ciclo biológico; por ejemplo en lomeríos, como se apreció en San Camilo Coatlinchán (Texcoco) o en cañadas (San Pablo Ixayoc, Texcoco). Es de esperarse entonces que estas poblaciones



VEGETACION SECUNDARIA C U L T I V O VEGETACION SECUNDARIA
 ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIEMBRE OCTUBRE NOVIEMBRE DICIEMBRE

ESTADO DE HUEVO		ESTADO NINFAL					ESTADO ADULTO	
DIAPAUSA	ECLOSION	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	COPULA	OVIPOSICION

FASE VEGETATIVA					FASE REPRODUCTIVA				
V ₀	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉

V₀=GERMINACION

V₁=EMERGENCIA

V₂=HOJAS PRIMARIAS

V₃=1er. TRIFOLIADA

V₄=2o. TRIFOLIADA

R₅=PREFLORACION (1er. botón o racimo floral)

R₆=FLORACION

R₇=FORMACION DE VAINA

R₈=LLENADO DE VAINAS

R₉=MADUREZ (COSECHA)

Figura 16. Fenología de *Sphenarium purpurascens* fuentes: ciclo biológico de *S. purpurascens* (Serrano et. al., 1989)
 fenología del cultivo de frijol (S.A.R.H., 1992)

durante su migración sufran un abatimiento de las mismas como consecuencia de la muerte ya sea por inanición de los individuos más viejos (mortalidad natural , puesto que el insecto esta en la conclusión de su ciclo) y de ninfas, estas últimas perecen por la incapacidad de alimentarse de vegetación con tejido duro (plantas en etapa de maduración), además de estar sujetos a la depredación de enemigos naturales (otros insectos , arañas, enfermedades). En la localidad de Sta. María de Guadalupe (Zumpango), en particular, la gente indica que en áreas bajas, las aves de corral juegan un papel importante en el control de éste chapulín.

En contraste, en las localidades de Ex -hda. de Xalpa , Tepetzotlán e Ixtlahuaca de Cuauhtémoc, donde todavía se observó una proliferación importante de chapulín a final de año (Noviembre-Diciembre), podrían estar relacionadas con una prolongación del ciclo biológico del insecto, como consecuencia de una probable pausa momentánea condicionada por factores ambientales desfavorables, y al momento que dichas condiciones volvieran a ser las adecuadas, el chapulín reanudaría sus actividades dentro de un periodo de tiempo mayor, evidenciándose en sus altas densidades durante esa época.

Ahora, considerando los factores biológicos propios del chapulín, estos responden completamente a las variaciones del ambiente y lo manifiestan en lo que a continuación se describe: la eclosión de los huevos, está sujeta al contenido de humedad que predomine en el suelo, si esta es la adecuada, la emergencia de las ninfas se lleva a cabo, tal como sucede cuando la temporada de lluvias aparece; por otra parte, la emergencia ninfal, se realiza de forma escalonada (El Batán, Texcoco; Huixquilucan, Huixquilucan; Coacalco, Coacalco)es decir, no todos los huevecillos eclosionan al mismo tiempo, ya que las hembras depositan sus ootecas o paquete de huevos en diferentes periodos de tiempo, lo que ocasiona el traslape de los estadios de desarrollo (ninfas y adultos) (Cano-Santana, 1994), lo que a su vez se refleja en sus fluctuaciones poblacionales. Dentro de este último aspecto, la etapa ninfal manifiesta una forma de gregarismo (agrupamiento), notándose esto en los sitios de emergencia como lomerios (Santo Tomás, Tepetlaoxtoc), bordos u orillas de áreas sembradas (San Mateo Ixtacalco, Cuautitlán) donde se apreciaron poblaciones abundantes; mientras que la etapa adulta, a pesar de presentar grandes poblaciones, estas no formaban agrupaciones densas, sino que se distribuían de manera dispersa (Axapusco, Axapusco; Tequesquináhuac, Texcoco; Santa María Ozumbilla, Tecamac).

Otro aspecto a considerar, es la probable facultad de este insecto de adaptarse a condiciones adversas del medio y esto podría manifestarse en una reducción de la fecundidad (Mendoza et. al., op. cit) o una pausa momentánea de su ciclo o *quiescencia* (Barrientos et. al., op. cit.). Junto con lo antes descrito, se indican otras posibles causas de éste fenómeno, tal es el caso de la diferencia temporal en la madurez sexual entre machos y hembras (Protandria), el patrón de coloración, que según como se manifieste,

aumenta o disminuye el grado de depredación del chapulín (Cueva-Del Castillo, 1994); por último, puesto que ésta especie se desarrolla en áreas agrícolas y tiene como hospedantes a plantas cultivadas, debe considerarse como una plaga importante (S.A.R.H., 1992; S.A.G.A.R., 1996) en el área de estudio. Por lo que a su combate se refiere, mediante varias alternativas de control, que de manera integral, se emplean para abatir las poblaciones de éste insecto, debe reconsiderarse, ya que el mismo tiene una gran importancia como una fuente de alimento (Conconi et. al., 1982), que viéndolo desde esta perspectiva, es un recurso que se aprovecha, desde épocas remotas (prehispánicas) por varias comunidades de la zona. Es así, que la acción del hombre, tiene una incidencia importante en las fluctuaciones poblacionales de *S. purpurascens*.

Se hace mención, que durante el período inicial del año, comprendido de Enero y hasta mediados de Mayo, no se detecta la especie en el área estudiada, este es un indicio de que en esta etapa, el chapulín se encuentra en estado invernante, esto corrobora lo encontrado por Serrano et. al. (op. cit.) y Alfaro (1995), quienes mencionan que *Sphenarium purpurascens*, pasa por un período invernante o diapáusico en la etapa de huevo y que esta tiene una duración de 4 meses, es por esto que se considera una especie univoltina (fig. 17)

4. 4. Hospederos.

De las hospederas en donde se encontró a *S. purpurascens* se enlistan las siguientes: el "gigantón" (*Tithonia tubaeformis* (Jacq.) Cass.), "acahual amarillo " (*Simsia amplexicaulis* (Cav.) Blake), "acahual blanco " (*Bidens pilosa* L.), "girasol morado o mirasol " (*Cosmos bipinnatus* Cav.), "confitillo" (*Parthenium hysterophorus* L.), "amargosa " (*Ambrosia artemisiaefolia* S.), "estafiate" (*Artemisa mexicana* Will.), "pericón " (*Tagetes lucida* H.B.K.), "jarilla " (*Senecio* sp.), "diente de león" (*Taraxacum officinale* Weber), "flor de nabo " (*Brassica campestris* L.), "nabo cimarrón " (*Raphanus raphanistrum* L.), "duraznillo" (*Solanum rostratum* Dun.), "toloache" (*Datura stramonium* L.), "chayotillo" (*Sicyos* sp.), "tomatillo" (*Physalis* sp.), "maravilla" (*Mirabilis jalapa* L.), "pirul" (*Schinus molle* L.), "nopal" (*Opuntia* sp.), "maguey" (*Agave* sp.), "malva" (*Malva parviflora* L.), "verbena" (*Verbena* sp.), "avena silvestre " (*Avena fatua* L.) y pastos diversos de porte bajo; sobre especies cultivadas se le encontró en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), haba (*Vicia faba* L.), tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*), calabaza (*Cucurbita pepo* L.), maíz (*Zea mays* L.) y avena (*Avena sativa* L.)

Por antecedentes bibliográficos, *Sphenarium purpurascens* está considerada como una especie de régimen alimenticio generalista o polífago (Serrano et. al., op. cit.; Mendoza y Tovar, 1996), pero manifiesta una preferencia hacia cierto tipo de vegetación (Mendoza et. al., op.cit.), en especial por

plantas de hoja ancha (Barrientos et. al., 1992) incluyendo especies cultivadas (S.A.R.H., 1992; S.A.G.A.R., 1996); desde luego, la selectividad se extiende a otro tipo de plantas, que además de ser una fuente de alimento, son usadas como sitios de asentamiento, bajo este término se entiende que realizan sus actividades de apareamiento, termoregulación y refugio (Mendoza et. al., op.cit.).

Con respecto al tipo de plantas en que se encontró al chapulín en campo (fig. 17), este insecto estuvo asociado con mayor frecuencia a especies pertenecientes a la familia de las Compuestas, le siguen como grupos en preferencia las Gramíneas, Leguminosas, Cactáceas y en orden descendente el resto de las familias indicadas. Es importante mencionar, que la mayoría de los hospederos, son especies de hoja ancha, y que gran parte de ellas aparecen cuando inicia la temporada de lluvias , además de que se desarrollan en un rango altitudinal de 2,240 a 3,000 m.s.n.m. Dichas hospederas tienen una gran distribución superficial; a las de tipo herbáceo, por lo común, se les encuentra adyacentes o invadiendo áreas cultivadas como malezas, esto sucede con el "gigantón", "acahual amarillo", "acahual blanco", "mirasol ", "diente de león", "flor de nabo" y "nabo cimarrón" en cultivos de maíz, frijol, avena, calabaza, haba y alfalfa, estas últimas, de importancia económica en el área de estudio, ya que una buena superficie se destina anualmente a su cultivo (S.A.R.H., 1992; S.A.G.A.R., 1996).

Se observó que el insecto manifestó cierta preferencia por algunas plantas, incluso dentro del mismo grupo botánico (ej.compuestas como: "gigantón", "acahual amarillo", "acahual blanco"). Esta preferencia se determina porque este tipo de plantas tiene en común un follaje carente de estructuras de protección como espinas o pubescencias o bien, estas se encuentran dispuestas de tal manera que el chapulín tenga la facilidad de masticar; algunas de ellas poseen adicionalmente una área foliar amplia ("gigantón", "chayotillo ", calabaza y frijol), su cobertura y densidad espacial es considerable (en cultivos, por las grandes extensiones que se siembran), por lo que proporcionan a esta especie una abundante fuente de alimento, la mayoría de estas plantas desarrollan su ciclo de forma simultánea, incluyendo a los cultivos, cuando se encuentran en una etapa en que las partes foliares y brotes son tiernas, son susceptibles al ataque del chapulín.

Con respecto a la vegetación de la que no se alimentó, se considera que en algunas de ellas se debe a la presencia de espinas o pubescencias que cubren a toda la planta ("duraznillo" y algunas cactáceas), esta condición dificulta el acceso al tejido foliar, aunque en otras, a pesar de poseer espinas (como el "nopal") si se pudo observar que los chapulines tenían acceso a la superficie del tejido, pero éste resultó demasiado duro para masticarlo, lo mismo pudiera decirse del "magüey"; en cuanto a los pastos, a pesar de detectar poblaciones abundantes de chapulín sobre estos, no se observó que se alimentaran de sus hojas, posiblemente el follaje de estas plantas acumulan sustancias que dan una consistencia lo

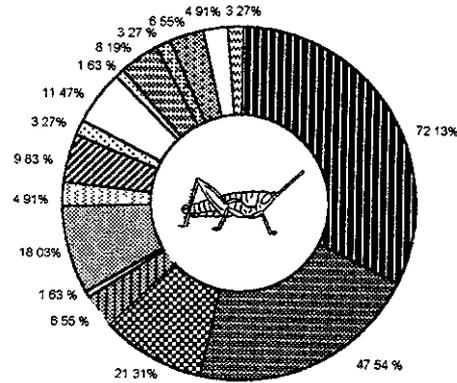


Figura 17. Grupo de hospedantes preferidas por *Sphenarium purpurascens*

suficientemente dura dificultando o deteniendo la masticación, tal como fué observado también por Mendoza et. al. (1996), quienes encontraron a *S. purpurascens* en el "zacatón" (*Muhlebergia robusta*), sin alimentarse del follaje; estos autores sugieren que las hojas de esta planta, al contener compuestos de sílice, le confieren tal dureza al tejido, que resultó en una inacceptabilidad por parte del insecto.

Continuando con el tema, las plantas elaboran algunas sustancias (metabolitos secundarios) como un mecanismo de defensa en contra del ataque de los herbívoros, dichos compuestos tienen un efecto antagónico en diferentes grados (en Mendoza et. al., op. cit.), esto, puede ser el motivo por el cual el chapulín rechazó alimentarse de la vegetación donde estuvo presente, provocando una reacción repelente o antialimentaria.

Refiriéndose ahora a las condiciones biológicas y fisiológicas del chapulín, estas pueden ser determinantes en la conducta selectiva del tipo de vegetación elegida, es de esperarse que los primeros estadios de desarrollo, tiendan a preferir plantas con tejido tierno o blando, ya que sus mandíbulas se encuentran todavía sin la consistencia suficiente para alimentarse de vegetación con tejido duro (como ninfas recién eclosionadas o mudadas); puesto que el chapulín emerge en sincronía con la aparición de las plantas hospedantes, estas presentan su tejido tierno, lo cual hace que las ninfas dispongan de alimento accesible y abundante, sin embargo, en la mayoría de las localidades de colecta, se apreció que las ninfas se alimentaban de plantas en floración como "gigantón", "acahual amarillo", "acahual blanco", que es de suponerse, los tejidos de estas hospederas tienen una consistencia más dura que si las mismas estuvieran al inicio de su fenología (en etapa vegetativa).

Mientras el ciclo biológico del chapulín sigue su curso, la selección de plantas varía, este comportamiento se verá influenciado por la etapa fenológica del insecto, y asimismo, por sus requerimientos nutricionales; así por ejemplo, los chapulines que se encuentren en el proceso entre el último estadio ninfal (N5) para pasar a la fase adulta, elegirán aquellas plantas que cubran su necesidad de compuestos energéticos, ya que serán empleados para madurar sexualmente, lo que implica un gasto de energía considerable; este mismo efecto , contempla la misma magnitud para las hembras en gestación, que además, tienen que cubrir ciertos requerimientos de proteína para la procreación, esta etapa, es de suma importancia puesto que representa la preservación de la especie (Mendoza et. al., idem.). En campo, esto no puede observarse con claridad, puesto que dentro de las poblaciones al existir individuos de diferentes etapas fenológicas, se alimentan indistintamente de sus plantas hospedantes, como pudo notarse en San Juan Zitlaltépec (Zumpango), Cerro Tezcutzingo (Texcoco) y San Jerónimo Xonacahuacán (Tecamac).

Otro aspecto a destacar, es que los individuos de una misma población, pueden manifestar diferencias en su selectividad hacia la vegetación donde se establecen, este fenómeno es originado por el traslape de las diferentes etapas fenológicas del chapulín, desde luego, esto es consecuencia de la variación temporal en la eclosión de los huevecillos (Cano-Santana, 1994; Mendoza et. al., idem.), lo que resulta en la distribución del insecto sobre un amplio número de plantas, tal como pudo observarse en varias de las localidades muestreadas, como en San Diego (Texcoco), Axapusco (Axapusco) y La Nopalera II (Ecatepec) en donde se detectaron desde los primeros estadios (N1, N2...N5), hasta adultos en cópula y hembras grávidas (etapa de oviposición).

El otro factor a considerar, es el estado fisiológico del chapulín, refiriéndose a la condición de sed y hambre por la que atraviesan, la selectividad no es llevada a cabo si estas dos condiciones prevalecen, orillando al insecto a buscar cualquier fuente disponible para saciar ambas necesidades; dentro del primer caso, si los chapulines están hidratados, rechazarán aquellas plantas que contengan una mayor cantidad de agua, por ejemplo, en cultivos recién regados, donde posiblemente esta sea la razón de que las infestaciones de *S. purpurascens* no fueran tan prolíficas en zonas de riego como El Batán (Texcoco) y Sta. María Apaxco (Apaxco), ya que al alimentarse de las plantas silvestres adyacentes a canales de riego, sacian su requerimiento de agua, por lo que al invadir el cultivo ya hidratado, existe la probabilidad de que tiendan a rechazarlo y entonces no causan daño a la especie cultivada en cuestión; por otra parte, cuando las poblaciones de chapulín son considerables y la vegetación hospedante comienza a escasear, incluyendo cultivos, estas poblaciones se ven obligadas a trasladarse hacia lugares relativamente lejanos en áreas cultivadas (lomeríos y cañadas) en busca de alimento, en este punto, la preferencia puede ser relativa, puesto que tendrán que disponer de cualquier tipo de vegetación que encuentren, este proceso, se origina porque la mayoría de las plantas hospedantes se encuentran al final de su etapa fenológica, lo mismo sucede para los cultivos, y este suceso fué evidente en los diferentes sitios de colecta dentro del área de estudio, precisamente en la temporada final del año (Noviembre-Diciembre).

V. CONCLUSIONES

La distribución geográfica del chapulín *S. purpurascens* es amplia en la siguiente zona:

Acolman, Apaxco, Atenco (San Salvador), Atizapán de Zaragoza, Axapusco, Coacalco, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Chicoloapan, Chimalhuacán, Ecatepec, Huehuetoca, Huixquilucan, Ixtapaluca, Jilotepec, La Paz, Nopaltepec, Otumba, San Martín de las Pirámides, Tecamac, Temascalapa, Teotihuacán, Teoloyucan, Tepetlaoxtoc, Tepotzotlán, Tequixquiac, Texcoco y Zumpango.

Altitudinalmente, este insecto ocurre dentro del rango entre 2180 a 2300 m.s.n.m.

Sphenarium purpurascens es una especie que tiene como hábitat zonas típicas de Agroecosistemas, y dentro de este ámbito, tiende a proliferar particularmente en zonas agrícolas de temporal con predominio del cultivo de maíz.

En este insecto, su conducta reproductiva se manifiesta en el acecho, monta y resguardo de la hembra hasta llegado el inicio de la etapa de oviposición.

Los sitios de oviposición elegidos por las hembras de *S. purpurascens* se sitúan en zonas adyacentes a lotes cultivados como bordos y/o canales de riego, cañadas y lomeríos.

Es una especie fitófila (tiende a subir y bajar de las ramas para termoregular) y presenta fototropismo positivo.

En cuanto a sus fluctuaciones poblacionales, existe la posibilidad de que éste chapulín manifieste períodos cíclicos (altas y bajas en sus densidades de población); en el estado ninfal el insecto presenta una forma de gregarismo (agrupamiento), mientras que en la etapa adulta, aunque sus niveles de población son considerables estos no forman agrupaciones densas sino que se ubican de manera dispersa.

La relación de la aparición del chapulín, con los cultivos que se siembran en el área de estudio, es consecuencia de la sincronización del ciclo biológico de este insecto y de las malezas que son sus hospedantes preferenciales, que ocurren simultáneamente con la fenología de los cultivos.

El tipo de vegetación preferente de *S. purpurascens*, es el de vegetación secundaria , dentro de este aspecto, el grupo de plantas preferidas por este insecto son, por orden de importancia, las que pertenecen a las familias Compositae, Gramineae, Cactaceae, Leguminosae y Cruciferae.

Las especies silvestres (arvenses) de mayor preferencia por el chapulín son el "gigantón", "acahual amarillo", "acahual blanco" y "chayotillo".

De los cultivos que prefiere este insecto, en orden de importancia, se encuentran el frijol, calabaza, alfalfa, maíz, haba, avena y cebada.

Puesto que los cultivos, al ser también hospedantes del chapulín, convierten a éste insecto en un problema para la agricultura, señalándose como una plaga importante en los estados de Tlaxcala, Puebla e Hidalgo (S.A.R.H., 1992; S.A.G.A.R., 1996), sin embargo, para el Estado de México y en particular, para el área de estudio, desde el punto de vista oficial, esta especie no representa aparentemente un problema de impacto económico (D.G.S.V., 1997), esta aseveración debe tomarse con reserva, ya que *S. purpurascens* se encuentra asociada con otras especies de chapulín, conformando así un complejo, cuyo impacto económico es de magnitud importante en otras regiones agrícolas del país (S.A.R.H., S.A.G.A.R., idem; Anaya et. al., 1997). Por ello es importante la planeación de estudios futuros sobre aspectos ecológicos (como dinámica poblacional, biogeografía, recurso natural, umbrales económicos) que auxilien a establecer con más acierto, el nivel de impacto que esta especie representa en el ámbito agropecuario.

VI. RECOMENDACIONES

Se hace necesario en trabajos futuros, realizar estudios más precisos sobre niveles de población de ésta especie, que auxilien en determinar el impacto económico que representa para la agricultura, con ello, dependerá que se apliquen las medidas de combate de manera integral, en forma oportuna y racional (dinámica poblacional, umbrales económicos).

Otra alternativa, es la de establecer el aprovechamiento racional de ésta especie de chapulin, como un recurso, puesto que este insecto, desde la época prehispánica hasta la actual, se ha estado empleando como una fuente de alimento.

VII. LITERATURA CITADA

Abisgold, J. D. & S. J. Simpson. 1987. The physiology of compensation by locusts for changes in dietary protein. *J. Exp. Biol.* 129: 329-346.

Albrecht, F. O. 1965. Influence du groupement, de l'état hygrométrique et de la photopériode sur la résistance au jeune de *Locusta migratoria migratorioides* (R. & F.). *Bull. Biol. Fr. Belg.* 99: 287-339.

Alfaro, Lemus A. L. 1995. Biología de *Sphenarium purpurascens*. Charp. (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE) y patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. en laboratorio, Chapingo. México. Tesis de licenciatura. Parasitología agrícola. U.A.CH. 67 p.

Anaya, R. S.; Romero. N. J.; Navarro, N. R. 1997. Diagnóstico de las especies de acridoideos (Orthoptera: Acridoidea) que conforman el complejo conocido comúnmente como "chapulín" en la región centro de México. En: Avances de investigación. IFIT. 1977. Colegio de postgraduados. Montecillos. México. p 221.

Astacio, C. O. y Landaverde, R.A. 1988. La langosta voladora o chapulín *Schistocerca piceifrons* (Walker, 1870). Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (O.I.R.S.A.) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (F.A.O.). El Salvador, C.A. 91 pp.

Astacio, C.O. 1975. Notas sobre algunos acridoideos de Nicaragua. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (O.I.R.S.A.). Departamento de Sanidad Vegetal. Managua, Nicaragua. 41 p.

Astacio, C.O. 1991. Monografía preliminar sobre *Tropidacris dux* (Drury, 1773) (Orthoptera: Romaleidae: Romaleinae) en Honduras. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (O.I.R.S.A.). División de Sanidad Vegetal. Nicaragua. 12p.

Barrientos L., L. 1990. Final report of mission on Central American Locusts (18th October 1989- 10th September 1990). F.A.O. Rome, Italy. 54 pp.

Barrientos, L. L. 1991. Orthopteros plaga de México y Centro América. The Orthopterists. Society Field Guide Project. In press.

Barrientos, L. L.; Astacio, L. O.; Poot, M. O.; Alvarez, B. F. 1992. Manual técnico sobre la langosta voladora (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker, 1870) y otros acridoideos de Centroamerica y Sureste de México. F. A.O./ O. I. R. S. A. San Salvador, El Salvador. 162 p.

Barrientos, L. L. 1993. Orthopteros plaga de Brasil. BIOTAM. vol. 5 (1). p. 37

Barrientos, L. L. 1995. El problema de langostas y saltamontes (Insecta: Orthoptera) en Latinoamérica. BIOTAM. vol. 7 (1). págs. 43-48.

Barrientos, L. L. 1995. Control biológico de langostas y saltamontes (Insecta: Orthoptera): Una alternativa viable. BIOTAM. vol 7 (1). págs. 37-42.

Bell, J. W. 1991. Searching behaviour. The Behavioural Ecology of Finding Resources. Chapman and Hall, Londres. 358 p.

Bernays, E. A. & R. F. Chapman. 1970. Food selection by *Chorthippus parallelus* (Zett) (Orthoptera: Acrididae) in the field. J. Anim. Ecol. 39: 383-394.

Bernays, E. A. y J. C. Lee. 1988. Food aversion learning in the polyphagous grasshopper *Schistocerca americana*. Physiol. Entomol., 13: 131-137

Bernays, E. A. & K. L. Brighth. 1991. Dietary mixing in grasshoppers: switching induced by nutritional imbalances in foods. Entomol. Exp. Appl. 61: 247-253

Boggs, C. I. and Gilbert, L.E. 1979. Male contribution to egg production in butterflies: evidence for transrer of nutrients at mating. Science 206: 83-84.

Bolívar, I. 1903-1909. Genera Insectorum. Orthoptera. Fam. Acridiidae. Subfam. Pyrgomorphinae. pp. 1-58.

- Borgia, G. 1985. Bower quality, number of decorations and mating success of male satin bowerbirds (*Ptilinorynchus violaceus*): an experiment analysis. *Anim. Behav.* 33: 266-271.
- Bower, W. S., T. Ohta, J. S. Cleere y P.A. Marsella. 1976. Discovery of insect antijuvenile hormones in plants. *Science.* 193: 542-547.
- Bruner, L. et. al., 1900-1909. *Biologia Centrali-Americana. Orthoptera.* Vol. II, pp. 203-209.
- Bucher, G. E. 1959. Bacteria of grasshoppers of western Canada, III. Frequency occurrence, pathogenicity. *Jour. Insect Pathol.* 1: 391-405.
- Bullen, F. T. and MacCuaig, R. D. 1969. Locusts and grasshoppers (Acridiodes) as pests of sugar cane. In: William, J. R., Metcalf, J. R. and Mungomery, R. W. (Eds.). *Pests of sugar cane.* London. Elsevier. 391-409.
- Bush, G. E. 1954. Mortalities of *Sphenarium purpurascens* Charp. (Acrididae) as related to length of exposure to some insecticides. *Journ. Econom. Entomol.* 47 (1): 98-100.
- Cabrera, A. L. & A. Willink. 1973. *Biogeografía de América Latina.* Monografías de la OEA, Serie de Biología, nro. 13, Washington, D.C.
- Cano-Santana, Z. 1994. Flujo de energía a través de *Sphenarium purpurascens* (Orthoptera: Acrididae) y productividad primaria neta aérea en una comunidad xerófila. Tesis doctoral. Centro de Ecología/ U.A.C.P. y P. del C.C.H., U.N.A.M. México. 198 p.
- Capinera, J. L. and B. E. Hibbard 1987. Bait formulations of chemical and microbial insecticides for supression of crop feeding grasshoppers. *Jour. Agric. Entomol.* 4 (4): 337-339.
- Centre for Overseas Pest Research. (C.O.P.R.). 1982. *The Locusts and grasshopper agricultural manual* London. Centre for Overseas Pest Research. 690 pp.
- Champagne, D. y E. A. Bernays. 1991. Phytosterol unsuitability as a factor mediating food aversion learning in the grasshopper *Schistocerca americana*. *Physiol. Entomol.* 16: 391-400.

- Chapman, R. F. y A. Joern. 1990. *Biology of Grasshoppers*. Jhon Wiley y Sons, Nueva York. 562 p.
- Coley, P.D. 1980. Effects of leaf and plant life history patterns on herbivory. *Nature* 284: 545-546.
- Cooke, F. and Davies, J. C. 1985. Assortative mating, mate choice and reproductive fitness in Snow Geese. In: *Mate choice* (Ed. by Patrick Bateson). Cambridge University Press, Cambridge.
- Coronado, R. y Márquez, A. 1986. *Introducción a la entomología. Morfología y taxonomía de insectos*. Edit. Limusa, México
- Crespi, B. J. 1989. Causes of assortative mating in arthropods. *Anim. Behav.* 38: 980-1000.
- Cueva-Del Castillo, R. 1994. Protandria y conducta de apareamiento en *Sphenarium purpurascens*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México. 56 p.
- Dadd, R. H. 1985. Nutrition: organism. In: *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology*. Kerkut, G.A. y L. Gilbert (eds.). Pergamon, Oxford.
- Dearn, J. M. 1990. Color Pattern Polymorphism. In: Chapman, R.F. and Joern, A. (eds.) 1990. *Biology of Grasshoppers*. Jhon Wiley y Sons, Nueva York. 562 p.
- Dominguez, R. R. 1990. Taxonomía. Protura a Homoptera, claves y diagnosis I. U.A.CH.
- van Emden, H.F. 1973. *Insect plant relationships*. Halstead Press. New York. 213.
- Endler, J. A. 1978. A predator's view of animal color patterns. *Evol. Biol.* 11: 319-393.
- Endler, J. A. 1980. Natural selection on color patterns in *Poecilia reticulata*. *Evolution* 34. 76-91.
- Esau, K. 1985. *Anatomía vegetal*. Omega, Barcelona. 779 p.
- 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.

Feeney, P. 1976. Plant apparency and chemical defense. Recent Adv. Phytochem. 10: 1-40.

Freeland, W. J. 1987. Feeding behavior of the Australian acridid *Valanga irregularis*. Entomol. exp. appl. 18: 281-289.

Gangwere, S. K. 1991. Food habits and feeding behavior of locusts and grasshoppers. V. R. Vickery Coordinator and Editor. The Orthoptensts' Society Series of Field Guides. BAE: 1-56.

García, Oviedo J.A. 1996. Contribución al conocimiento de la biotecnología de *Sphenarium histrio* Gerst. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. 60 p.

Gibson, R.W. 1971. Glandular hairs providing resistance to aphids in certain wild potato species. Annals of Applied Biology. 68: 113-119.

Greathead, D. J. 1991. Natural enemies of tropical locusts and grasshoppers: Their impact and potential as biological control agents. In : C. J. Lomer and C. Prior (eds.). Biological control of locusts and grasshoppers. C.A.B. International. p. 105-121.

Greathead, D. J. 1992. Keynote address, Biological control as a potential tool for locust and grasshopper control, 4-7. In: Lomer, C. J. and Prior, C. (eds.) Biological Control of Locusts and Grasshoppers. Proceedings of a workshop held at the international Institute of Tropical Agriculture, Cotonou, Republic of Benin, 29 April- 1 May 1991. I.I.B.C. and CAB International Institute of Tropical Agriculture (I.I.T.A.) 394 pp.

Gwynne, D. T. 1982. Mate selection by female katydids (Orthoptera: Tettigoniidae, *Conocephalus nigropleurum*). Anim. Behav. 30: 734-738

Gwynne, D.T. 1984. Courtship feeding increases female reproductive success in bushcrickets. Nature 307: 361-363.

Hamid, S. and M. Aslam. 1985. Parasitism of grasshoppers by *M. nigriscens* Dujardin (Mermitidae: Nematoda) in Pakistan. Pakistan Jour. Zool. 17 (1): 71-75.

- Hastings, J. 1989. Protandry in western cicada killer wasps (*Sphecius grandis*, Hymenoptera: Sphecidae): an empirical study of emergence time and mating opportunity. Behav. Ecol. Sociobiol. 25: 255-260.
- Henry, J. E. and E. A. Oma. 1973. Ultrastructure of replication of the grasshopper crystallines array virus in *Schistocerca americana* compared with other picornaviruses. Jour. Invert. Pathol. 21: 273-281
- Hill, L. and Taylor, H. J. 1933. Locusts in sunlight. Nature 132: 276.
- Howard, J.J. y A. E. Bernays. 1991. Effects of experience on palatability hierarchies of novel plants in the polyphagous grasshopper *Schistocerca americana*. Oecologia 87: 424-428.
- Huerta, P. A. 1993. Plagas de importancia económica. En : Bahena, J. F. (ed.). Introducción a la entomología. Soc. Mex Entom. , Puebla. p. 124-125.
- Ibáñez, H. J. L. 1993. Principales problemas fitosanitarios de Tlaxcala. Tesis profesional. U.A.C.H. México. p. 11-16.
- Ibrahim, M. M. 1974 Enviromental effects on colour variation in *Acrida pellucida* Klug. Z. Angew Entomol. 77: 133-136.
- I.N.E.G.I. 1994. Anuario Estadístico del Estado de México. 427 p.
- Joern, A. 1981. Importance of behavior and coloration in the control of body temperature by *Brachystola magna* Girard (Orthoptera: Acrididae). *Acrida* 10: 117-130.
- Jutila, J. W., J. E. Henry, J. L. Anacker and R. Brown. 1970. Some properties of a crystalline-array virus (CAV) isolated from grasshopper *Melanoplus bivittatus* (Say) (Orthoptera: Acrididae). Jour. Invert. Pathol. 15: 225-231.

Kevan, D. K., Singh, Asket; Akbar, S Syed. 1964. A Revision of the mexican Pyrgomorphidae (Orthoptera: Acridoidea) I. Genera other than *Sphenarium*. Proc. Acad. Nat. Sci. Phila., vol. 116 No.6: 231-299 pp.

Kevan, D. K., 1977. The american Pyrgomorphidae. Rev. Soc. Ent. Argentina 36: 3-28.

King, A.B.S., Saunders, J. L., 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en la América Central. O.D.A., Londres, Inglaterra. p. 5-6.

Launois, M. y M. H. Launois-Luong. 1991. The Senegalese grasshopper, *Oedaleus senegalensis* (Kraus, 1877), in West Africa. V.R. Vickery Coordinator and Editor. The Orthopterists' Society Series of Field Guides. C7E: 1-20

Lee, J. C. y A. E. Bernays. 1988. Declining acceptability of a food plant for the polyphagous grasshopper *Schistocerca americana* (Drury) (Orthoptera: Acrididae): the role of food aversion learning Physiol. Entomol. 13: 291-301

Lee, J. C. 1990. Processes involved in dietary mixing by the grasshopper *Schistocerca americana*. Ph D. Thesis. Department of Entomology. University of California.. Berkeley

Lewis, A. C.1984. Plant quality and grasshopper feeding: effect of sunflowers condition on preferences and performance in *Melanoplus defferentialis*. Ecology 65: 836-843.

Lewis, A. C. y A. E Bernays. 1985. Feeding behavior. selection of both wet and dry food for increased growth in *Schistocerca gregaria* nymphs. Entomol. exp. appl. 37: 105-112.

Liebert, T. G. y Brakefield, P. M. 1990. The genetics of colour polymorphism in the aposematic Jersey tiger Moth *Callimorpha quadripunctaria*. Heredity 64. 87-92.

Macías-García, C. 1994. Social behavior and operational sex rations in the viviparous fish *Girardinichthys multiradiatus*. C.O.P.E I.A (in press)

- Márquez, M. C. 1962. Estudio de las especies del género *Sphenarium* basado en sus genitalia (Acrididae, Orthoptera), con la descripción de una nueva especie. Ann. Inst. Biol. U.N.A.M. 33 (1-2):247-258.
- Martin, M. M. 1983. Cellulose digestion in insects. Comp. Biochem. Physiol. 75A: 313-324.
- Maugh II, T. H. 1982. Exploring plant resistance to insects. Science 216: 722-723.
- Méndez, T. D. R. 1992. Uso de sustancias y extractos vegetales como alternativa en el control del chapulín *Sphenarium purpurascens* Charpentier (Orthoptera: Acrididae) en maíz (*Zea mays* L.) en Huejotzingo, Puebla. México.
- Méndez, T. D. R. y Montoya, C. J. 1993. "Los chapulineros" colecta, preparación y consumo del chapulín *Sphenarium purpurascens* Charpentier (Orthoptera: Acrididae). En: S.A.N.D.O Z.-I.N.I.F.A.P. (eds.). XXVIII Congreso Nacional de Entomología. Puebla. p. 38-39.
- Mendoza, Paredes Claudia y Tovar, Sánchez Efraín. 1996. Ecología de forrajeo de *Sphenarium purpurascens* (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE) en la reserva del Pedregal de San Ángel, D. F. México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. U N.A.M.
- Metcalf, C. L. y Flint, W.P. 1988. Insectos destructivos e insectos útiles. Continental 10 a. impresión. México. p. 239.
- Mialma, Sánchez H. 1995. Virulencia de 4 cepas de *Metarhizium sp.* hacia *Sphenarium purpurascens* Char. (Orthoptera: Acrididae) en condiciones de laboratorio. Tesis de licenciatura. U.A.T. p. 72.
- Michel, B. and P. Prudent. 1987. (Predators and parasitoids of cotton pests in Paraguay.) Cotton et Fibres Tropicales. 42 (3): 165-177.
- Milinski, M. and Bakker, T.C.M. 1990. Female sticklebacks use male coloration in mate choice and hence avoid parasitized males. Nature 344: 330-333.
- Miller, R. J. y A. T. Miller. 1986. Insect-plant interactions. Springer-Verlag. Nueva York. 342 pp.

- Morón, M. A. y Terrón, R. A. 1988. Entomología Práctica. Instituto de Ecología A. C. 504 p.
- Morrone, J. J.; Espinoza, D. O.; Llorente, J. B. 1996. Manual de Biogeografía Histórica. U.N.A.M. 155 p.
- Mulkern, G. B. 1972. The effects of preferred foods plants of distribution and numbers of grasshoppers. In: Proceedings of the International Study Conference on the Current and Future Problems of Acridology. Hemming, C.F. y T. H. Taylor (eds.). Center for Overseas Pest Research, Londres. pp. 215-218.
- Navarro, N. R.; Anaya, R. S.; Romero, N. J. 1997. Distribución geográfica del "chapulín de la milpa" *Sphenarium purpurascens* Charpentier (Orthoptera: Pyrgomorphidae) en la región noreste del Estado de México. En: Avances de Investigación. I.F.I.T. 1997. Colegio de Post-graduados. Montecillo. México. p. 219-220.
- Nickle, W. R. 1972. A contribution to our knowledge of the *Mermitidae* (Nematoda). Jour. Nematol. 4: 113-146.
- Okay, S. 1953. Formation a green pigment and colour changes in orthoptera. Bull. Entomol. Res. 44: 299-315.
- Osawa, N. y Nishida, T. 1992. Seasonal variation in elytral colour polymorphism in *Harmonia axyridis* (The ladybird beetle): the role of non-random mating. Heredity 69: 297-307.
- Otte, Daniel. 1981. The North American Grasshoppers Vol. 1. Acrididae: Gomphocerinae and Acridinae. Harvard University Press. 13 pp.
- Parker, M. A. 1984. Local food depletion and the foraging behaviour of a specialist grasshopper *Hesperotettix viridis*. Ecology 65: 824-835.
- Pepper, J. H. y Hastings, E. 1952. The effects non solar radiation on grasshopper temperatures and activities. Ecology 33: 96-103

Pfadt, R. E. 1985. Insect Pest of Small Grains. In: Fundamentals of Applied Entomology. Pfadt, R. E. (ed.) Fourth edition. Mamillan Publishing Co. U.S.A. pp. 247-281.

Pfadt, R. E. 1994. Field guide to common western grasshoppers. Wyoming Agricultural Experiment Station. Bulletin 912. 41 pp.

Prior, C. y Greathead, D J. 1989. Biological control of locusts: the potential for the exploration of pathogens. F.A.O. Plant. Prot. Bull. 37 (1): 37-48.

Ramos, E de C. J., 1982. Los insectos como fuente de proteínas en el futuro. Ed. Limusa. 144 p.

Ramos, E. de C J., H. Bourges R: y J. M. Pino M. 1982. Valor nutritivo y calidad de la proteína de algunos insectos comestibles de México. Folia Entomológica Mexicana. (53): 111-118.

Rhoades, D. F. y R. G. Cates. 1976. Toward a general theory of plant antiherbivore chemistry. Recent Adv. Phytochem. 10: 168-213.

Rhoades, D. F. 1979. Evolution of plant chemical defence against herbivores In: Herbivores. Their Interaction with Secondary Plant Metabolites. Rosenthal, G. A. y D. H. Janzen (eds.) Academic Press, Nueva York. pp. 3-54.

Rivera, García E. 1989. Utilización de recursos alimenticios por acrididos en pastizales áridos del Bolsón de Mapimi, Durango, México. Tesis de maestría en ciencias, especialidad en entomología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 74 p.

Rojas, Ramírez Sergio R. 1994. Control del chapulín (Orthoptera: Acrididae) en maíz (*Zea mays L.*) por sonidos de alta y baja frecuencia. Tesis de licenciatura. Depto.de Ing. mecánica agrícola. U.A.CH. p.112.

Rowell, C. H. F. 1967. Corpus allatum implantation and green/brown polymorphism in three african grasshoppers. J. Insect. Physiol. 13: 1401-1412

Rzedowski, J. 1981. *Vegetación de México*. Limusa. Primera reimpresión. México. 432 p.

S.A.G.A.R. 1996. Evaluación de la campaña contra los chapulines en Tlaxcala en el ciclo P.- V. 94-95.

S.A.G.A.R. 1996. Campaña contra el chapulín.

S.A.R.H. 1992. Manual operativo para la campaña contra el chapulín.

S.A.R.H. 1992. Programa nacional de control biológico de la langosta (*Schistocerca gregaria*).

S.A.R.H. 1992. Guía fitosanitaria para el cultivo del frijol. Serie Sanidad Vegetal. sistema producto frijol. págs 2-6

Schoonhoven, L. M. 1972. Secondary plant substances. In: Structural and functional aspects of phytochemistry. Runeckles, V. C. y T. C. Tso (eds.). Rec Adv. Phytochem. 5: 197-224.

Serrano, L. G. y Ramos, E. J. 1989. Biología de *Sphenarium purpurascens* Charpentier y algunos aspectos de su comportamiento (Orthoptera: Acrididae). Ann. Inst. Biol. U.N.A.M. Ser. Zoología. 59 (2) : 139-152.

Sifuentes, A.J.A. 1978. Plagas del maíz en México, algunas consideraciones sobre su control. Folleto de divulgación No. 58 S.A.R.H.- I.N.I.A. México.

S.P.P./ I.N.E.G.I. 1981. Síntesis Geográfica del Estado de México. págs. 27-94.

Steedman, A. (ed.). 1988. Locust Handbook (2nd edn.) London Overseas Development Natural Resources Institute, vii + 180 pp.

Stevenson, J. P. 1959. Epizootiology of a disease of the desert locust, *S. gregaria* (Forsk.), caused by nonchromogenic strains of *Serratia marcescens* Bizio. Journ. Insect Pathol. 1: 232-244.

- Simpson, S. J. y J. D. Abisgold. 1985. Compensation by locusts for changes in dietary nutrients: behavioural mechanisms. *Physiol. Entomol.* 10: 443-452.
- Simpson, S. J., M. S. Simmonds y W. M. Blaney. 1988. A comparison of dietary selection behaviour in larval *Locusta migratoria* and *Spodoptera littoralis*. *Physiol. Entomol.* 13: 225-238.
- Simpson, S. J. y C. L. Simpson. 1990. The mechanisms of nutritional compensation by phytophagous insects In: *Insect-Plant Interactions*. Bernays, A. E. (ed.) vol. II C.R.C. Press, Boca Raton, Florida. pp. 11-60.
- Simpson, S. J. y P. White. 1990. Associative learning and locust feeding: evidence for a "learned hunger" for protein. *Anim. Behav.* 40: 506-513.
- Street, D. A. and M. R. McGuire. 1990. Pathogenic Diseases of Grasshoppers. In: *Biology of Grasshoppers*. Chapman, R. F. and A. Joern (eds.) Wiley-Interscience Publication. U.S.A. pp 483-516.
- Street, D.A. and J. E. Henry. 1990. Microbial control of locusts and grasshoppers in the semi-arid tropics. *Actas de la Quinta Reunión de la Sociedad de Orthopterólogos*. Boletín San. Veg Plagas. 20: 21-27. Valsain, España.
- Thornhill, R. y Alcock, J. 1983. *The evolution of insects mating systems*. Harvard University Press, Cambridge. 546 pp.
- Trivers, R. L. 1978. Parental investment and sexual selection. In: *Readings in sociobiology* (Ed. by T. H. Clutton-Brock & Paul H. Harvey). Freeman and Company, San Francisco.
- Uvarov, B. 1977. *Grasshopper and Locusts: A Handbook of General Acridology*. Vol. 2. Centre of Overseas Pest Research, Londres. 613 p.
- Villada, R.E. 1992. *La plaga del chapulín en Tlaxcala*. Folleto del Comité Estatal de Sanidad Vegetal. Tlaxcala. S.A.R.H., México.

Villavicencio, M. A., A. Juárez M., B. E. Pérez y F. Pérez M. 1990. Plumbagina y Naftoquinona de *Plumbago pulchella* Boiss (*Plumbaginaceae*) activa en Ortópteros. XXV Congreso Nal. de Entomol., Oaxaca, México. (abstract).

Villegas Y De Gante, Marina. 1979. Malezas de la Cuenca del Valle de México. Instituto de Ecología. Museo de Historia Natural de la Ciudad de México. 137 p.

Ward, P. I. 1988. Sexual dichromatism and parasitism in British and Irish freshwater fish. *Anim. Behav.* 36: 1210-1215.

Webster, J. M. and C. H. S. Tong 1984. Nematode Parasites of Orthopterans. In: *Plant and Insect Nematodes* Nickle, W. R. (ed.) New York, Dekker, U.S.A. pp 697-726.

ANEXO 1.

Cuadro A. Tiempo requerido por *Sphenarium purpurascens* Charp. para cumplir su ciclo biológico en condiciones de laboratorio (Serrano y Ramos, 1990)

ESTADO O INSTAR	TIEMPO REQUERIDO (días)
Huevo	166.0 +/- 3.0
Ninfa 1	15.5 +/- 7.1
Ninfa 2	12.5 +/- 4.7
Ninfa 3	13.9 +/- 6.3
Ninfa 4	21.0 +/- 5.1
Ninfa 5	23.5 +/- 4.8
Total del periodo ninfal	86.4 +/- 12.5
Adulto	86.4 +/- 19.8
Ciclo biológico total reportado	252.4 +/- 7.7
Ciclo biológico total real *	338.8 +/- 50.8

* Valor corregido por Alfaro (1995).

Cuadro B. Ciclo biológico de *Sphenarium purpurascens* Charp. en condiciones de laboratorio (T=25° +/- 3° C, HR=60 +/- 5 % y Fotoperiodo 12: 12, L:O¹) en Chapingo, México(Alfaro, 1995).

ESTADO	n	DURACION (DIAS)		
		MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
Huevos en periodo A ¹ *		60	60	60
Huevos en periodo B ^{**}		81	46	63.5
Periodo total del huevo	80	141	106	123.5
Ninfa 1	59	16	11	13.5
Ninfa 2	30	15	9	12
Ninfa 3	28	16	8	12
Ninfa 4	24	16	6	11
Ninfa 5	24	18	12	15
Total del periodo ninfal		81	45	63
Adulto	18	127	79	103
Ciclo total		349	230	289.5

¹ * 45 días a las condiciones indicadas más 15 días a 9° +/- 2° C.

^{**} Número de días a 25° +/- 1° C.

n Número de individuos analizados

ANEXO 2. División municipal del Estado de México (L.N.E.G.I., 1994)

Clave	Municipio	Cabecera municipal	Altitud (m.s.n.m.)
1	Acambay	Acambay	2.560
2	Acolman	Acolman de Nezahualcóyotl	2.250
3	Aculco	Aculco de Espinoza	2.450
4	Almoloya de Alquisiras	Almoloya de Alquisiras	1.960
5	Almoloya de Juárez	Almoloya de Juárez	2.600
6	Almoloya del Río	Almoloya del Río	2.600
7	Amanalco	Amanalco de Becerra	2.320
8	Amatepec	Amatepec	1.800
9	Amecameca	Amecameca de Juárez	2.480
10	Apaxco	Apaxco de Ocampo	2.180
11	Atenco	San Salvador Atenco	2.240
12	Atizapán	Santa Cruz Atizapán	2.590
13	Atizapán de Zaragoza	Cd. Adolfo López Mateos	2.280
14	Atlacomulco	Atlacomulco de Fabela	2.570
15	Atlautla	San Miguel Atlautla	2.340
16	Axapusco	Axapusco	2.350
17	Ayapango	Ayapango de Gabriel Ramos Millán	2.440
18	Calimaya	Calimaya de Díaz González	2.680
19	Capulhuac	Capulhuac de Mirafuentes	2.620
20	Coacalco	Coacalco de Berriozábal	2.260
21	Coatepec Harinas	Coatepec Harinas	2.260
22	Cocotitlán	Cocotitlán	2.280
23	Coyotepec	Coyotepec	2.300
24	Cuautilán	Cuautilán	2.240
25	Chalco	Chalco de Díaz Covarrubias	2.240
26	Chapa de Mota	Chapa de Mota	2.600
27	Chapultepec	Chapultepec	2.580
28	Chiautla	San Andrés Chiautla	2.260
29	Chicoloapan	Chicoloapan de Juárez	2.230
30	Chiconcuac	Chiconcuac de Juárez	2.240
31	Chimalhuacán	Chimalhuacán	2.240
32	Donato Guerra	Donato Guerra	2.200
33	Ecatepec	Ecatepec de Morelos	2.250
34	Ecatzingo	Ecatzingo de Hidalgo	2.440
35	Huehuetoca	Huehuetoca	2.260
36	Hueyoxtla	Hueyoxtla	2.260
37	Huixquilucan	Huixquilucan de Degollado	2.680
38	Isidro Fabela	Isidro Fabela	2.800
39	Ixtapaluca	Ixtapaluca	2.240
40	Ixtapan de la Sal	Ixtapan de la Sal	1.880
41	Ixtapan del Oro	Ixtapan del Oro	1.640
42	Ixtlahuaca	Ixtlahuaca de Rayón	2.540

43 Jalatlaco	Jalatlaco	2.720
44 Jaltenco	San Andrés Jaltenco	2.240
45 Jilotepec	Jilotepec de Molina Enriquez	2.440
46 Jilotzingo	Santa Ana Jilotzingo	2.750
47 Jiquipilco	Jiquipilco	2.750
48 Jocotitlán	Jocotitlán	2.680
49 Joquicingo	Joquicingo	2.630
50 Juchitepec	Juchitepec de Mariano Riva Palacios	2.540
51 Lerma	Lerma de Villada	2.560
52 Malinalco	Malinalco	1.740
53 Melchor Ocampo	Melchor Ocampo	2.240
54 Metepec	Metepec	2.610
55 Mexicaltzingo	Mexicaltzingo	2.590
56 Morelos	San Bartolo Morelos	2.720
57 Naucalpan	Naucalpan de Juárez	2.300
58 Nezahualcóyotl	Ciudad Nezahualcóyotl	2.210
59 Nextlalpan	Nextlalpan de Felipe Sánchez Solís	2.240
60 Nicolás Romero	Villa Nicolás Romero	2.400
61 Nopaltepec	Nopaltepec	2.450
62 Ocoyoacac	Ocoyoacac	2.580
63 Ocuilan	Ocuilan de Arteaga	2.340
64 EL Oro	El Oro de Hidalgo	2.740
65 Otumba	Otumba de Gómez Farías	2.360
66 Oztoloapan	Otzoloapan	1.380
67 Otzolotepec	Villa Cuauhtémoc	2.580
68 Ozumba	Ozumba de Alzate	2.340
69 Papalotla	Papalotla	2.260
70 La Paz	Los Reyes Acaquilpan	2.240
71 Polotitlán	Polotitlán	2.320
72 Rayón	Santa María Rayón	2.580
73 San Antonio La Isla	San Antonio la Isla	2.580
74 San Felipe del Progreso	San Felipe del Progreso	2.560
75 San Martín de las Pirámides	San Martín de las Pirámides	2.300
76 San Mateo Atenco	San Mateo Atenco	2.570
77 San Simón de Guerrero	San Simón de Guerrero	2.120
78 Santo Tomás	Nuevo Santo Tomás de los Plátanos	1.360
79 Soyaniquilpan	Soyaniquilpan (San Francisco)	2.400
80 Sultepec	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	2.300
81 Tecamac	Tecamac de Felipe Villanueva	2.260
82 Tejupilco	Tejupilco de Hidalgo	1.330
83 Temamatla	Temamatla	2.260
84 Temascalapa	Temascalapa	2.350
85 Temascalcingo	Temascalcingo	2.380
86 Temascaltepec	Temascaltepec de González	1.740
87 Temoaya	Temoaya	2.680

88	Tenancingo	Tenancingo	2 020
89	Tenango del Aire	Tenango de Tepopula	2 380
90	Tenango del Valle	Tenango de Arista	2.600
91	Teoloyucan	Teoloyucan	2.270
92	Teotihuacán	Teotihuacán de Arista	2.270
93	Tepetlaoxtoc	Tepetlaoxtoc	2.300
94	Tepetlixpa	Tepetlixpa	2.320
95	Tepotztlán	Tepotztlán	2.300
96	Tequixquiac	Santiago Tequixquiac	2.200
97	Texcaltitlán	Texcaltitlán	2 400
98	Texcalyacac	San Mateo Texcalyacac	2 590
99	Texcoco	Texcoco de Mora	2 250
100	Tezoyuca	Tezoyuca	2.250
101	Tianguistenco	Tianguistenco de Galeana	2.620
102	Timilpan	Timilpan	2.690
103	Tlalmanalco	Tlalmanalco	2.400
104	Tlalnepantla	Tlalnepantla de Baz	2 250
105	Tlatlaya	Tlatlaya	1.820
106	Toluca	Toluca de Lerdo	2.660
107	Tonatico	Tonatico	1.640
108	Tultepec	Santa María Tultepec	2.240
109	Tultitlán	Tultitlán de Mariano Escobedo	2.240
110	Valle de Bravo	Valle de Bravo	1 800
111	Villa de Allende	Villa de Allende	2 380
112	Villa del Carbón	Villa del Carbón	2.600
113	Villa Guerrero	Villa Guerrero	2.160
114	Villa Victoria	Villa Victoria	2 570
115	Xonacatlán	Xonacatlán de Vicencio	2 580
116	Zacazonapan	Zacazonapan	1 370
117	Zacualpan	Zacualpan	2.060
118	Zunacantepec	Zunacantepec	2.740
119	Zumpahuacán	Zumpahuacán	1.660
120	Zumpango	Zumpango de Ocampo	2.250
121	Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	2.280

**ANEXO 3. CAPACIDAD REPRODUCTIVA DE ALGUNAS ESPECIES DE CHAPULÍN.
(Pfadt, 1985; Serrano et. al., 1989; Barrientos et. al., 1992; Barrientos, 1993; Alfaro, 1995).**

Datos manejados como promedio.

<i>Schistocerca piceifrons piceifrons.</i> (Walker, 1870)	68	huevecillos por ooteca
<i>Melanoplus bivittatus</i>	50-150
<i>Melanoplus differentialis</i> (Thomas)	50-150
<i>Zonocerus variegatus</i>	40
<i>Sphenarium purpurascens</i> (Charpentier, 1841-45)	29-31
<i>Melanoplus femur-rubrum</i>	25-30
<i>Rhammatocerus schistocercoides</i> (Rehn, 1906)	25-30
<i>Cammilla pellucida</i>	15-25
<i>Melanoplus sanguinipes</i>	20
<i>Aulocara elliotti</i>	6-10

Anexo 4. Hoja de campo

**DIAGNOSTICO DE ESPECIES DE CHAPULIN EN LA
REGION CENTRAL DE MEXICO**

Serie y Número _____

Localidad _____

Estado _____

Municipio _____

Altitud _____

Fecha _____

Colector _____

Hora _____

Descripción del área _____

HOSPEDERO

Familia _____ **Género** _____ **Especie** _____

Descripción del hospedero _____

-OBSERVACIONES-

ANEXO 5. Diagnósis de otras especies de *Sphenarium* sp. (Orthoptera: Pyrgomorphidae)

Chapulín (*Sphenarium mexicanum* Saussure): Muy pequeño, robusto, corto, alas cortas, color verde oscuro a café (S.A.R.H., 1992).

Chapulín (*Sphenarium histrio* Gerstaecker, *Pyrgomorphidae: Pyrgomorphinae*).

Chapulín (*Sphenarium magnum* Márquez, *Pyrgomorphidae: Pyrgomorphinae*).

Adulto: Macho, tamaño enorme para el género, el pronoto tiene forma cilíndrica, pero se amplía bruscamente en su porción posterior; superficie del cuerpo brillante, coloración general café-negruzco, con franjas longitudinales amarillo verdosas y algunos parches anaranjado-rojizos. Presenta una franja amarillenta que corre desde el margen anterior del pronoto sobre la carina media, continuándose sobre el abdomen hasta la placa supra-anal; también presenta dos franjas laterales del mismo color al que tiene la media, las cuales también se inician en el pronoto y se ensanchan en los segmentos abdominales a manera de parches, notándose entre estas franjas y la media un fondo café obscuro. En el margen posterior y lateral del pronoto se nota una mancha trapezoidal rojiza que se continúa anteriormente en una franja oscura. La cabeza es café-negruzco en su parte dorsal, siendo el resto de un color amarillo-verdoso; las patas son verde-amarillento, con la articulación fémur-tibial del tercer par café-negruzco, las fémora del primero y segundo par muy robustas. Las tegmina son café-rojizas, con sus márgenes casi paralelos, ampliándose ligeramente hacia el ápice, alcanzando apenas el segundo segmento abdominal; las medidas determinadas para este espécimen son: longitud del cuerpo, 39 mm.; del pronoto, 8 mm. y de las fémoras posteriores 21 mm.

La hembra es similar en coloración y caracteres como en el macho, sólo que el tórax y primer segmento abdominal se ven más anchos; los fémora anteriores y medios son gráciles. Las medidas son. longitud del cuerpo, 39 mm.; longitud del pronoto, 9 mm. y la longitud de las fémora posteriores 20 mm.

Cabe mencionar que esta especie, es parecida en su aspecto general y coloración a *S. histrio* (Gerstaecker), pero se diferencia por su mayor tamaño y brillantez uniforme de su cuerpo (Márquez, op. cit.).

ANEXO 6. Glosario de Términos entomológicos (morfología).

Aedeagus: El órgano intromitente copulatorio de los machos, o la parte distal del falo, incluido dentro de la cápsula genital (Plato subgenital).

Area anal de la tegmina: zona posterior de la ala mesotorácica conocida como tegmina.

Area media de la tegmina: Parte media de la tegmina.

Artejo: Unidad móvil, articulada, que conforma los apéndices de un artrópodo.

Banda submarginal: Banda oscura usualmente presente en las alas posteriores de las especies de Oedipodinae (fig. 3).

Braquíptero: De alas cortas.

Carina: Elevación o quilla de la cutícula.

Cercos (cerci): Apéndices del décimo segmento abdominal, filamentosos y articulados.

Clípeo: Esclerito anterior o inferior a la frente en la cual se articula el labio.

Coxa: Segmento basal que articula la pierna al cuerpo del insecto.

Disco de la ala: Area central de la ala posterior dentro del margen o la banda submarginal.

Epiprocto: Plato dorsal triangular del onceavo segmento abdominal situado encima del ano.

Esclerosado: Endurecimiento de la cutícula derivado de la presencia de proteínas estructurales, que con frecuencia también se acompaña de un oscurecimiento o pigmentación.

Espolón: Proyección cuticular sólida, afilada y articulada, localizadas sobre todo en el ápice de las tibias.

Gena: Parte lateral de la cabeza situada por debajo de los ojos y extendida hasta la sutura gular, cerca de las piezas bucales posteriores.

Genitales (genitalia): Todas las estructuras genitales, especialmente las externas y esclerosadas, tanto de machos como de hembras.

Labio (labium): Labio inferior. Estructura oral posterior a las maxilas, derivada de la fusión de un supuesto segundo par de maxilas, en ocasiones provisto con estructuras especializadas sensoriales y palpos.

Labro (labrum): Labio superior. Estructura oral impar que cubre la base de las mandíbulas y se articula con el clípeo.

Meta-: Prefijo que alude a las estructuras situadas en el tercer segmento torácico o metatórax.

Meso-: Prefijo que alude a las estructuras situadas en el segundo segmento torácico o mesotórax.

Occipital: Referente al área posterior de la cabeza (occipucio).

Ooteca: estuche que cubre o encierra los huevos.

Ovipositor: Estructura tubular o valvada, expuesta o retraída con la cual se depositan los huevos en substratos específicos.

Palpo (palpum): Especie de antena en los insectos

Paraproctos: Par de lóbulos formados por las porciones ventro-laterales del epiprocto.

Plato subgenital: En los machos, el plato ventral terminal debajo de los genitales (fig.)

Postgena: Partes laterales del arco occipital de la cabeza.

Pronoto: Superficie con forma de silla de montar del primer segmento torácico o protórax. Anteriormente se dividía con la siguiente nomenclatura: *preescutum*, *escutum*, *escutelum* y *postescutelum* (Metcalf y Flint, 1988) en la actualidad se divide solo por dos zonas: prozona (*preescutum*, *escutum*, *escutelum*) y metazona (*postescutelum*) (Pfadt, 1994).

Protórax: El segmento frontal del tórax.

Tarsos: Pequeños segmentos que componen el pie de los insectos; en los chapulines el pie está constituido por tres segmentos.

Tegmina: Ala mesotorácica más o menos esclerosada de un ortóptero u homóptero.

Tegumento: La cubierta superficial del cuerpo y sus apéndices.

Tórax: Se conforma por la unión o fusión de tres segmentos (pro- meta- mesotórax), cada uno de los cuales presenta un par de patas articuladas originalmente constituidas por cuatro artejos: la coxa, el trocánter, el fémur, la tibia, más un número variable (1 a 5) de pequeños artejos que forman la región tarsal.

Trocánter: Pequeño segmento de la pata del insecto localizada entre la coxa y el fémur.

Valvas (valvae). par de placas laterales que cubren al ovipositor.

Vena: Tubos o filamentos que fortalecen las alas de los insectos.

Vértice (vértex): La parte superior de la cabeza, situada entre la frente, el occipucio y los ojos compuestos.