



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Estructura poblacional y preferencia de oviposición de  
*Oecanthus niveus* (Orthoptera: Gryllidae) en Zapotitlán  
Salinas, Pue.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :

**B I Ó L O G A**

P R E S E N T A :

**Ariana Romero Mata**

DIRECTOR: DR. ZENÓN CANO SANTANA

2008





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Zenón Cano Santana, por sus enseñanzas y paciencia, y al Dr. Raúl Cueva del Castillo por su confianza.

A mi familia, por su apoyo y comprensión durante toda la carrera y en la realización de este proyecto.

A los biólogos Brian Urbano, Jorge López, Jonathan Romero y Raúl Barzalobre y a mi padre, por haber ayudado en la realización del trabajo de campo, ya que sin su ayuda no hubiera podido realizarlo.

A mis sinodales el Dr. Raúl Cueva del Castillo Mendoza, Dr. Efraín Tovar Sánchez, M. en C. Iván Israel Castellanos Vargas y M. en C. Armando Moisés Luis Martínez, por sus consejos y sugerencias para mejorar este trabajo.

A la Dr. Martha Martínez y al Técnico académico Ramiro Cruz Durán por la identificación de las plantas, al M. en C. Enrique Mariño por la identificación del grillo, al Biól. Marco Romero por sus asesorías técnicas y al M. en C. Marco Martínez por sus asesorías y consejos.

A mis compañeros del grupo de Ecología de artrópodos terrestres por sus consejos y críticas.

A mis amigos Abraham Monterrosas, Magaly Galván, Elba Díaz, Abigail Torres, Angela Arango, Marcela Pérez, Lizeth Serna, Yanelly Ledezma, Adriana Villegas y Viridiana Valadés por su apoyo, cariño y asesorías.

A las autoridades del Jardín Botánico Helia Bravo Hollis por las facilidades que me dieron para que pudiera realizar el muestreo en Zapotitlán Salinas, Puebla.

Este trabajo fue financiado por el proyecto PAPIIT IN216203 “Análisis del canto y la biología reproductiva del grillo de árbol *Oecanthus niveus* en dos comunidades xerófitas” a cargo del Dr. Raúl Cueva del Castillo Mendoza y el Dr. Zenón Cano Santana.

# ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	<i>i</i>
<b>I. Introducción</b> .....	1
1.1. Ecología de poblaciones.....	1
1.2. Preferencia de oviposición en insectos.....	2
1.3. Los grillos y <i>Oecanthus niveus</i> .....	3
1.4. Antecedentes.....	7
1.5. Justificación.....	9
<b>II. Objetivos e hipótesis</b> .....	11
<b>III. Material y métodos</b> .....	13
3.1. Área de estudio.....	13
3.2. Trabajo de campo.....	15
3.3. Estructura poblacional.....	17
3.3.1. Densidad poblacional.....	17
3.3.2. Proporción sexual.....	17
3.3.3. Estructura de edades.....	17
3.4. Dinámica poblacional.....	18
3.5. Densidad de machos.....	18
3.6. Preferencia de oviposición.....	19
3.7. Historia natural.....	20
3.8. Hábitat.....	21
3.8.1. Caracterización del hábitat.....	21
3.8.2. Selección de hábitat.....	21
<b>IV. Resultados</b> .....	23
4.1. Estructura poblacional.....	23
4.1.1. Densidad poblacional.....	23
4.1.2. Proporción sexual.....	24
4.1.3. Estructura de edades.....	25
4.2. Dinámica poblacional.....	26
4.3. Densidad de machos.....	27
4.4. Preferencia de oviposición.....	29
4.5. Historia natural.....	30
4.6. Hábitat.....	33
4.6.1. Descripción del hábitat.....	33
4.6.2. Selección de hábitat.....	38
<b>V. Discusión</b> .....	40
5.1. Estructura poblacional.....	40

5.1.1. Densidad poblacional.....	40
5.1.2. Proporción sexual.....	41
5.1.3. Estructura de edades.....	42
5.2. Dinámica poblacional.....	43
5.3. Densidad de machos.....	43
5.4. Historia natural.....	44
5.5. Preferencia de oviposición y hábitat.....	45
5.5.1. Caracterización del hábitat.....	46
5.5.2. Selección de hábitat.....	46
<b>VI. Conclusiones y perspectivas de estudio.....</b>	<b>50</b>
<b>Literatura citada.....</b>	<b>53</b>

Romero-Mata, A. 2007. Estructura poblacional y preferencia de oviposición de *Oecanthus niveus* (Orthoptera: Gryllidae) en Zapotitlán Salinas, Pue. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 63 pp.

## Resumen

*Oecanthus niveus* es un grillo de color blanco marfil matizado con un poco de verde pálido, arborícola, de gran importancia en los ecosistemas porque es depredador de los insectos que se alimentan de plantas (áfidos y cóccidos), por lo que disminuye el impacto que éstos le puedan ocasionar a la planta. También es estudiado por la comunicación acústica y por su fácil adaptación a estudios de laboratorio. Con esta especie no se han realizado estudios sobre estructura poblacional, sólo se han realizado estudios enfocados al canto, historia natural y selección sexual.

En este trabajo se estudió la estructura poblacional de *Oecanthus niveus*, la preferencia de oviposición, la selección de hábitat e historia natural de esta especie en Zapotitlán Salinas, Puebla.

Se encontró que su densidad poblacional fue alta en el periodo de diciembre 2004 (21.5 individuos/ha) octubre y noviembre 2005 (21.5-52.0 ind./ha) y decreció en febrero (1.7 ind./ha); por otro lado la máxima densidad de machos adultos se registró en noviembre 2005 (134.4 ind./ha) y la mínima en agosto 2005 (37.1 ind./ha). La proporción sexual a lo largo del año fue 1:1 y los grillos de esta especie presentaron tasas altas de inmigración ( $10.3 \text{ ind ind}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ), emigración ( $5.3 \text{ ind. ind}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) e incremento ( $4.9 \text{ ind ind}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ).

Además, presentamultivoltinismo y registra cinco estadios ninfales. Las ninfas y adultos fueron abundantes en noviembre; pero en febrero disminuyeron, habitan y ovipositan sobre plantas de *Wigandia urens* (Hydrophyllaceae) y *Croton ciliatoglanduliferus* (Euphorbiaceae). También se registraron cicatrices de oviposición en *Mirabilis viscosa* (Nyctaginaceae). Sin embargo, las hembras prefieren ovipositar sobre el tallo y hojas grandes de *W. urens*; a las ninfas de los

primeros tres estadios se asentaron en las hojas jóvenes de *W. urens*, y los adultos en el envés de las hojas maduras de esta planta. Los adultos miden 1.59 cm, y son 15.9% más grandes que los registrados en otros estudios. Los depredadores registrados para esta especie en la zona fueron: arañas (*Peucetia viridans*, Oxyopidae) y una más de la familia Thomisidae, aves (*Pyrocephalus rubinus*, Tyrannidae) y chinches (Hemiptera).

Se concluye que la disponibilidad de alimento y la baja incidencia de depredadores favorecieron la alta densidad poblacional durante diciembre 2004, octubre-noviembre 2005. La densidad más alta de machos fue en noviembre, debido a las condiciones climáticas favorables. La proporción sexual no difiere del modelo 1:1, lo cual indica que ambos sexos tienen un recambio equitativo; sin embargo la proporción anual difiere significativamente del modelo 1:1 ( $\chi^2 = 6.12$ , g.l.= 1;  $P < 0.05$ ), registrándose un macho por cada 1.2 hembras. El multivoltinismo y el gran tamaño corporal que esta especie presenta en la localidad se deben a las características climáticas, latitudinales y altitudinales del sitio de estudio. Las tasas de emigración, inmigración e incremento no fueron afectadas significativamente por el mes de muestreo ( $P > 0.05$ ), lo que refleja que la entrada y salida de grillos en los sitios es constante. Las hembras en el laboratorio prefieren ovipositar sobre *W. urens* porque es una planta abundante en el sitio de estudio, además brinda alimento y protección ante los depredadores.

## I. Introducción.

### 1.1. Ecología de poblaciones.

Una población es un conjunto de individuos de una misma especie que viven en un área específica en un tiempo determinado; para poderla describir es necesario conocer su estructura y dinámica (Smith y Smith, 2001). La *estructura poblacional* se refiere a las características que describen a la población en un espacio y tiempo dado. Estas características son: a) la densidad, que es el número de individuos por unidad de área; b) el patrón de distribución espacial, que es la forma en como los individuos de la población se encuentran dispuestos en el espacio y ésta puede ser aleatoria, regular y agregada; c) la proporción sexual, se refiere al número de machos y hembras en una población, es expresada como el número de machos por cada hembra; d) la estructura de edades, que es la proporción de individuos de cada edad en un momento dado; y e) la estructura genética que se refiere a la variabilidad de alelos (Ricklefs y Miller, 2000; Smith y Smith, 2001; Schowalter, 2006). Por su parte, la *dinámica poblacional* se refiere a los cambios que ocurren dentro de una población, los cuales son descritos por medio de la fenología, las tasas de natalidad, de mortalidad, emigración e inmigración (Lincoln *et al.*, 1982; Ives, 1998).

La estructura y dinámica poblacionales de los insectos pueden ser explicadas por su historia de vida, las preferencias de oviposición y la selección

de hábitat (Schowalter, 2006). También existen factores como el clima, la competencia, el canibalismo, la territorialidad, las características del alimento (cantidad, calidad y distribución) y la disponibilidad del hábitat, los cuales intervienen en la variación temporal y espacial de una población (Huffaker *et al.*, 1984; Schowalter, 2006).

## **1.2. Preferencia de oviposición en los insectos.**

Uno de los eventos más importantes en la vida de un insecto es la selección del sitio de oviposición, ya que ésta determina en gran medida el éxito de la progenie durante las primeras etapas de vida (Castellanos-Vargas, 2001; Schenk *et al.*, 2004).

Antes de que una hembra seleccione el sitio para ovipositar, ésta lleva a cabo un proceso de selección de hábitat y otro de reconocimiento (Chapman, 1982; Rieger *et al.*, 2004). El proceso de selección de hábitat consiste en que un animal elige un lugar general en donde vivir, posteriormente selecciona un sitio específico para dejar ahí su descendencia. Éste debe brindar disponibilidad de alimento, zonas de apareamiento, protección ante las variaciones ambientales, niveles bajos de competencia, parasitismo y depredación, para maximizar la supervivencia y el éxito reproductivo de la descendencia (Orians y Wittenberger, 1991; Drickamer *et al.*, 1996; Castellanos-Vargas, 2003). El proceso de reconocimiento consta de dos fases: la primera consiste en las reacciones que tienen los insectos al ambiente; y la segunda depende de la estimulación que

reciben los órganos sensoriales (ubicados en el ovipositor, antenas y tarsos) por compuestos químicos específicos, ya que éstos son los que evalúan las cualidades idóneas que debe tener el sitio para depositar los huevos (Elzinga, 1997; Castellanos-Vargas, 2001; 2003).

En general, la preferencia de oviposición consiste en que la hembra o ambos padres eligen el sitio en el cual la hembra va a depositar su descendencia (Toy y Toy, 1992). Este sitio debe tener recursos adecuados y suficientes para que su descendencia se desarrolle y sobreviva (Castellanos-Vargas, 2001; Scheirs y De Bruyn, 2002). Por ejemplo, las hembras de los insectos herbívoros seleccionan plantas hospederas específicas o ciertas partes de plantas como sitio de crianza y reproducción que tenga los recursos necesarios para que la progenie sobreviva (Singer, 1986; Rieger *et al.*, 2004). En el caso de los insectos omnívoros, las hembras eligen plantas hospederas donde habiten presas que sean apetecibles para ellos, para asegurarse de que su progenie (en estadio ninfal y adulto) tenga el alimento necesario para sobrevivir (Coll, 1996).

### **1.3. Los grillos y *Oecanthus niveus*.**

Los grillos (Orthoptera, Ensifera: Gryllidae), que comprenden cerca de 2586 especies, son insectos terrestres ampliamente distribuidos (Walker y Masaki, 1989; Alexander y Otte, 2003). Se caracterizan por tener un cuerpo cilíndrico aplanado por el dorso y antenas largas; los órganos auditivos se localizan en la tibia delantera y las patas tienen tarsos de tres segmentos (Coronado y

Márquez, 1982). Depositán sus huevos sobre el suelo, en los tallos o ramas de las plantas y en los refugios subterráneos; presentan de cinco a doce estadios y las ninfas y adultos viven en los mismos hábitats (Alexander, 1968; Borror *et al.*, 1992).

Los grillos constituyen un buen sistema de estudio debido a que tienen una amplia distribución geográfica (Alexander y Otte, 2003); son controladores naturales de plagas de homópteros (Hogue, 1993), y considerados plagas de los cultivos y árboles frutales pues las hembras ovipositan en las ramas de éstos (Demchak, 2002) y como carnada para peces (Alexander y Otte, 2003). Por otro lado, son utilizados como modelo de estudio en experimentos de selección sexual basados en los regalos de secreción glandular, espermátóforos, protección y el sistema de comunicación acústica que producen los machos para atraer a las hembras. Los cantos revelan la condición de los machos, ya que éstos son variables y energéticamente costosos (Brown, 1999).

La subfamilia Oecanthinae contiene seis géneros, de los cuales tres están ampliamente distribuidos en América, Europa, Asia y África. Los otros tres se encuentran exclusivamente en Hawaii (Brown, 1999). El género *Oecanthus* se caracteriza por habitar en árboles, arbustos y hierbas (Fulton, 1915). Su apareamiento tiene una duración de 15 a 30 minutos y pueden presentar una generación por año con diapausa en el estado de huevo durante el invierno o épocas secas (como ocurre en las especies de la zona boreal), aunque algunas especies presentan dos generaciones al año (por ejemplo en las especies del sur

del hemisferio norte); y las especies tropicales presentan varias generaciones en el año (Fulton, 1915; Alexander, 1962; 1968; Brown, 1999). En las especies que se distribuyen en zonas templadas, los huevos eclosionan en la primavera y las ninfas se desarrollan a principios del verano y emergen como adultos a partir de la mitad del verano y principios del otoño. La época de apareamiento comienza en el otoño y dura hasta la primera helada, cuando mueren las ninfas y los adultos (Brown, 1999). Sus depredadores son los murciélagos, arañas y aves (Hogue, 1993; Burger *et al.*, 1999; Punzo, 2002). Se alimentan de áfidos, hojas, micelio, esporas de hongos, materia orgánica, huevos de arañas y cóccidos (Gloyer y Fulton, 1916; Willey y Adler, 1989; Hanks y Denno, 1993, Tooker y Hanks, 2000; Fedor y Majzlan, 2001).

*Oecanthus niveus*, es de color blanco marfil matizado, pero las hembras presentan una tonalidad verde pálido; ambos sexos tienen alas transparentes, tiene cinco estadios ninfales, los cuales miden de 3.0-12.0 mm y en estado adulto de 12.0-15.0 mm (Blatchley, 1920; Arnett, 1993). Las hembras tienen las alas cerradas rodeando su cuerpo, y un ovipositor pequeño, recto y de color negro; en tanto que los machos tienen las alas abiertas con órganos estridulatorios, con los cuales produce un canto melodioso que se escucha a principios de octubre. Ambos sexos son de hábitos predominantemente nocturnos aunque durante el día pueden registrar actividad. Se alimentan de hojas, flores, frutos jóvenes y áfidos (Blatchley, 1920; Essig, 1958; Milne, 1980). *O. niveus* se encuentra acompañado de otras especies como son: *O. angustipennis*

Fitch (en Nueva York) y *O. californicus* Saussure (en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, D.F.) y es depredado por *Peucetia viridans* Hentz (Aranae: Oxyopidae) (Blatchley, 1920; Pérez-Escobedo, 2007).

*O. niveus* se distribuye desde Ontario, Canadá hasta América Central y Cuba (Essig, 1958; Fulton, 1915). Habita en árboles como el roble rojo (*Quercus rubra* L., Fagaceae), el olmo (*Ulmus* spp., Ulmaceae), el maple (*Acer* spp., Aceraceae), arbustos como la frambuesa (*Rubus idaeus* L., Rosaceae) y la uva (*Vitis vinifera* L., Vitaceae), huertos de manzana, zonas de cultivo quemadas, valles, cascadas y en las bardas artificiales de los límites de los bosques (Fulton, 1915; 1925; Blatchley, 1920; Essig, 1958; Walker, 1962a). En el este de los Estados Unidos habita en los bosques deciduos (Walker, 1962a). En el centro de México se ha registrado sobre *Wigandia urens* (Ruiz & Pavón) Kunth (Hydrophyllaceae), (Cano-Santana y Oyama, 1994a) y en el Caribe sobre *Annona* spp. (Annonaceae) (Peña y Bennett, 1995).

En el este de Norteamérica, *O. niveus* es univoltino, mientras que en el sur es bivoltino o trivoltino (Alexander, 1968). En la parte central de Ohio, presenta al menos dos generaciones al año: la primera generación de adultos aparece a mediados de mayo y el último estadio ninfal es abundante a principios de septiembre, habiendo una generación en el otoño (Walker, 1962a). Las hembras prefieren ovipositar en árboles como el ciruelo (*Prunus domestica* L., Rosaceae), la cereza (*Prunus avium* L., Rosaceae), el nogal (*Juglans jamaicensis* C.DC., Juglandaceae), el durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch, Rosaceae), el

castaño (*Castanea sativa* Miller, Fagaceae), el hamamelis de Virginia (*Hamemilis virginiana* L., Hamamelidaceae), la manzana silvestre (*Malus domestica* Borkh, Rosaceae), los espinos (*Crataegus* sp., Rosaceae), el roble rojo (*Quercus rubra* L., Fagaceae), el maple (*Acer* spp., Aceraceae) y las lilas (*Syringa vulgaris* L., Oleaceae) (Fulton, 1915).

El proceso de oviposición consiste en que la hembra elige un sitio disponible de un árbol o arbusto, posteriormente mastica pequeño trozo de la rama y hace una agujero en el lado superior de ésta, después camina hacia adelante, arquea su abdomen y coloca el ovipositor perpendicular a la rama y comienza a moverse hacia arriba y abajo para abrir el orificio (Fulton, 1915). Después, la hembra comienza a perforar la corteza, lo cual dura entre 6 y 7 min, pero en algunos casos es más tiempo según la resistencia de la corteza. Cuando los orificios son suficientemente escariados y el ovipositor perfora, la hembra pone un poco de excremento, los huevos son depositados de uno en uno y el ovipositor es retirado lentamente (Blatchley, 1920).

#### **1.4. Antecedentes.**

Los datos que se conocen de la estructura poblacional del género *Oecanthus* son de densidad y fenología. En el norte de Colorado durante dos años de muestreo se registraron 231 juveniles y 247 adultos de *O. nigricornis quadripuctatus* Beutenmuller (Alexander y Hillard, 1969). En Savannah River Plant Reservation, se hizo un estudio para conocer qué insectos viven sobre *Erigeron*

*canadensis* L. (Asteraceae) y *Heterotheca subaxillaris* (Lamb) Britton y Rusby, (Asteraceae) y se encontró que había 98 grillos del género *Oecanthus* sobre *Erigeron canadensis* y 96 individuos sobre *Heterotheca subaxillaris* (Wiegert *et al.*, 1967). En el Bosque Memorial Hutcheson, se eligió una parcela de 1.21 ha, en la cual, se establecieron cuatro cuadros de vegetación de 1 m<sup>2</sup>; se encontraron ocho grillos sobre *Ambrosia artemisiifolia* L. (Asteraceae) (Shure, 1973). Un estudio realizado en Virginia Barrier Island en la zona de matorral, documentó la presencia de  $8.6 \pm 3.3$  grillos/m<sup>2</sup> en julio (Johnson, 1996). En todos los estudios los grillos *Oecanthus* se encontraron entre los meses de junio y agosto. El único trabajo de fenología que se conoce reportó que *Oecanthus* está presente sobre *Solidago juncea* Aiton (Asteraceae) desde agosto hasta octubre y tiende a aparecer cuando las concentraciones de áfidos son altas (Sholes, 1984).

Los trabajos que se han realizado con *O. niveus* tratan acerca del canto (Shull, 1907; Allard, 1930a, b; Walker, 1962b; Block, 1966; Walker, 1969), del ciclo de vida (Fulton, 1915; Blatchley, 1920; Alexander, 1968), del comportamiento (Fulton, 1925) y su taxonomía (Walker, 1962a; Walker y Gurney, 1967). En México sólo se ha realizado un trabajo de selección sexual y otro de estructura poblacional y selección de hábitat. El primero fue realizado por Ponce-Wainer (2007), en Zapotitlán Salinas, Puebla. La autora encontró que las hembras de esta especie ovipositan sobre *Montanoa* sp. (Asteraceae), *Mirabilis oblongifolia* (A. Gray) Heimerl (Nyctaginaceae) y *Wigandia urens* (Ruiz & Pavón) Kunth. (Hydrophyllaceae); que son atraídas por el canto de los machos

de mayor tamaño y que el canto de los machos no atrae depredadores ni parasitoides. El segundo fue realizado por Pérez-Escobedo (2007), en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) de Ciudad Universitaria, D.F., en la cual se registraron 276.3 ind./ha durante un año de muestreo. La autora encontró que los adultos están presentes todo el año; las ninfas del estadio V de marzo a octubre; las del IV de enero a septiembre; las del III de enero a agosto; las del II de enero a julio y de octubre a noviembre; y las ninfas del estadio I, de enero a junio y también en noviembre. Por último, registró que los grillos habitan sobre *Buddleia cordata* Kunth (Loganiaceae), *Eupatorium petiolare* Moc. et Sessé ex DC (Asteraceae), *Iresine celosia* L. (Amaranthaceae) y *Wigandia* (Ruiz & Pavón) Kunth. (Hydrophyllaceae).

### **1.5. Justificación.**

Este trabajo se realizó debido a que no hay antecedentes de estructura poblacional con *Oecanthus niveus*. Además forma parte de un proyecto apoyado por el Programa de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT, UNAM) IN216203 “Análisis del canto y la biología reproductiva del grillo de árbol *Oecanthus niveus* en dos comunidades xerófitas”. En el que se busca conocer la biología de *O. niveus* para interpretar la conducta de apareamiento y cómo puede influir ésta en el patrón (intensidad o frecuencia) del canto. También aportará al proyecto información de la biología de esta especie de grillo en Zapotitlán Salinas, Puebla, en donde se realizaron estudios sobre

caracterización y reconocimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos involucrados en el deterioro del ambiente árido en el sistema de Terrazas Aluviales del Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla, con el fin de proponer estrategias y acciones encaminadas para revertirlo y contribuir a la restauración ecológica, conservación de la biodiversidad y un manejo sustentable de recursos naturales.

## II. Objetivos e Hipótesis.

Este estudio pretende conocer la variación temporal que presenta la estructura poblacional de *Oecanthus niveus*; así como sus preferencias de oviposición en la región de Zapotitlán Salinas, Puebla.

Los objetivos particulares son:

1. Conocer la densidad, proporción sexual y estructura de edades de *O. niveus* a lo largo del año.
2. Determinar la talla corporal de cada uno de los estadios de desarrollo que presenta *O. niveus*.
3. Conocer las tasas instantáneas de inmigración y emigración que presenta *O. niveus* a lo largo del año.
4. Determinar los enemigos naturales de *O. niveus* en Zapotitlán Salinas.
5. Determinar los sitios que esta especie utiliza para ovipositar.

Las hipótesis planteadas en este estudio son las siguientes:

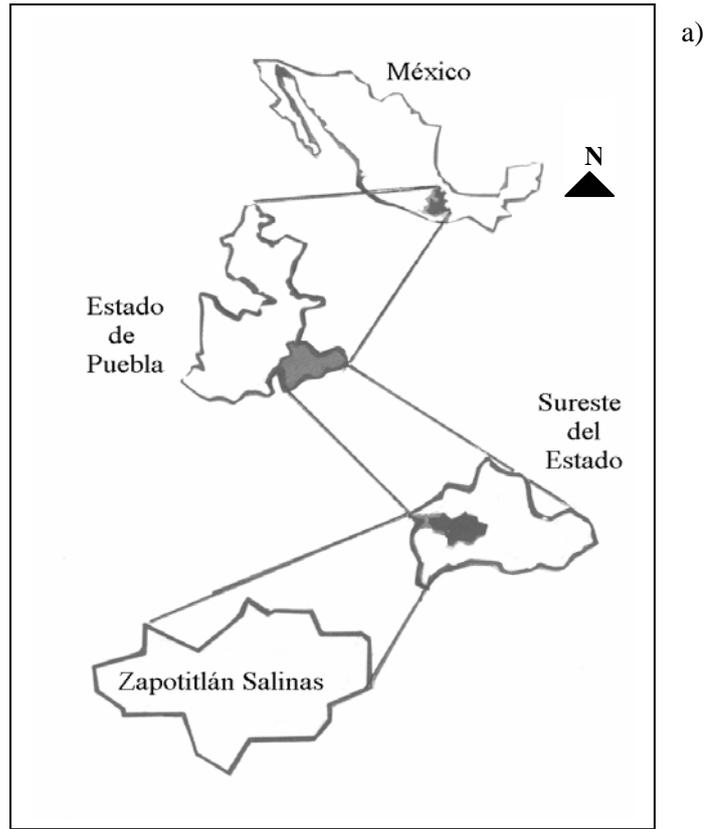
1. Se espera que las ninfas y adultos de *O. niveus* prefieran asentarse en las hojas de *Wigandia urens* porque influyen en el desarrollo y la reproducción de *O. niveus*.

2. Se espera que las hembras *O. niveus* prefieran ovipositar sobre *Wigandia urens* en comparación de *Croton ciliatogladuliferus* y *Mirabilis viscosa*, debido a que la primera presenta hojas híspidas que son nutritivas (en términos de nitrógeno, fósforo y agua) para las ninfas y porque se ha reportado que puede albergar a 17 especies de insectos, entre ellas *Myzus persicae*, de la cual se alimenta *O. niveus* en estado adulto.

### III. Materiales y métodos.

#### 3.1. Área de estudio.

El trabajo se realizó en la Barranca Grande, situada en el municipio de Zapotitlán Salinas, Puebla, localizado en la porción sur occidental del valle de Tehuacán, a una altitud de 1480 m (18° 20' norte, 97° 28' oeste, Fig. 3.1). Su clima es seco con régimen de lluvias en verano (Zavala-Hurtado, 1982). La precipitación anual es de 400 mm y la temperatura promedio anual es de 21.2°C (Fig. 3.2) (Arias *et al.*, 2001). El tipo de suelo que se encuentra en la zona es de yeso y caliza, muchas veces con altos contenidos de sales (Arias *et al.*, 2001). La vegetación es característica de clima seco, en donde destacan áreas de matorral espinoso (no mayor a los dos metros de altura), tetechera (agrupaciones de plantas de 3 a 11 m de altura de *Neobuxbaumia tetetzo* (F. A.C. Weber) Backeb, tetechera-cardonal (mezcla de cactáceas columnares y una gran variedad de especies presentes en el estrato arbóreo y arbustivo) y selva baja espinosa perennifolia (en cuyo estrato arbustivo domina *Cercidium praecox* (Ruiz y Pavón) Harms), y algunas cactáceas, mientras que en el herbáceo domina *Verbesina* sp. y algunas especies de agave (Osorio *et al.*, 1996).



b)

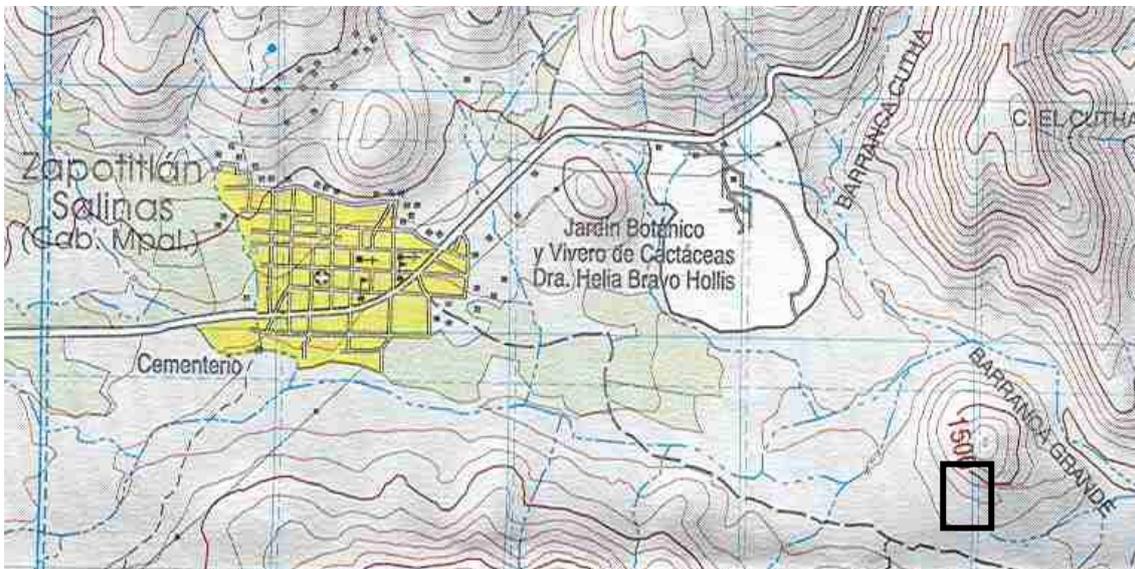


Figura 3.1. Ubicación del municipio de Zapotitlán Salinas, Puebla (a) y ubicación de la Barranca Grande, donde se localizan los tres sitios de muestreo (b). Tomado de Carta topográfica de Tehuacán E14B75 (1:50 000) (INEGI, 1998).

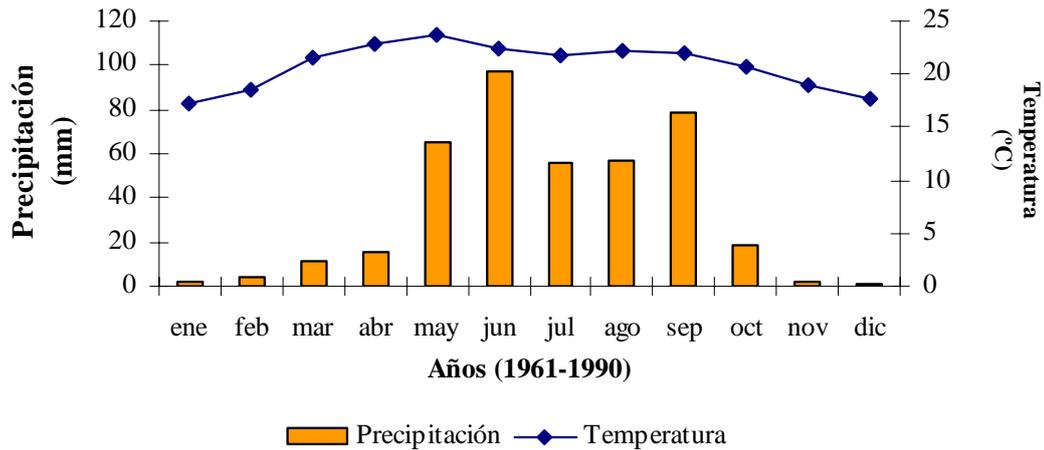


Figura 3.2. Diagrama de variación de temperatura media mensual (° C) y precipitación acumulada mensual (mm) a lo largo de 29 años en Zapotitlán Salinas, Puebla. Los datos fueron obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional.

### 3.2. Trabajo de campo.

Se llevó a cabo una salida de campo por mes con una duración de tres días cada una, comprendidas entre diciembre de 2004 y noviembre de 2005.

Para estimar la estructura y dinámica poblacional de *Oecanthus niveus* se delimitaron tres sitios permanentes de 50 × 100 m en la Barranca Grande, los cuales presentaban parches de *Wigandia urens*. El sitio 1 (18° 19' 17.7" norte, 97° 27' 37.5" oeste) se encontraba en la orilla de la barranca, tenía una ligera pendiente y presentaba una vegetación de tipo matorral espinoso; el sitio 2 (18° 19' 23.3" norte, 97° 27' 40.6" oeste) se ubicó en el centro de la barranca, cerca de la desembocadura del drenaje del pueblo de Zapotitlán Salinas y presentaba un vegetación de matorral espinoso con espinas terminales y el sitio 3 (18° 19' norte, 97° 27' 54.7" oeste) se encontraba en las orillas del pueblo, cerca de un

cuerpo de agua y terrenos de cosecha de chile con una vegetación de matorral espinoso con espinas terminales. Durante el muestreo, la precipitación anual fue de 337 mm y la temperatura promedio anual de 19.6°C (Fig. 3.3).

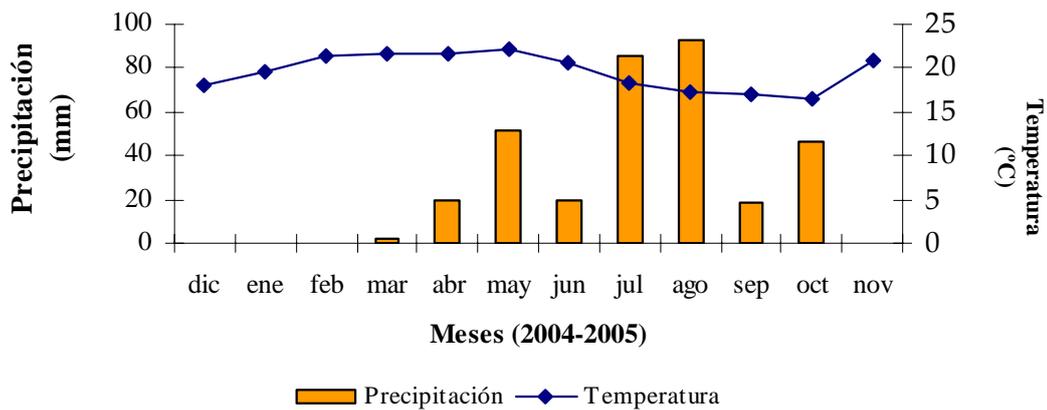


Figura 3.3. Registro de la temperatura y precipitación a lo largo del año (diciembre 2004-noviembre 2005) en la región de Zapotitlán Salinas, Puebla. Los datos fueron obtenidos de la Comisión Nacional del Agua del Estado de Puebla.

Cada mes, en cada parcela se llevó a cabo un censo, el cual consistió en capturar, contar y marcar grillos (*O. niveus*); después de 24 h se regresó a las parcelas para recapturar a los individuos marcados el día anterior, y marcar nuevos individuos. Este procedimiento se hizo durante tres días. La captura de los grillos del día 1 fue de 14:00 a 19:00 h; el día 2, de 11:00-19:00 h; y el día 3, de 6:30-10:00 h, con una duración de hora y media en cada parcela. El marcaje se hizo con un plumón indeleble para acetatos y los grillos en etapa adulta fueron marcados en las alas, y las ninfas en el dorso. A los grillos se les midió la longitud corporal, de la cabeza, del fémur III derecho; alas y en el caso de las hembras el ovipositor, porque Fulton (1915), Hebard (1935) y Cano-Santana

(1997) las utilizaron para establecer los estadios que presentan los grillos y saltamontes. En febrero de 2005 no se obtuvieron datos en el sitio 3 debido a que las plantas fueron cortadas.

### **3.3. Estructura poblacional.**

3.3.1. *Densidad poblacional.* Se promediaron los individuos capturados, medidos y marcados de los tres sitios permanentes en cada salida. A los datos se les aplicó un Análisis de Varianza (ANDeVA) de dos factores para estimar si la fecha y el sitio afectaron la densidad (Zar, 1999) y posteriormente, una prueba de Tukey (Statsoft, 2004). Los datos fueron corregidos como  $x' = \sqrt{x + 0.5}$ .

3.3.2. *Proporción sexual.* Se obtuvo contando el número total de hembras y machos registrados en los tres sitios y en cada una de las salidas. A los datos obtenidos se les aplicó una prueba de  $\chi^2$  para determinar si la proporción sexual difería del modelo 1:1. Para poder realizar la prueba se agruparon algunos meses, debido a que había valores menores de cinco.

3.3.3. *Estructura de edades.* Se obtuvo estableciendo las etapas de desarrollo que presenta *O. niveus* en su ciclo de vida, éstas se obtuvieron con base a la longitud total que presentaron los grillos. Se estableció el mismo número de intervalos que propuso Fulton (1915) y Pérez Escobedo (2007), tomando en cuenta la longitud corporal más pequeña y la longitud corporal más grande.

### 3.4. Dinámica poblacional.

Se calcularon las tasas de emigración ( $e$ ), inmigración ( $i$ ) e incremento ( $I$ ) utilizando las siguientes fórmulas:

$$e = (a-r)/a$$

$$i = (n-r)/a$$

$$I=(i-e)$$

donde:  $a$  = número de individuos marcados el primer día,  $r$  = número de individuos recapturados y  $n$  = número total de individuos capturados. También se realizó un ANdeVA para determinar, si la época del año afectó las tasas de ( $e$ ), ( $i$ ) e ( $I$ ). Los datos fueron corregidos como  $x' = \sqrt{x + 0.5}$ .

### 3.5. Densidad de machos.

Con el fin de estimar la densidad de machos a través del canto que emiten cuando empieza a oscurecer, se utilizó el método de detección aural, el cual consistió en establecer diez estaciones fijas que fueron visitadas por la noche (20:00-21:30 h) durante cada una de las salidas. Se contó el número de grillos cantando en cada una de las estaciones por un periodo de tres minutos y se registró la especie de planta sobre la que estaban. Con los datos obtenidos se estimó la densidad de machos ( $D$ ), utilizando la siguiente fórmula (índice modificado de Petraborgh *et al.*, 1953):

$$D = \frac{\bar{h}}{\pi(r_a)^2}$$

donde:  $\bar{h}$  = número promedio de individuos que se escucharon cantando en 10 estaciones y  $r_a$  = distancia máxima aural a la que se escucha el canto de un grillo. En este caso el  $r_a$  fue de 10 m. A estos resultados se les aplicó un ANdeVA de un factor, para determinar si la época del año afectó la densidad de machos y posteriormente una prueba de Tukey (Statsoft, 2004). Los datos fueron corregidos como  $x' = \sqrt{x + 0.5}$ .

### 3.6. Preferencia de oviposición.

Para conocer la preferencia de oviposición se eligieron hembras y machos al azar para formar 50 parejas para que se aparearan, éstas se colocaron en cajas de 30 cm de alto y 19 cm de diámetro con tres tallos de 25 cm de tres especies de plantas [(*Wigandia urens* (Ruiz y Pavón) Kunth. (Hydrohyllaceae), *Croton ciliatoglanduliferus* Ortega (Euphorbiaceae) y *Mirabilis viscosa* Cav. (Nyctaginaceae)], las cuales se eligieron porque en el campo se observó que los grillos se encuentran sobre éstas. El experimento se hizo durante tres días y después se observaban los tallos de las plantas. Si los tallos tenían una cicatriz (Fig. 3.4) se registraba como oviposición. A los datos obtenidos se les aplicó una prueba de  $\chi^2$  por el método de subdivisión de análisis (Zar, 1999). A fin de determinar cuál fue la especie seleccionada con mayor frecuencia para ovipositar.



Figura 3.4. Cicatriz de oviposición hecha por una hembra de *O. niveus* sobre *Wigandia urens*.

### 3.7. Historia natural.

Para describir la historia natural del ciclo de vida de *O. niveus*, en cada una de las salidas se realizaron observaciones sobre la alimentación y los enemigos naturales que éste presentó. Además se colectaron grillos de diferentes estadios (en la misma zona donde se realizó el experimento de uso y preferencia de hábitat) y se llevaron a la ciudad de México. A los organismos colectados, se les midió la longitud total, de la cabeza, del fémur III derecho, de las alas a los machos y hembras y el ovipositor a las hembras con un vernier.

La temperatura a la que se mantuvieron los grillos fue de 25°C, se exponían al sol de las 12:00 a las 14:30 h, a la luz de un foco de las 19:00-22:00 (debido a que a esta hora había personas que encendían la luz para realizar sus actividades) y a la oscuridad de las 22:00 h en adelante. Durante su crianza en el laboratorio los organismos se alimentaron con hojas de *Wigandia urens* que fueron cortadas en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, de áfidos que se encuentran sobre esta planta y con croquetas para gato Gatina® de Purina.

### 3.8. Hábitat.

3.8.1. *Caracterización del hábitat.* Se hizo una descripción de cada uno de los sitios muestreados; para determinar la diversidad vegetal que presenta cada uno y para ello se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (logaritmo en base 10) y una prueba de  $t$  (Zar, 1999) para conocer si la diversidad vegetal entre los sitios es igual y también se calculó el índice de Sorensen para determinar si presentaban la misma composición de especies vegetales.

3.8.2. *Selección de hábitat.* Para conocer el uso del hábitat se caminó en la Barranca Grande (7:00-11:00 h), en una zona diferente de donde se establecieron los tres sitios permanentes, y se buscaron grillos sobre las plantas (*Wigandia urens*, *Croton ciliatoglanduliferus* y *Mirabilis viscosa*), una vez que se encontraban se medía la altura de la planta, se registraba su especie y el lugar en el cual se asentaban (hojas, tallo o flores) a los datos obtenidos se les aplicó una prueba de  $\chi^2$  para determinar si los grillos tenían preferencia por cierta parte de la planta.

Para determinar la preferencia de hábitat, se calculó la cobertura vegetal de cada especie en cada una de las parcelas. La cobertura (C) fue calculada con la fórmula de Mueller-Dombois y Ellenberg (1974):

$$C = \left( \frac{d_1 + d_2}{4} \right)^2 \pi$$

donde:  $d_1$  = diámetro mayor del follaje y  $d_2$  = diámetro perpendicular al primero del follaje. Después se estimó el porcentaje que ocupa con respecto al total del muestreo y por último, se determinó la proporción de grillos que deberían

ocupar cada planta por azar. Posteriormente, se obtuvo la cobertura relativa de cada especie de planta y se calculó el índice de preferencia (*I.P.*) por cada especie vegetal registrada (*i*) mediante la fórmula:

$$I.P._i = \frac{(\text{frec. obser. de grillos sobre la especie } i - \text{frec. de grillos esper. por azar})}{(\text{frec. de grillos esper. por azar})}$$

donde: frec. obser. = frecuencia, observada y frec. esper. = frecuencia esperada [N (cobertura relativa/100); donde N= número de grillos observados sobre las plantas durante un año].

Los datos se analizaron con una prueba de  $\chi^2$  para determinar si la distribución de los grillos sobre la vegetación es al azar.

## IV. Resultados.

### 4.1. Estructura poblacional.

4.1.1. *Densidad poblacional.* A lo largo del año la densidad promedio fluctuó entre  $1.7 \pm e.e. 1.0$  y  $52.0 \pm 10.4$  ind./ha (Fig. 4.1). Sin embargo, no se encontró un efecto significativo de los sitios muestreados ni de la interacción Sitio  $\times$  Mes sobre la densidad de *O. niveus*, aunque el mes sí afectó significativamente este parámetro (Tabla 4.1). Los meses donde se registró la densidad más alta fueron noviembre ( $52.0 \pm e.e. 10.4$  ind./ha), diciembre ( $20.9 \pm 3.9$  ind./ha) y octubre ( $29.6 \pm 2.3$  ind./ha) que difieren significativamente de febrero ( $1.7 \pm 1.0$  ind./ha) que fue el mes en el que se registró la densidad más baja (Fig. 4.1).

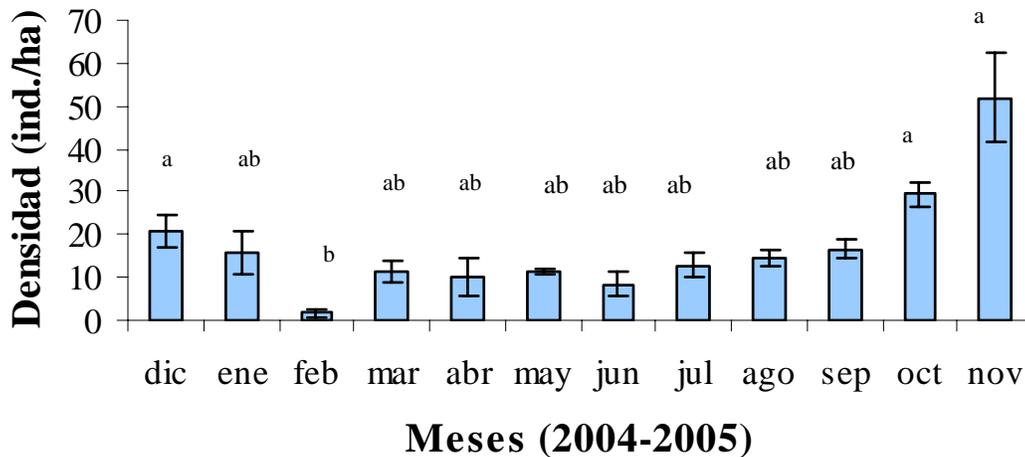


Figura 4.1. Densidad de *Oecanthus niveus*  $\pm$  e.e. en una hectárea, en Zapotitlán Salinas, Puebla. Letras diferentes denotan diferencias significativas según la prueba de Tukey con  $P < 0.05$ .

Tabla 4.1. Análisis de varianza para conocer el efecto del sitio y el mes sobre la densidad poblacional en Zapotitlán Salinas, Puebla.

<b>Fuente de variación</b>	<b>S.C.</b>	<b>g.l.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Sitio	0.26	1	0.26	0.20	0.65
Mes	68.3	10	6.83	5.44	<b>&lt; 0.001</b>
Sitio × Mes	35.9	21	1.71	1.36	0.17
Error	77.82	62	1.25		

4.1.2. *Proporción sexual.* El número de hembras y machos registrados no difirió significativamente de la proporción 1:1 (Tabla 4.2), a pesar de que se encontraron más hembras durante el muestreo. Sin embargo, la proporción anual difirió significativamente del modelo 1:1, alcanzándose 1.0 macho por cada 1.2 hembras (prueba del signo:  $T_{P < 0.05, 8} = 5$ ; Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Proporción sexual de *Oecanthus niveus* estimada en tres áreas de muestreo en Zapotitlán Salinas, Puebla. (g.l. = 1; n.s. = no hay diferencia significativa con el modelo 1:1).

Meses (2004-2005)	machos/ hembras	N	Proporción (machos/ hembras)	$\chi^2$	P
dic	33/48	81	0.69	2.8	n.s.
ene	19/26	45	0.73	0.9	n.s.
feb-mar	10/16	26	0.62	1.4	n.s.
abr-may	6/9	15	0.66	0.6	n.s.
jun-jul	15/15	30	1.00	0.0	n.s.
ago	16/13	29	1.23	0.3	n.s.
sep	12/20	32	0.60	1.1	n.s.
oct	36/38	74	0.95	0.05	n.s.
nov	56/71	127	0.79	0.20	n.s.
<b>Anual</b>	<b>203/256</b>	<b>459</b>	<b>0.79</b>	<b>6.12</b>	<b>&lt;0.05</b>

4.1.3. *Estructura de edades.* El desarrollo de *O. niveus* en Zapotitlán Salinas consistió en cinco estadios ninfales y una etapa adulta cuyas longitudes corporales se señalan en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Longitud corporal (mm) de diferentes estadios de desarrollo (y sexo en adultos) de *Oecanthus niveus*. Se contrastan los datos de este estudio con los obtenidos por Fulton (1915) y Pérez-Escobedo (2007)

Estadio	Fulton (1915)	Pérez-Escobedo (2007)	Este estudio
Ninfa I	3.0	2.8-3.8	3.4-4.4
Ninfa II	4.5-5.0	3.9-6.2	4.5-5.5
Ninfa III	6.0-7.0	6.3-10.7	5.6-8.2
Ninfa IV	8.5-9.5	7.8-12.6	8.3-10.9
Ninfa V	11.0-12.0	12.7-14.9	11.0-13.0
Adultos	14.0	11.0-21.3	13.1-20.0
Machos			13.6-18.0
Hembras			13.1-20.0

La abundancia relativa de los grillos que se encontraban en cada etapa de desarrollo varió de la siguiente manera: las ninfas I registraron los valores de abundancia relativa más altos en febrero (17.6%) y los más bajos en agosto (1.6%), las ninfas II registraron la abundancia relativa más alta en mayo (14.3%) y la más baja en octubre (0.74%), las ninfas III se registraron con mayor abundancia relativa en abril (50.0%) y la menor en diciembre (1.2%), las ninfas IV registraron el valor de abundancia relativa más alto en junio (42.9%) y el más bajo en diciembre (2.4%), las ninfas V registraron los valores de abundancia relativa más altos en enero (20.0%) y los más bajos en marzo (6.0%) y los adultos registraron la abundancia

relativa más alta en diciembre (82.1%) y la más baja en abril (11.4%) (Fig. 4.2).

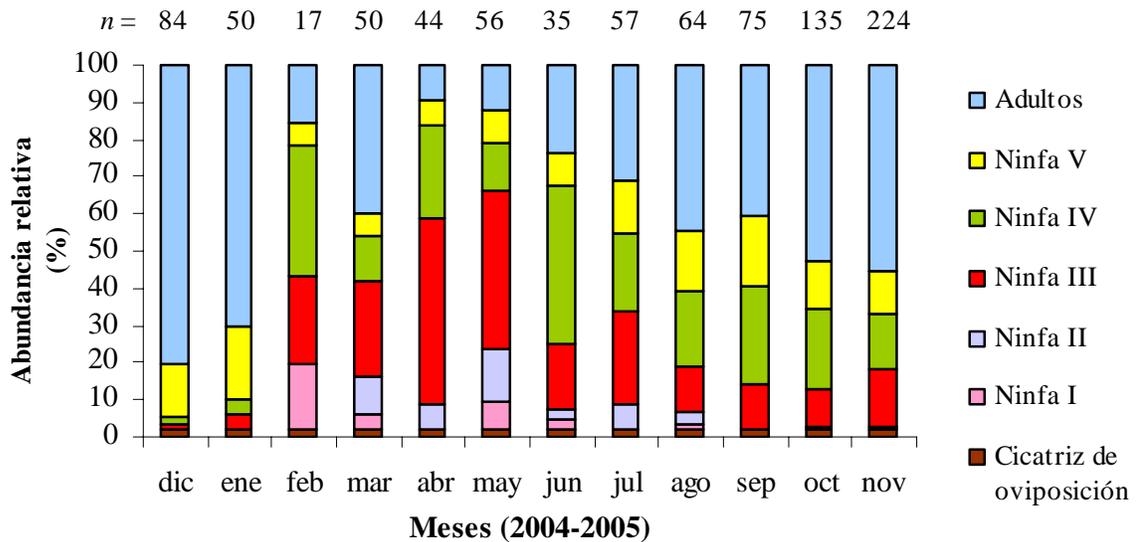


Figura 4.2. Variación temporal de la abundancia relativa de cada etapa activa de desarrollo de *Oecanthus niveus* en Zapotitlán Salinas, Puebla. Los números sobre las barras denotan el número total de individuos capturados.

En general, se registró que las cicatrices de oviposición, los adultos y las ninfas del estadio tres al cinco se encontraron durante todo el año; las ninfas I estuvieron presentes de febrero hasta junio y se volvieron a registrar en agosto, en tanto que las ninfas II estuvieron presentes de marzo hasta agosto y volvieron a registrarse en octubre y noviembre.

#### 4.2. Dinámica poblacional.

Durante todo el año los valores de la tasa de emigración en los tres sitios oscilaron entre 0.07 y 1.0 ind. ind.<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> (Fig. 4.3a). Sin embargo, el mes no afectó significativamente a esta tasa ( $F_{11,22} = 0.207$ ;  $P > 0.05$ ).

La tasa de inmigración, por su parte, registró valores que fluctúan entre 0.0 y 3.0 ind. ind.<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> (Fig. 4.3b). La inmigración no fue afectada significativamente por el mes ( $F_{11,22} = 0.918$ ;  $P > 0.05$ ).

Finalmente, la tasa de incremento varió de -0.04 a 3.18 ind. ind.<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> (Fig. 4.3c). Esta variable tampoco no fue afectada significativamente por el mes ( $F_{11,22} = 0.288$ ;  $P > 0.05$ ).

### **4.3. Densidad de machos adultos.**

La densidad de grillos machos fluctuó significativamente durante el periodo de muestreo (Tabla 4.4). La densidad promedio anual fue  $83.4 \pm e.e. 9.4$  ind./ha, la densidad más alta fue registrada en noviembre ( $134.40 \pm 21.01$  ind./ha), mientras que la densidad más baja se registró en agosto ( $37.14 \pm 9.80$  ind./ha) (Fig. 4.4). La densidad de machos de noviembre fue significativamente más alta que en agosto (prueba de Tukey;  $P < 0.05$ ).

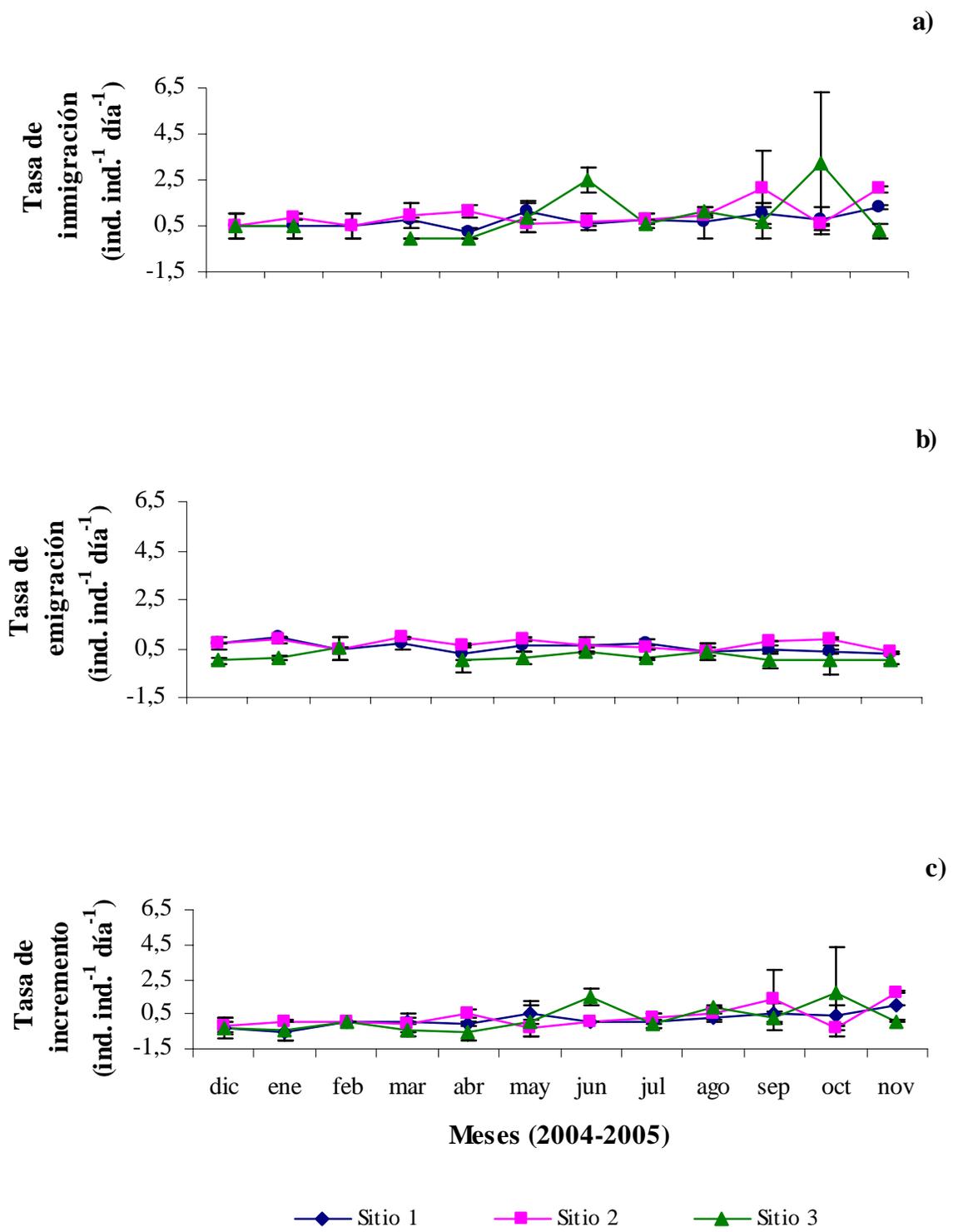


Figura 4.3. Estimación de la tasa de inmigración (a), emigración (b) e incremento (c) (ind. ind.<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup> ± e.e., datos promedio de dos días consecutivos de muestreo) de *Oecanthus niveus* en tres sitios de 5000 m<sup>2</sup> en Zapotitlán Salinas, Puebla.

Tabla 4.4. Análisis de varianza para determinar el efecto del mes sobre la densidad de machos en Zapotitlán Salinas, Puebla. La densidad de machos difiere significativamente ( $F_{11,97} = 2.351$ ;  $P < 0.01$ ).

Fuente de Variación	S.C.	g.l.	C.M.	F	P
Mes	8.546	11	0.7769	2.351	<0.01
Error	32.049	97	0.3304		
Total	40.595	108			

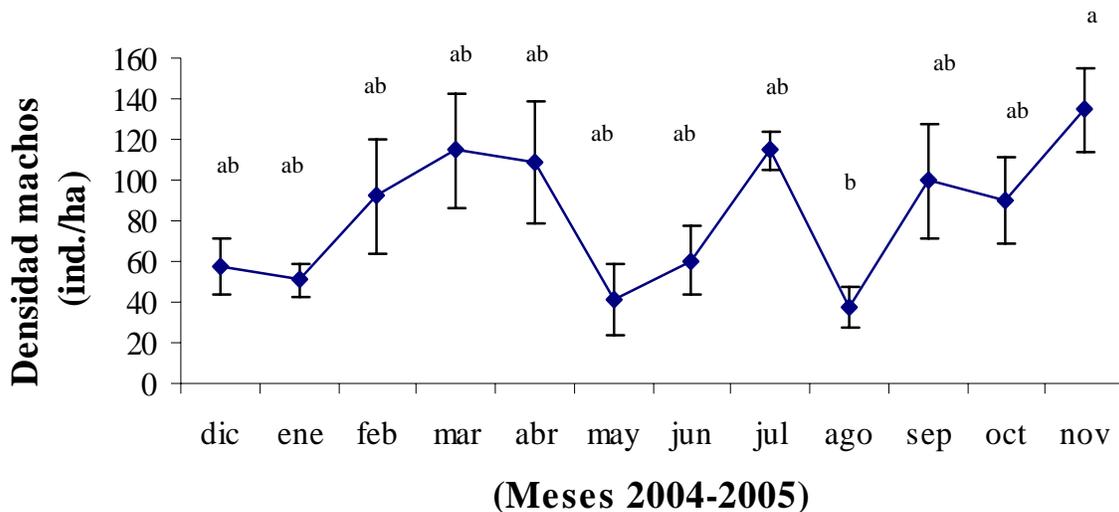


Figura 4.4 Variación promedio mensual de machos adultos de *Oecanthus niveus*  $\pm$  e.e. ( $n = 10$ ) en Zapotitlán Salinas, Puebla. Letras diferentes denotan diferencias significativas con  $P < 0.05$ . (prueba de Tukey).

#### 4.4. Preferencia de oviposición.

Las frecuencias obtenidas del experimento muestran que de las 50 hembras de *O. niveus* que ovipositaron, 24 lo hicieron en *Wigandia urens*, 19 lo hicieron en *Mirabilis viscosa* y siete sobre *Croton ciliatoglanduliferus*. De las tres especies de plantas las hembras prefieren significativamente a *W. urens*, después a *M. viscosa* y por último a *C. ciliatoglanduliferus* ( $\chi^2 = 9.16$ , g.l. = 2,  $P < 0.05$ ; Fig. 4.5).

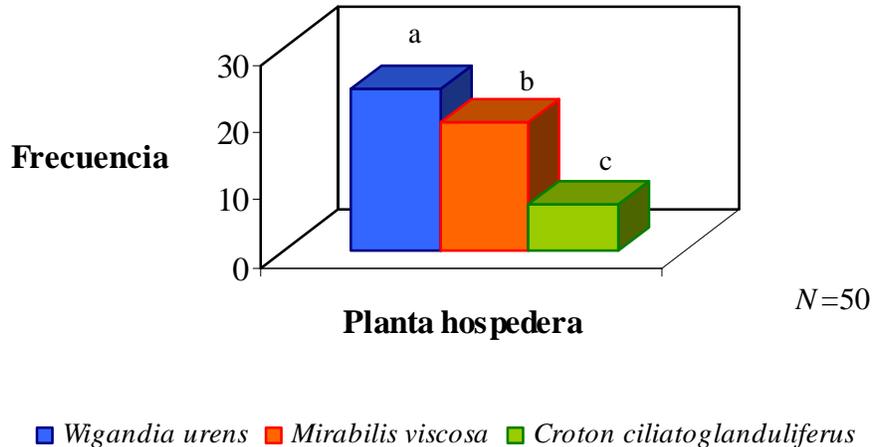


Figura 4.5. Frecuencia de oviposición de *O. niveus* sobre tres plantas hospederas en laboratorio. Las frecuencias difieren significativamente ( $\chi^2 = 9.16$ , g.l. = 2,  $P < 0.05$ ). Letras diferentes denotan diferencia significativa en la preferencia de oviposición (método de subdivisión de análisis  $\chi^2$ ; Zar, 1999).  $N = 50$ .

#### 4.5. Historia Natural.

*O. niveus* es un grillo arborícola de color verde pálido que tiene cinco estadios ninfales y una etapa adulta (Tabla 4.5), presenta multivoltinismo (Fig. 4.2). Los grillos de este estudio tuvieron una longitud total significativamente más grande que la que reportó Pérez-Escobedo (2007) ( $1.44 \pm \text{e.e. } 0.09$  cm; este estudio:  $1.59 \pm 0.005$  cm;  $t_{638} = 14.3$ ;  $P < 0.05$ ). No se encontraron diferencias significativas entre la longitud total de machos y hembras (machos:  $15.90 \pm 0.075$  cm, hembras:  $15.95 \pm 0.08$  cm;  $t_{432} = 0.65$ ;  $P > 0.05$ ). El apareamiento dura de 15 a 30 min y las hembras ovipositan en tallos y el envés de las hojas de *Wigandia urens*. En estado adulto se

alimenta de áfidos posiblemente de la especie *Myzus persicae* (Sulzer), Aphididae y ocasionalmente de hojas, y en estadio ninfal de flores y hojas. Se pueden encontrar activos sobre las hojas de *W. urens* y *C. ciliatoglanduliferus* durante las 24 horas. En general, su actividad disminuye al mínimo al mediodía o cuando inciden fuertes vientos. Su canto comienza a escucharse a partir de las 20:00 h que es la hora en la que se experimenta en el campo oscuridad y se siguen escuchando hasta las 05:00 h. Los lugares donde se refugia son debajo de las hojas secas, troncos o en espacios pequeños que hay entre los tallos de las plantas.

En este estudio los principales depredadores de *O. niveus* fueron las arañas de la especie *Peucetia viridans* Hentz (Araneae: Oxyopidae) y de la familia Thomisidae (Fig. 4.6), aves de la especie *Pyrocephalus rubinus* Boddaert (Passeriforme: Tyrannidae) y una chinche (Hemiptera). El evento de depredación realizado por el ave *P. rubinus* se registró en marzo, cuando atrapó a grillos adultos emprendiendo el vuelo. También se observó que de mayo a noviembre, las plantas de *W. urens* sobre las que se registró actividad de hormigas no se encontraron grillos. No se registraron parasitoides en ninguna etapa del ciclo de vida de esta especie.

En el lugar coexiste con *Oecanthus exclamationis* que se le ha escuchado cantando de las 20:00 hasta más allá de las 23:00 h. Este tiene hábitos nocturnos y se escuchan sus cantos la mayor parte del año. *O. exclamationis* también se registró

En el laboratorio se criaron 30 grillos adultos, que vivieron hasta 5 meses cuando carecían de mal formaciones en las alas o si eran muy pequeños. Si tenían alguno de estos problemas solo vivían un mes. En cinco ocasiones se observó canibalismo. Las 10 ninfas del estadio III tardaron en pasar al siguiente estadio de 7 a 9 días (en promedio 8 días), las ocho ninfas del estadio IV tardaron de 10 a 17 días (promedio 8.5 días) en ser ninfas del estadio V y éstas tardaron de 9 a 17 días (en promedio 13 días) en convertirse en adultos. Las ninfas de los primeros dos estadios no se lograron criar debido a que morían a los pocos días de haber sido colectadas.

Tabla 4.5. Longitud corporal<sup>1</sup>, de la cabeza<sup>2</sup>, del fémur III, del ovipositor y del ala derecha de *Oecanthus niveus* en Zapotitlán Salinas, Puebla. Medidas en cm  $\pm$  e.e. (intervalo).

Etapa	Longitud corporal	Longitud cabeza	Longitud fémur III	Longitud ovipositor	Longitud Alas	N
Ninfa I	0.41 $\pm$ 0.001 (0.37-0.44)	0.10 $\pm$ 0.004 (0.10-0.14)	0.27 $\pm$ 0.001 (0.20-0.40)			11
Ninfa II	0.50 $\pm$ 0.006 (0.45-0.55)	0.11 $\pm$ 0.005 (0.10-0.20)	0.32 $\pm$ 0.04 (0.20-0.50)			26
Ninfa III	0.69 $\pm$ 0.006 (0.56-0.80)	0.14 $\pm$ 0.003 (0.12-0.22)	0.36 $\pm$ 0.006 (0.18-0.56)			152
Ninfa IV	0.96 $\pm$ 0.005 (0.83-1.07)	0.17 $\pm$ 0.003 (0.13-0.23)	0.46 $\pm$ 0.007 (0.23-0.68)			155
Ninfa V	1.19 $\pm$ 0.007 (1.10-1.30)	0.18 $\pm$ 0.003 (0.20-0.24)	0.55 $\pm$ 0.006 (0.40-0.69)			113
Machos	1.59 $\pm$ 0.007 (1.36-1.90)	0.22 $\pm$ 0.009 (0.20-0.25)	0.70 $\pm$ 0.005 (0.57-0.90)		1.20 $\pm$ 0.008 (1.00-1.40)	199
Hembras	1.58 $\pm$ 0.008 (1.30-2.00)	0.21 $\pm$ 0.003 (0.20-0.33)	0.65 $\pm$ 0.005 (0.5-0.99)	0.37 $\pm$ 0.004 (0.28-0.48)		235

<sup>1</sup>Medida desde el vértex cefálico hasta la parte terminal del abdomen.

<sup>2</sup>Medida dorsalmente desde el vértex hasta el pronoto.



Figura 4.6. Ninfa de *Oecanthus niveus* depredada por una araña de la familia Thomisidae.

#### 4.6. Hábitat.

4.6.1. Descripción *del hábitat*. El Sitio 1 presentó 76 plantas, de 14 especies de las cuales *W. urens* (Ruiz & Pavón) Kunth (Hydrophyllaceae) fue la que presentó mayor cobertura (Tabla 4.6) y la más abundante (Fig. 4.7a). En el Sitio 2 se registraron 263 plantas de 25 especies, *A. cochliacantha* Humb. & Bonp. Ex. Willd. (Mimosaceae), *Dodonaea viscosa* L. Jacq. (Sapindaceae) y *W. urens* fueron las que presentaron mayor cobertura (Tabla 4.6) y las más abundantes fueron *Acacia cochliacantha*, *W. urens* e *Iresine* sp. (Fig. 4.7b). El Sitio 3 estaba constituido por un total de 103 plantas de nueve especies, de las cuales *A. cochliacantha* fue la especie con mayor cobertura (Tabla 4.6) y *W. urens*, la más abundante (Fig. 4.7c).

El índice de diversidad de Shannon-Wiener difiere entre sitios (Sitio 1:  $H' =$

0.87; Sitio 2:  $H' = 1.11$  y Sitio 3:  $H' = 0.72$ ). El Sitio 2 es significativamente más diverso que el Sitio 1 ( $t = 3.98$ ; g.l. = 122,  $P < 0.05$ ) y que el Sitio 3 ( $t = 9.35$ ; g.l. = 263,  $P < 0.05$ ). Asimismo, el Sitio 1 fue significativamente más diverso que el 3 ( $t = 2.6$ ; g.l. = 141,  $P < 0.05$ ).

En cuanto al índice de similitud de Sorensen el valor de 0.667 mostró que los Sitios 1 y 2 presentan una composición vegetal muy parecida, ya que comparten 13 especies, siendo el Sitio 3 el más diferente (Tabla 4.7)

Tabla 4.6. Cobertura relativa de las plantas encontradas en cada uno de los sitios muestreados (diciembre 2004-noviembre 2005) en Zapotitlán Salinas, Puebla.

Espece	Familia	Cobertura relativa (%)
<b>SITIO 1</b>		
<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pavón) Kunth	Hydrophyllaceae	55.84
<i>Croton ciliatoglanduliferus</i> Ortega	Euphorbiaceae	9.83
<i>Iresine</i> sp.	Amaranthaceae	9.53
<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonp. ex. Willd.	Mimosaceae	6.52
<i>Verbesina</i> sp.	Asteraceae	5.25
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roemer & Shultes	Boraginaceae	3.86
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less	Asteraceae	2.05
<i>Lippia graveolens</i> H. B. & K.	Verbenaceae	1.81
<i>Cnidoscolus tehuacanensis</i> Breckon.	Euphorbiaceae	1.78
<i>Alcalypha</i> sp.	Euphorbiaceae	1.12
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	Asteraceae	0.98
<i>Dalea</i> sp.	Fabaceae	0.79
<i>Dodonaea viscosa</i> L. Jacq.	Sapindaceae	0.43
<i>Vernonia</i> sp.	Asteraceae	0.08
<b>SITIO 2</b>		
<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonp. ex. Willd.	Mimosaceae	28.39
<i>Dodonaea viscosa</i> L. Jacq.	Sapindaceae	21.54
<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pavón) Kunth	Hydrophyllaceae	21.43
<i>Ipomoea wolcottiana</i> Rose	Convolvunaceae	6.98
<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae	5.73
<i>Vernonia</i> sp.	Asteraceae	4.61
<i>Iresine</i> sp.	Amaranthaceae	3.97
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less	Asteraceae	1.87
<i>Opuntia depressa</i> Rose.	Cactaceae	1.14
<i>Pachycereus hollianus</i> (F. A. C. Weber) Buxb.	Cactaceae	0.86
<i>Lippia graveolens</i> H. B. & K.	Verbenaceae	0.59
<i>Cnidoscolus tehuacanensis</i> Breckon.	Euphorbiaceae	0.51
<i>Croton ciliatoglanduliferus</i> Ortega	Euphorbiaceae	0.43
<i>Verbesina</i> sp.	Asteraceae	0.39
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roemer & Shultes	Boraginaceae	0.38
<i>Alcalypha</i> sp.	Euphorbiaceae	0.32
<i>Eupatorium</i> sp.	Asteraceae	0.22
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	Asteraceae	0.20
<i>Mimosa luisana</i> Brandege	Mimosaceae	0.13

Tabla 5.6. (Continuación)

Espece	Familia	Cobertura relativa (%)
<i>Heliotropium</i> sp	Boraginaceae	0.09
<i>Agave macrocantha</i> Zucc.	Agavaceae	0.08
<i>Rynchelytrum repens</i> (Willd.) C. E. Hubb	Poaceae	0.05
<i>Aloe vera</i> (L.) Burrm. f.	Asphodelaceae	0.05
<i>Stevia</i> sp.	Asteraceae	0.05
<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae	0.04
<b>SITIO 3</b>		
<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonp. ex. Willd.	Mimosaceae	93.44
<i>Wigandia urens</i> (Ruiz & Pavón) Kunth	Hydrophyllaceae	4.99
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less	Asteraceae	0.85
<i>Croton ciliatoglanduliferus</i> Ortega	Euphorbiaceae	0.41
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roemer & Shultes	Boraginaceae	0.17
<i>Opuntia depressa</i> Rose.	Cactaceae	0.04
<i>Alcalypha</i> sp.	Euphorbiaceae	0.03
<i>Datura discolor</i> Bernh	Solanaceae	0.34
<i>Agave macrocantha</i> Zucc.	Agavaceae	0.00

Tabla 4.7. Índice de similitud de Sorensen de los tres sitios muestreados en Zapotitlán Salinas, Puebla.

<b>Índice de similitud de Sorensen</b>		
	Sitio 2	Sitio 3
Sitio 1	0.667	0.522
Sitio 2		0.471

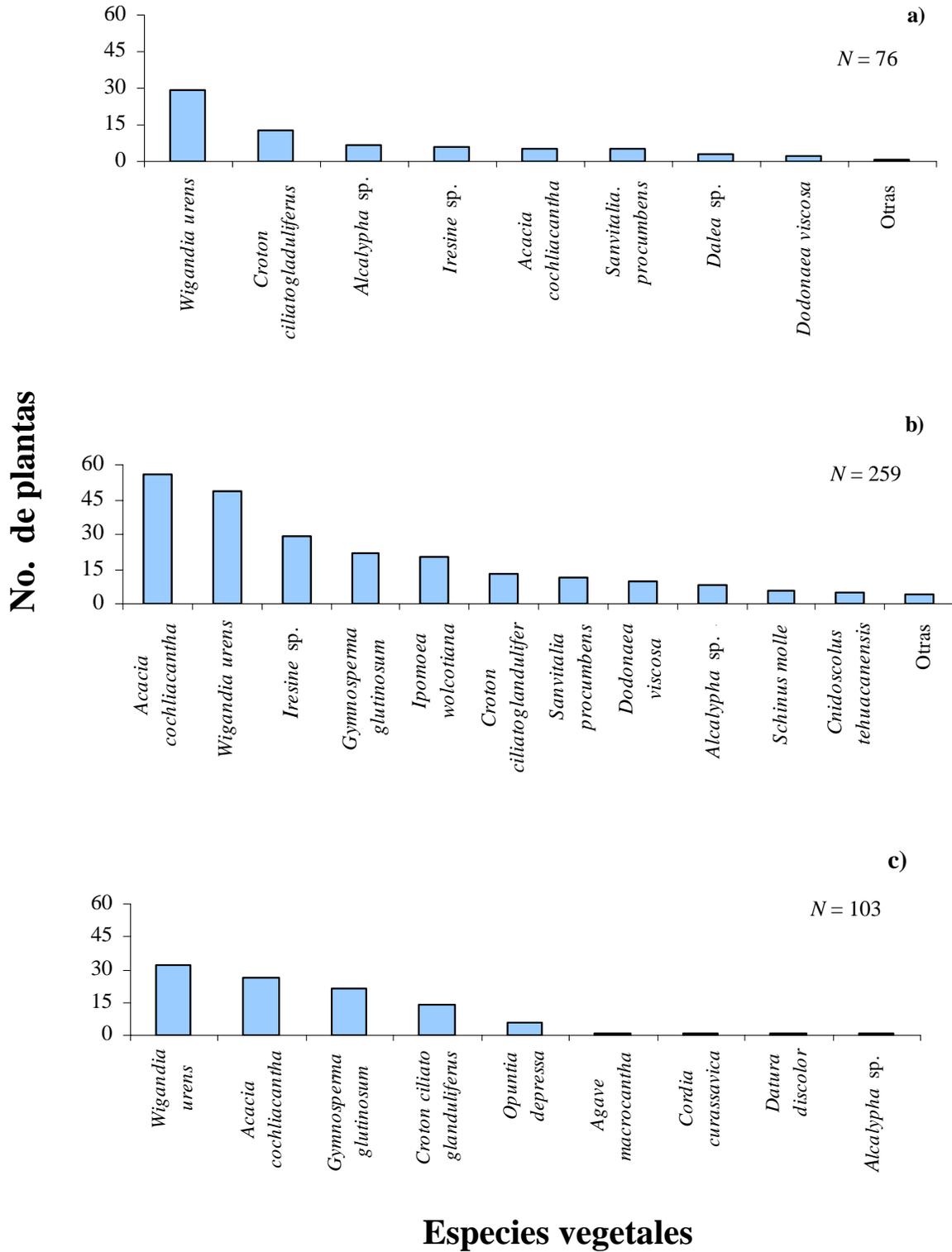


Figura 4.7. Abundancia relativa de plantas en tres sitios [Sitio 1 (a), Sitio 2 (b) y Sitio 3 (c)], muestreados de 5000 m<sup>2</sup> en la región de Zapotitlán Salinas, Puebla.

4.6.2. *Selección de hábitat.* Los grillos *O. niveus* forrajearon específicamente en dos especies: *W. urens* y *C. ciliatoglanduliferus*, de las cuales *W. urens* es utilizada también como sitio de apareamiento. Al parecer, el resto de las especies vegetales no fueron atractivas para ellos. Sin embargo, *Acacia cochliacantha*, *Alcalypha* sp., *Cordia curassavica* y *Dodonaea viscosa* sirven como lugares de descanso después de volar; no obstante se encontró que los grillos de los Sitios 1 y 3 prefieren significativamente a *W. urens* en comparación de *C. ciliatoglanduliferus* (Sitio 1:  $\chi^2 = 41.3$ , g.l. = 1,  $P < 0.01$  y Sitio 3:  $\chi^2 = 8.22$ , g.l. = 1,  $P < 0.01$ ; Tabla 4.8) y los grillos del Sitio 2 no tienen preferencia por *W. urens* o *C. ciliatoglanduliferus* ( $\chi^2 = 0.45$ , g.l. = 1,  $P > 0.05$ ). Los grillos en los tres sitios tuvieron mayor índice de preferencia sobre *W. urens* (Sitio 1: *I.P.* = 0.8; Sitio 2: *I.P.* = 3.5 y Sitio 3: *I.P.* = 18.2) (Tabla 4.8). Los grillos en general, estando en el follaje, prefirieron asentarse significativamente en el envés de la hojas ( $\chi^2 = 39.7$ , g.l. = 1,  $P < 0.01$ ) y este patrón no varía mucho entre estadios (Tabla 4.9); al menos en la mañana.

Tabla 4.8. Frecuencias observadas y esperadas y preferencias de hábitat (*I.P.*) de individuos de *O. niveus* sobre tres categorías de plantas en tres sitios de Zapotitlán Salinas, Puebla. Datos de diciembre de 2004 a noviembre de 2005. A las frecuencias esperadas se les sumó 1 para evitar ceros en las casillas, g.l = 2.

Planta	Frec. obs.	Frec. esp.	<i>I.P.</i>	$\chi^2$	<i>P</i>
<b>SITIO 1</b>					
<i>Wigandia urens</i>	259.0	148.0	0.8	189.8	<0.01
<i>Croton ciliatoglanduliferus</i>	3.0	26.0	-0.9		
Otras	3.0	90.6	-1.0		
<b>SITIO 2</b>					
<i>Wigandia urens</i>	353.0	78.0	3.5	1284.4	<0.01
<i>Croton ciliatoglanduliferus</i>	78.0	2.0	3.0		
Otras	1.0	282.0	-1.0		
<b>SITIO 3</b>					
<i>Wigandia urens</i>	282.0	14.7	18.2	5199.1	<0.01
<i>Croton ciliatoglanduliferus</i>	10.0	1.2	7.3		
Otras	2.0	278.1	-1.0		

Tabla 4.9. Frecuencia que registró *O. niveus* en distintas partes aéreas de *W. urens* en Zapotitlán Salinas, Puebla. Datos de diciembre 2004 a noviembre 2005 en muestreos matutinos. \* Indica diferencia significativa con  $P < 0.01$  entre haz y envés de las hojas ( g.l. = 1).

Estadio	Flores	Envés de las hojas	Haz de las hojas	Tallos	$\chi^2$
Ninfa I	1	6	1	2	
Ninfa II	0	6	9	1	
Ninfa III	6	37	7	6	
Ninfa IV	5	42	20	6	
Ninfa V	8	28	8	3	
Adultos	12	53	35	6	
Total	32	172	80	24	39.7*

## V. Discusión.

### 5.1. Estructura poblacional.

5.1.1. *Densidad poblacional.* La densidad promedio anual de grillos *O. niveus* fue más baja en Zapotitlán (205 ind/ha;) que la que registró Pérez-Escobedo (2007) en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, D.F. (REPSA) (276.3 ind/ha). Esto se debe a que: a) la REPSA presenta una más compleja estructura vertical, con un estrato arbóreo más desarrollado que facilita el asentamiento de más grillos, mientras que en Zapotitlán Salinas la estructura vertical es más sencilla, con cactáceas columnares y globosas; y un estrato arbóreo poco desarrollado y distribuido en parches; b) la disponibilidad de especies para alimentarse en la REPSA es mucho mayor, ya que en ese sitio se registran al menos cuatro especies de plantas usadas para este fin (*Iresine celosia*, *Ipomoea purpurea*, *Buddleia cordata* y *Plumbago pulchella*), mientras en Zapotitlán solamente hay dos (*Wigandia urens* y *Croton ciliatoglanduliferus*; Tabla 4.8) y c) los eventos de depredación, pueden ser más frecuentes en Zapotitlán Salinas que en la REPSA, donde sólo se ha registrado un depredador (*Peuceitia viridans*) y los grillos están activos exclusivamente por la noche, mientras que los grillos de Zapotitlán Salinas tienen actividad todo el día y registran cuatro especies de depredadores, una de las cuales es *P.viridans* (Oxyopidae), muy abundante sobre *C. ciliatoglanduliferus* (Corcuera y Jiménez, 2005a).

En Zapotitlán Salinas la densidad más alta de *O. niveus* se registró en el periodo de diciembre 2004 y octubre-noviembre 2005 (Fig. 4.1). Este patrón se debe a que en estos meses las condiciones ambientales favorecieron la alta disponibilidad de follaje, flores y áfidos (que se encuentran sobre *W. urens*). Por otro lado, el ave *P. rubinus* no estuvo presente en esta época, ya que este depredador se concentra en los meses de marzo y abril (Camacho y Mena, 2001).

A su vez, la densidad poblacional más baja fue registrada en febrero (Fig. 4.1). De acuerdo con las observaciones realizadas en este estudio, esto se asoció a que durante su colecta se experimentó la acción de vientos muy intensos que provocaron que las plantas fueran movidas bruscamente impidiendo que los grillos realizaran sus actividades de forrajeo durante el día, además de que la mayoría de las hojas de *W. urens* estaban secas y eran inadecuadas para forrajear; según Gullan y Cranston (2005) los insectos prefieren alimentarse de plantas más jóvenes (frescas). Otro factor que influyó es que algunas plantas fueron cortadas, lo cual redujo la disponibilidad de sitios de alimentación, oviposición y protección (ver Huffaker *et al.*, 1984).

5.1.2. *Proporción sexual*. La proporción sexual mensual no difirió significativamente del modelo 1:1 (Tabla 4.2). Esto pudo deberse a que el recambio entre los sexos fue equitativo en la población, ya que en generaciones anteriores, por cada macho y hembra que había también se produjo un macho y una hembra (Schowalter, 2006).

Sin embargo, en la proporción sexual anual se encontró que las hembras fueron significativamente más abundantes que los machos. Ridley (1996) sugiere que esto ocurre porque los machos tienen mayor probabilidad de morir antes de llegar a aparearse en comparación de las hembras. Este hecho difiere de lo encontrado por Pérez-Escobedo (2007) en la REPSA para esta especie, ya que en ese sitio se registraron más machos que hembras (6.1:1). La diferencia radica en la hora a la cual se realizó el muestreo: Pérez-Escobedo (2007), lo hizo durante la noche, cuando los machos son más fáciles de detectar, por el canto que emiten y porque presentan menor movilidad, en comparación de las hembras, en tanto que en este estudio la población de grillos de Zapotitlán Salinas se monitoreó durante el día cuando la probabilidad de observar machos o hembras puede ser la misma.

5.1.3. *Estructura de edades.* En Zapotitlán Salinas se registró que *O. niveus* ovipositó todo el año (Fig. 4.2). Las ninfas del estadio I no se registraron de septiembre a diciembre, porque son difíciles de detectar, posiblemente porque cuando se realizó el muestreo ya habían pasado al siguiente estadio o porque fueron más activas en la mañana entre las 07:00 y las 9:00 h (al menos, esto se observó en la zona donde se hizo la parte de uso de hábitat) y de acuerdo con observaciones de X. Ponce-Wainer (com. pers.) realizadas en la noche y en la madrugada.

Las ninfas fueron más abundantes en noviembre al igual que los adultos y su abundancia disminuyó de enero a febrero, mientras que para los adultos la

abundancia más baja se registró en febrero (Fig. 4.2). Esto pudo deberse a que en enero y febrero la disponibilidad del alimento para que las ninfas se desarrollaran fue menor. De acuerdo con Gullan y Cranston (2005), la calidad, cantidad y distribución del alimento es una limitante que puede afectar negativamente la abundancia de los insectos. Por su parte, la baja abundancia de los adultos pudo deberse a que febrero fue el mes donde concluyeron su ciclo de vida y murieron, tal como pasa en el sur de Florida donde los adultos se encuentran todo el año excepto en febrero y abril (Walker, 1962a).

## **5.2. Dinámica poblacional.**

Las tasas de emigración, inmigración y de incremento no variaron estacionalmente de manera significativa (Fig. 4.3a, b y c). Al parecer, los tres sitios no variaron en su calidad de alimento a lo largo del año. La tasa de inmigración promedio fue de 10.29 ind. ind.<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, la de emigración de 5.35 ind. ind.<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> y la de incremento de 4.93 ind. ind.<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> durante todo el año. Las condiciones ambientales favorables y de disponibilidad de recursos estimulan a los grillos a permanecer e ingresar a un sitio, ya que del mismo modo incrementan la probabilidad de conseguir pareja (ver Alexander, 1968).

## **5.3. Densidad de machos.**

En Zapotitlán Salinas la densidad de machos promedio fue baja (83.4 ind./ha) en comparación con la de la REPSA (347.2 ind./ha). La razón de esto es que la REPSA ofrece más especies de plantas en las cuales los grillos pueden asentarse y a la diferencia de tamaños que presentaron los machos, ya que en Zapotitlán Salinas éstos fueron más grandes que en la REPSA. De acuerdo con Bennet-Clark (1998) y Ponce-Wainer (2007), los grillos que tienen mayor tamaño producen bajas frecuencias de canto y aquellos de menor tamaño producen altas frecuencias de canto que son más fáciles de detectar.

La densidad de machos más alta fue en noviembre y la más baja fue en agosto (Tabla 4.4 y Fig. 4.4), debido a que en este mes se registró la precipitación más alta de todo el año (Fig. 3.2), provocando que el canto de los grillos no fuera fácil de detectar, debido a que el radio de audibilidad decrece con la humedad (Walker, 1962b). En contraste, en noviembre hubo una temperatura promedio que osciló entre los 20°C y no hubo lluvias (Fig. 3.2), lo cual favorece el canto de los grillos.

#### **5.4. Historia natural.**

*O. niveus* en Zapotitlán Salinas presentó multivoltinismo, igual que en la REPSA (Pérez-Escobedo, 2007), esto se debe a que en estos sitios la temperatura es alta en comparación con las temperaturas que se presentan en el norte de Estados Unidos,

y a que todo el año encuentran alimento, por lo que los grillos se reproducen todo el tiempo. Sin embargo, estos ciclos de vida difieren al que registra la especie en el norte de Estados Unidos, encontrándose en estado juvenil desde febrero hasta principios de agosto, después madura y se encuentra hasta las primeras heladas donde todos mueren y el huevo está en estado de diapausa (Fulton, 1915).

Por otra parte, el tamaño corporal de *O. niveus* en esta localidad fue significativamente más grande (1.59 cm) que el que registró Pérez-Escobedo (2007) en la REPSA (a 2270 m s.n.m.), que fue de 1.44 cm. Esto sugiere la existencia de una variación altitudinal y latitudinal en este rasgo, ya que Hebard (1935) colectó grillos a diferentes altitudes y observó que la longitud del cuerpo, del ovipositor y de las alas era menor cuando los grillos se encontraban a mayor altitud; posteriormente Mosseau y Roff (1989) realizaron un muestreo desde Montreal hasta Georgia y llegaron a la misma conclusión.

### **5.5. Preferencia de oviposición y hábitat.**

En el laboratorio se registró que las hembras de *O. niveus* prefirieron ovipositar sobre *W. urens* (Fig. 4.5), debido: a) que ofreció dos sitios (tallos y hojas) para que las hembras depositaran sus huevos, en comparación de *Mirabilis viscosa* y *Croton ciliatoglanduliferus* que sólo ofrecieron el tallo; b) por el diámetro de los tallos, ya que los de *W. urens* fueron más grandes que los tallos de las otras dos especies (*W.*

*urens* = 1.7-2.5 cm; *M. viscosa* = 0.7-1.1 cm y *C. ciliatogladuliferus* = 0.6-1.0 cm); y de acuerdo con Fulton (1925) las hembras de esta especie ovipositan sobre ramas que tienen un diámetro entre 1.3-2.5 cm; porque les permite hacer más hileras para ovipositar y c) además de que *W. urens* no sólo proporcionaba sus hojas como alimento sino que poseía áfidos que son parte de la dieta de los grillos. En la REPSA, Pérez-Escobedo (2007) registró que las hembras de esta especie ovipositaron indistintamente sobre *Eupatorium petiolare*, *Montanoa tomentosa*, *Buddleia cordata* y *Plumbago pulchella*, a pesar que este sitio presentó poblaciones de *W. urens*. Sin embargo, en el campo las hembras de este estudio prefirieron ovipositar sobre *W. urens* y *Montanoa* sp.

5.5.1. *Caracterización del hábitat.* El índice de similitud que presentaron los Sitios 1 y 2 indica que son muy parecidos (Tabla 4.7), debido a que comparten 13 especies. Sin embargo, al comparar los sitios de Zapotitlán Salinas con las dos parcelas de la REPSA se encontró que no tienen similitud, ya que en algunos casos comparten dos especies (*Rynchelytrum repens* y *W. urens*), en otros sólo *W. urens* y en otros ninguna. Esto se debió a las características ambientales que presenta cada una de las localidades estudiadas.

6.5.2. *Selección de hábitat.* *O. niveus* también forrajea sobre *W. urens* y la selecciona como hábitat en dos de los tres sitios de estudio (Tabla 4.8). Esto posiblemente se deba a que es una planta que tiene mayor cobertura en comparación con las otras,

las hojas híspidas de esta planta tienen una alta riqueza nutricional en nitrógeno, fósforo y agua para los grillos y sus presas (Cano-Santana, 1987; Cano-Santana y Oyama, 1993), las cuales se encuentran presentes todo el año en el sitio de estudio. Adicionalmente, se sabe que *W. urens* constituye una fuente de alimento porque alberga una gran variedad de insectos (aproximadamente 17 especies), de los cuales se alimentan los grillos y por sus hojas (que tienen una alta riqueza nutricional, que pueden ser consumidas en cualquier época del año, ya que resisten variaciones de temperaturas (Carbajal-Moreno, 1975; Cano-Santana, 1987; Cano-Santana y Oyama, 1994a).

En el Sitio 2 los grillos no mostraron preferencia entre *W. urens* y *C. ciliatoglanduliferus* (Tabla 4.8), debido a que las plantas de *W. urens* estaban infestadas por orugas u hormigas y a que sus hojas estaban secas, lo cual redujo la disponibilidad del hábitat, lo que influyó a que los grillos estuvieran de igual manera sobre ambas especies. Además, *C. ciliatoglanduliferus* puede considerarse buena fuente de alimento y refugio, ya que alberga insectos pertenecientes a los órdenes Coleoptera, Hemiptera, Homoptera y Lepidoptera; tiene una arquitectura que al parecer, protege a los grillos de depredadores como las aves y las chinches (Hemiptera), además de ofrecer alimento a los pulgones (Homoptera) (Corcuera y Jiménez, 2005b; Jiménez-Salinas *et al.*, 2006), los cuales constituyen una parte de la dieta de los grillos.

En la REPSA, Pérez-Escobedo (2007) registró que *O. niveus* mostró mayor preferencia por asentarse en *Buddleia cordata* que en *W. urens*. Esto posiblemente se deba a que las plantas de *Buddleia cordata*, albergan muchas más especies de artrópodos que *W. urens* (Southwood *et al.*, 1982; Oyama *et al.*, 1994), lo cual es un factor que incrementa la posibilidad de que los grillos encuentren una mayor cantidad y variedad de presas. Southwood *et al.* (1982) registró que los árboles del género *Buddleia* sostienen a 249 especies de artrópodos en Sudáfrica y 178 en Reino Unido. Cano-Santana (com. pers.) reconoce que *B. cordata* sostiene una gran variedad de insectos en su follaje, entre los que se encuentran larvas de Lepidoptera [*Acronyctodes mexicanaria* Walker, Geometridae (García-García, 2004), *Halisodota curtula* L, Notodontidae y *Lophoceramica pyrrha* Druce (Noctuide) (Cano-Santana y Oyama, 1994b)], ninfas y adultos de Hemiptera (*Stenomachra marginella* Herrich-Shaeffer,) y Homoptera (*Hemotocus* sp.) y ninfas y adultos de Coleoptera [*Nodonota curtula* Jacoby (Chrysomelidae), *Oedionychus conspurcatus* Jacoby (Chrysomelidae) y *Heikertingerella variabilis* Jacoby (Chrysomelidae); Zaragoza, 1963].

Se observó que las ninfas de los primeros tres estadios prefirieron asentarse en las hojas jóvenes. Esto puede estar relacionado con el hecho de que éstas presentan un gran contenido de agua que disminuye conforme va avanzando su edad (Cano-Santana, 1987; Pérez-Estrada, 1993). Los grillos *O. niveus* prefirieron

estar en el envés de las hojas (Tabla 4.9) de *W. urens*, posiblemente porque les ofrece protección contra los depredadores y contra los rayos solares.

## VI. Conclusiones y perspectivas de estudio.

### 6.1. Conclusiones.

Con la realización de este estudio se puede concluir lo siguiente:

1. Los altos valores de densidad poblacional que tiene este grillo de octubre a diciembre se pueden deber principalmente a la disponibilidad de alimento y baja incidencia de aves depredadoras en esta temporada.
2. La proporción sexual a lo largo del año no difirió significativamente del modelo 1:1, porque hay un recambio equitativo entre los sexos. Sin embargo, al calcular la proporción sexual anual se encontró una diferencia significativa de este modelo, siendo este 1 macho : 1.2 hembras, debido posiblemente a que los machos sufren mayores tasas de mortalidad.
3. En el laboratorio las hembras prefirieron ovipositar sobre *Wigandia urens* porque fue una planta que ofreció alimento (áfidos y hojas) para ellas y su progenie, presenta hojas de mayor tamaño y tallos suaves y de mayor diámetro que *Mirabilis viscosa* y *Croton ciliatoglandulifereus*. Esta última especie sólo ofreció áfidos que aprovechan sólo los grillos adultos para alimentarse. En el campo las hembras ovipositaron sobre *W. urens* y *M. viscosa*.
4. Las tasas de emigración, inmigración e incremento no variaron a lo largo del año, ya que los grillos sólo entran y salen de los sitios continuamente para alimentarse de estas plantas y descansar.

5. La densidad de machos fue mayor en noviembre, debido a que en este mes no se registraron lluvias y ni viento que posiblemente afectan la supervivencia.
6. Esta especie forrajea y se aparea sobre *W. urens* porque es una planta que ofrece follaje e insectos como alimento, además de que fue la especie con mayor cobertura en los sitios de estudio.
7. *Oecanthus niveus* presenta multivoltinismo, así como un mayor tamaño en adultos en comparación con lo reportado en la literatura, debido a la temperatura y a la baja latitud y altitud que tiene el sitio de estudio.

## **6.2. Perspectivas de estudio.**

Después de haber realizado este estudio, se considera importante conocer si la hora del día en la que se hace el muestreo afecta la estimación de los atributos poblacionales. Además, sería interesante conocer si *O. exclamationis*, habita en los mismos sitios que *O. niveus* y si presenta el mismo comportamiento, ya que en algunos trabajos que se han realizado en Estados Unidos habitan sobre diferentes tipos de vegetación, pero presentan una distribución semejante. Todavía resta por estudiar en detalle la tasa de fecundidad, mortalidad y natalidad que presenta la población, para conocer su demografía, las tasas de depredación que sufre, las interacciones que pueden tener las dos especies al habitar en la misma localidad. También falta conocer (1) si la población se ve afectada por los cambios climáticos

que existen, (2) si las hembras en el campo prefieren ovipositar sobre *W. urens* o si ovipositan en las especies arbustivas que están disponibles o en aquellas plantas que tienen un tejido suave para facilitar la oviposición, (3) cuántos apareamientos puede tener en la noche, (4) cuánta es la cantidad de agua que pierde en un ambiente cálido y cuánta es aportada por el alimento, (5) cuánto de este alimento puede asimilar, (6) cuál es su distribución en el Valle de Tehuacán, (7) cuáles son los efectos que podría sufrir la población de grillos si la Barranca Grande sigue siendo perturbada por los habitantes del municipio, y (8) cuál es el papel que tiene esta especie como mecanismo de control de enemigos naturales de *W. urens* y como vector de hongos al ovipositar en los tallos.

## Literatura citada

- Alexander, D.R. 1962. The role of behavioral study in cricket classification. *Systematic Zoology*, 11:53-72.
- Alexander, D.R. 1968. Life cycle origins, speciation, and related phenomena in crickets. *The Quarterly Review of Biology*, 43: 1-41.
- Alexander, G. y J.R. Hillard. 1969. Altitudinal and seasonal distribution of Orthoptera in the Rocky Mountains of Northern Colorado. *Ecological Monographs*, 39: 385-432.
- Alexander, D.R. y D. Otte. 2003. Crickets. Pp. 265-269. In: Resh, H. V. y R. T. Cardé (eds.). *Encyclopedia of Insects*. Academic Press, San Francisco.
- Allard, H.A. 1930a. The chirping rates of the snowy tree cricket (*Oecanthus niveus*) as affected by external conditions. *Canadian Entomologist*, 62: 131-142.
- Allard, H.A. 1930b. Changing the chirp-rate of the snowy tree cricket *Oecanthus niveus* with air currents. *Science*, 72: 347-349.
- Arias, T.A., M.T. Valverde y J.R. Santiago. 2001. *Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla*. Instituto Nacional de Ecología, México, D.F. 72 pp.
- Arnett, H.R. 1993. *American Insects. A handbook of the insects of America North of Mexico*. The Sandhill Crane Press, Gainesville, Florida. 1003 pp.
- Bennet-Clark, C.H. 1998. Size and scale effects as constraints in insect sound communication. *Philosophical Transactions of Royal Society of London*, 353: 407-

419.

Blatchley, W.S. 1920. *Orthoptera of Northeastern America*. The Nature Publishing Company, Indianápolis. 784 pp.

Block, B.C. 1966. The relation of temperature to the chirp-rate of male snowy tree cricket, *Oecanthus fultoni* (Orthoptera: Gryllidae). *Annals Entomological Society of America*, 59: 56-59.

Borror, J.D., C.A. Triplehorn y N.F. Johnson. 1992. *An introduction to the study of insects*. Saunders College Publishing, Orlando, Florida. 875 pp.

Brown, W.D. 1999. Mate choice in tree crickets and their kin. *Annual Review of Entomology*, 44: 371-396.

Burger, C.J., M.A. Patten, J.T. Rotenberry y R.A. Redak. 1999. Foraging ecology of the California gnatcatcher deduced from fecal samples. *Oecologia*, 120: 304-310.

Camacho, M. M. y E. Meno. 2001. *Avifauna del Valle de Zapotitlán Salinas*. Secretaría de Desarrollo Urbano, Ecología y Obras públicas. 245 pp.

Cano-Santana, Z. 1987. Ecología de la relación entre *Wigandia urens* y sus herbívoros en el Pedregal de San Ángel, D.F. (México). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 157 pp.

Cano-Santana, Z. y K. Oyama. 1993. Crecimiento de *Sphinx lugens* Walk.

- (Lepidoptera: Sphingidae) bajo una dieta de hojas híspidas y lisas de *Wigandia urens* (Ruíz Pavón) HBK (Hydrophyllaceae). *Folia Entomológica Mexicana*, 87: 13-20.
- Cano-Santana, Z y K. Oyama. 1994a. *Wigandia urens* (Hydrophyllaceae): Un mosaico de recursos para sus insectos herbívoros. *Acta Botánica Mexicana*, 28: 29-39.
- Cano-Santana, Z. y K. Oyama. 1994b. Ámbito de hospederos de tres especies de insectos herbívoros de *Wigandia urens* (Hydrophyllaceae). *Southwestern Entomologist*, 19: 167-172.
- Cano-Santana, Z. 1997. Identificación de los estadios de desarrollo de *Sphenarium purpurascens* Charpentier (Orthoptera: Pyrgomorphidae) por el tamaño de su cabeza. *Folia Entomológica Mexicana*, 100: 65-66.
- Cantrall, I.J. 1943. The ecology of the Orthoptera and Dermaptera of the George Reserve, Michigan. *Miscellaneous Publications. Museum of Zoology. University of Michigan*, 54.182 pp.
- Carbajal-Moreno, T. 1975. Estudio ecológico de los insectos que viven en *Wigandia caracasana* H.B.K. de una zona del Pedregal de San Ángel, D.F. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 103 pp.
- Castellanos-Vargas, I. 2001. Ecología de la oviposición de *Sphenarium purpurascens*

- (Orthoptera: Pyrgomorphidae) en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 115 pp.
- Castellanos-Vargas, I. 2003. El papel de distintos órganos sensoriales de *Sphenarium purpurascens* (Orthoptera: Pyrgomorphidae) en la selección de su sitio de oviposición. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 62 pp.
- Chapman, R.F. 1982. *The insects: structure and function*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 919 pp.
- Coll, M. 1996. Feeding and oviposition on plants by an omnivorous insect predator. *Oecologia*, 105: 214-220.
- Corcuera, P. y M. L. Jiménez. 2005a. Spiders species diversity in some dry forest plants of western Mexico. *American Arachnology*, 72: 1-22.
- Corcuera, P. y M. L. Jiménez 2005b. Relación entre el alimento y la abundancia de pájaros insectívoros del follaje. *Contactos*, 55: 11-17.
- Coronado, P.R. y A. Márquez. 1982. *Introducción a la entomología. Morfología y taxonomía de los insectos*. Limusa, México, D.F. 282 pp.
- Demchak, K. 2002. Commercial berry production & pest management guide 2002-04. Penn State's College of Agricultural Sciences, Pensilvania, 142 pp.
- Drickamer, C.L., S.H. Vessey y D. Meikle. 1996. *Animal Behaviour: Mechanisms*,

- Ecology, and Evolution*. W.C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa. 447 pp.
- Elzinga, J.R. 1997. *Fundamentals of Entomology*. Prentice Hall, Upper Saddle River, Nueva Jersey. 475 pp.
- Essig, E.O. 1958. *Insects and mites of Western North America*. Mc Millan Company, Nueva York. 1050 pp.
- Fedor, P.J. y O. Majzlan. 2001. Distribution and infiltration of the tree cricket *Oecanthus pellucens* (Scopoli, 1973) to unoriginal conditions in Slovakia. *Bulletin de la Société des Naturalistes Luxembourgeois*, 102: 103-108.
- Fulton, B.B. 1915. The tree crickets of New York: Life history and bionomics. *Technical Bulletin*, 42: 1-47.
- Fulton, B.B. 1925. Physiological variation in the snowy tree-cricket *Oecanthus niveus* De Geer. *Annals of Entomological Society of America*, 18: 363-383.
- García-García, P.L. 2004. Desempeño y ecología alimentaria de *Acronyctodes mexicanaria* (Lepidoptera: Geometridae) sobre *Buddleia cordata* (Loganiaceae) de distintos sexos. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 59 pp.
- Gloyer, W.O. y B.B. Fulton. 1916. Tree crickets as carriers of *Leptophaera coniothyrium* (Fckl.) Sacc. and other fungi. *Technical Bulletin*, 50: 1-26.
- Gullan, J.P. y P.S. Cranston. 2005. *The insects an outline of Entomology*. Blackwell Publishing, Malden, Massachusetts. 505 pp.

- Hanks, L.M y R. F. Denno. 1993. Natural enemies and plant water relations influence the distribution of an armored scale insect. *Ecology*, 74: 1081-1091.
- Hebard, M. 1935. The Dermaptera and Orthoptera of Illinois. *Illinois Natural History Survey*, 20: 125-279.
- Hogue, L.C. 1993. *Latin American insects and Entomology*. University of California Press, Los Angeles. 536 pp.
- Huffaker, C.B., A.A. Berryman y J.E. Laing.1984. Natural control of insect. Pp. 359-398. *In*: Huffaker, C.B. y R.L. Rabb (eds.). *Ecological Entomology*. John Wiley and Sons, Nueva York.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1998. Carta topográfica de Tehuacán 1: 50, 000.
- Ives, A.R. 1998. Population ecology. Pp. 236-313. *In*: Stanley, D., T.H. Thimothy, S.R. Carpenter, M.G. Turner, A. Ives, R.L. Jeanne, J.F. Kitchell y N.E. Langston (eds.). *Ecology*. Oxford University Press, Nueva York.
- Jiménez-Salinas, E., P. Corcuera-Martínez del Río, C. Domínguez y P. L. Valverde-Padilla. 2006. Selección de hábitat de la araña linca, *Peucetia viridans* (Hentz) en *Croton ciliatoglanduliferus* (Ortega) en una selva Baja de Jalisco. *Entomología Mexicana*, 5: 282-285.
- Johnson, R.S. 1996. Spiders associated with early successional stages on a Virginia Barrier Island. *The Journal of Arachnology*, 24: 135-140.

- Lincoln, R.J., G.A. Boxshall y P.F. Clark. 1982. *A Dictionary of Ecology, Evolution and Systematics*. Cambridge University Press, Londres. 298 pp.
- Milne, L.J. 1980. *The Audubon Society field guide to North American insects and spiders*. A. A. Knopf Press, Nueva York, 989 pp.
- Mousseau, A.T. y D.A. Roff. 1989. Adpatation to seasonality in a cricket: patterns of phenotypic and genotypic variation in body size and diapause expression along a cline in season length. *Evolution*, 43: 1483-1496.
- Muller-Dombois, H. y P. Ellenberg. 1974. *Aims and methods in vegetation ecology*. Wiley, Nueva York., 547 pp.
- Orians, H.G. y J.F. Wittenberger. 1991. Spatial and temporal scales in habitat selection. *American Naturalist*, 137: S29-S49.
- Osorio, O., A. Valiente-Banuet, P. Dávila y R. Medina. 1996. Tipos de vegetación y diversidad  $\beta$  en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 59: 35-58.
- Oyama, K., Z. Cano-Santana y S. Careaga 1994. Estudios sobre la interacción herbívoro-planta en el Pedregal de San Ángel, D.F. pp. 301-311. In: Rojo, A. (comp.). *Reserva ecológica "El Pedregal" de San Angel: ecología, historia natural y manejo*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Peña, E.J. y F.D. Bennett. 1995. Arthropods associated with *Annona* spp. in the neotropics. *Florida Entomologist*, 78: 329-349.

- Pérez-Escobedo, M. 2007. Variación espacial y temporal de la estructura poblacional de dos especies del género *Oecanthus* (Orthoptera: Gryllidae) en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 66 pp.
- Pérez-Estrada, B.L. 1993. Factores que afectan la densidad de tricomas urticantes en *Wigandia urens* (Hydrophyllaceae). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. 55 pp.
- Petraborg, W.H., E.G. Wellein y V.E. Gunvalson. 1953. Roadside drumming counts a spring census method for ruffed grouse. *Journal of Wildlife Management*, 17: 292-295.
- Ponce-Wainer, J. X. 2007. Selección sexual y riesgo de depredación sobre los patrones de canto de *Oecanthus niveus* en una comunidad xerófita Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. 19 pp.
- Punzo F. 2002. Early experience and prey preference in the lynx spider, *Oxyopes salticus* Hentz (Araneae: Oxyopidae). *Journal of New York Entomological Society*, 110: 255-259.
- Ricklefs, R.E. y G.L. Miller. 2000. *Ecology*. W. H. Freeman and Company, Nueva York. 282 pp.

- Ridley, M. 1996. *Evolution*. Blackwell Science, Atlanta. 719 pp.
- Rieger, F.J., C.A. Binckley y W.J. Resetarits. 2004. Larval performance and oviposition site preference along a predation gradient. *Ecology*, 85: 2094-2099.
- Scheirs, J. y L. De Bruyn. 2002. Integrating optimal foraging and optimal oviposition theory in plant-insect research. *Oikos*, 96: 187-191.
- Schenk, K., F. Suhling y A. Matens. 2004. Egg distribution, mate-guarding intensity and offspring characteristics in dragonflies (Odonata). *Animal Behaviour*, 68: 599-606.
- Schowalter, D.T. 2006. *Insect Ecology*. Academic Press, Amsterdam. 572 pp.
- Sholes, O. 1984. Responses of arthropods to the development of goldenrod inflorescences (Solidago: Asteraceae). *American Midland Naturalist*, 112: 1-14.
- Shull, A.F. 1907. The stridulation of the snowy tree-cricket (*Oecanthus niveus*). *Canadian Entomologist*, 39: 213-228.
- Shure, J.D. 1973. Radionuclide tracer analysis of trophic relationships in an old-field ecosystem. *Ecological Monographs*, 43: 1-16.
- Singer, C.M. 1986. The definition and measurement of oviposition preference in plant-feeding insects. Pp. 65-94. In: Miller, J.R. y T.A. Miller (eds.). *Insect-plant interactions*. Springer-Verlag, Nueva York.
- Smith, L.R. y T.M. Smith. 2001. *Ecología*. Pearson Addison Wesley, Madrid. 642 pp.

- Southwood, T.R.E., V.C. Moran y C.E.J. Kennedy. 1982. The richness, abundance and biomass of the arthropod communities of trees. *Journal of Animal Ecology*, 51: 635-649.
- Statsoft, Inc. 2004. *Statistica* (data analysis software system), version 7.
- Tooker, J.F. y L.M. Hanks. 2000. Influence of plant community structure on natural enemies of pine needle scale (Homoptera: Diaspididae) in urban landscapes. *Environmental Entomology*, 29: 1305-1311.
- Toy, J.R. y S. J. Toy. 1992. Oviposition preferences and egg survival in *Nanophyes shoreae* (Coleoptera, Apionidae), a weevil fruit-predator in South-East Asian Rain Forest. *Journal of Tropical Ecology*, 8:195-203.
- Walker, T.J. 1962a. The taxonomy and calling songs of United States tree crickets (Orthoptera: Gryllidae: Oecanthinae). I. The genus *Neoxobea* and the *niveus* and *varicornis* groups of the genus *Oecanthus*. *Annals Entomological Society. America*, 55: 303-322.
- Walker, T.J. 1962b. Factors responsible for intraspecific variation in the calling song of crickets. *Evolution*, 16: 407-428.
- Walker, T.J. 1969. Acoustic synchrony: two mechanisms in the snowy tree cricket. *Science*, 166: 891-894.
- Walker, T.J. y A.B. Gurney. 1967. The metanotal gland as a taxonomic character in New world *Oecanthus* (Orthoptera, Gryllidae). *Proceedings of the*

- Entomological Society of Washington*, 69: 157-161.
- Walker, T. y S. Mazaki 1989. Natural History. pp. 2-42. In: Franz, H., T. E. Moore y W. Lober (eds.). *Cricket behaviour and neurobiology*. Cornell University Press, Nueva York.
- Wiegert, G.R., E.P. Odum y J.H. Schnell. 1967. Forb-arthropod food chains in a one-year experimental field. *Ecology*, 48: 75-83.
- Willey, B.M. y P.H. Adler. 1989. Biology of *Peuceitia viridans* (Aranae, Oxypidae) in South Carolina, with special reference to predation and maternal care. *Journal of Arachnology*, 17: 275-284.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Upple Saddle River, Nueva Jersey. 929 pp.
- Zaragoza, C.S. 1963. Estudio de coleópteros del Pedregal de San Ángel, D.F. (Familia Chrysomelidae). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, D. F. 64 pp.
- Zavala-Hurtado, J. 1982. Estudios ecológicos en el valle semiárido de Zapotitlán, Puebla. I. Clasificación numérica de la vegetación basada en atributos binarios de presencia o ausencia de las especies. *Biotica*, 7: 99-119.