



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**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**

**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 :**

**HILDA MARCELA PÉREZ ESCOBEDO**



**FACULTAD DE CIENCIAS  
UNAM**

**TUTOR: DR. ZENÓN CANO SANTANA**

**2007**



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.

1. Datos del alumno  
Pérez  
Escobedo  
Hilda Marcela  
55 92 48 98  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
099245764
2. Datos del tutor  
Dr  
Cano  
Santana  
Zenón
3. Datos del sinodal 1  
Dr  
Cordero  
Macedo  
Carlos Rafael
4. Datos del sinodal 2  
Dr  
Cueva del Castillo  
Mendoza  
Raúl
5. Datos del sinodal 3  
Dra  
Castaño  
Meneses  
Rosa Gabriela
6. Datos del sinodal 4  
M en C  
Castellanos  
Vargas  
Iván
7. Datos del trabajo  
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  
71 p  
2007

## Dedicatoria

A mi mamá,

A mi papá,

A Loira,

A Mauro,

A la luna,

A la reserva.

¡Que sencillo es a quien tiene corazón de grillo  
interpretar la vida esta mañana!

**Conrado Nalé Roxlo**

## **Agradecimientos**

A mi querido tutor, el Dr. Zenón Cano-Santana y al Dr. Raúl Cueva del Castillo Mendoza.

A TODA mi familia, por su apoyo continuo. Muchas gracias.

A todos mis fieles acompañantes de muestreo: Ariana Romero Mata, Ezequiel Valdivia Torres, Esteban Zamorán, Isael Victoria, Jonathan Antonio Garcés, Carlos Maciel, Yislem Beltrán Díaz, Massyel García Meneses, Gasde Hunnedy López, Delfín Milton Montañana Palacios, Bertha, Mario Mercado Sánchez, Mario, Gabriel, Luis, José de Jesús Martínez González, Gustavo López Ballona, Claudia Natera Lara, Yire y Ernesto Zavala.

A mis maestros del Taller por sus conocimientos y comentarios: Dra. Teresa Valverde, Dr. Calos Martorell, Dra. Carmen Mandujano, Dr. Jorge Meave, Dra. Silvia Castillo-Argüero y la Dra. Consuelo Bonfil.

A mis sinodales, por sus consejos y observaciones: M. en C. Iván Castellanos, Dra. Gabriela Castaño y al Dr. Carlos Cordero.

A mis amigos por su apoyo y cariño: Memo Gil, Yislem Beltrán, Ernesto Navarrete, Manuel Posada, Goreti Nieto Velásquez, Paula Rosario Romo de Vivar Martínez, José León Pérez, Rocío Ponce Reyes, Anaid Linares y Laura Padilla-Hernández.

Al M. en C. Oswaldo Núñez Castillo, a la Mtra. María Elena Monroy Monroy, al M. en C. Enrique Mariño y al Biól. Marco Romero Romero por su apoyo técnico.

A mi casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México.

La presente tesis fue financiada 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
<b>I. Introducción</b>	
1.1 Ecología de poblaciones .....	1
1.2 Selección de hábitat .....	2
1.3 Los grillos <i>Oecanthus</i> .....	2
1.4 Comportamiento y ecología de los grillos .....	7
1.5 Justificación .....	11
<b>II. Objetivos</b> .....	12
<b>III. Sitio de estudio</b> .....	13
<b>IV. Material y Métodos</b> .....	14
<b>V. Resultados</b>	
5.1 Factores ambientales de la REPSA.....	18
5.2 Historia natural y uso de hábitat de <i>Oecanthus</i>	
5.2.1 <i>Oecanthus niveus</i> .....	19
5.2.2 <i>Oecanthus californicus</i> .....	25
5.3 Selección de hábitat de <i>Oecanthus</i>	
5.3.1 Descripción de los sitios de estudio .....	29
5.3.2 <i>Oecanthus niveus</i> .....	32
5.3.3 <i>Oecanthus californicus</i> .....	35
5.4 Densidad de machos	
5.4.1 <i>Oecanthus niveus</i> .....	39
5.4.2 <i>Oecanthus californicus</i> .....	41
5.6 Variación espacial y temporal de la estructura poblacional	
5.6.1 <i>Oecanthus niveus</i> .....	44
5.6.2 <i>Oecanthus californicus</i> .....	49
<b>VI. Discusión</b>	
6.1 Historia natural y uso de hábitat de <i>Oecanthus</i> en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel .....	53
6.2 Selección de hábitat .....	54
6.3 Densidad de machos	
6.3.1 <i>Oecanthus niveus</i> .....	56
6.3.2 <i>Oecanthus californicus</i> .....	57
6.4 Estructura poblacional	
6.4.1 <i>Oecanthus niveus</i> .....	58
6.4.2 <i>Oecanthus californicus</i> .....	60
<b>VII. Conclusiones y Perspectivas</b> .....	62
<b>Literatura citada</b> .....	64

Pérez-Escobedo, H.M. 2007. Variación espacial y temporal de la estructura poblacional de dos grillos del género *Oecanthus* (Orthoptera: Gryllidae) en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 71 pp.

### Resumen

La estructura poblacional es un conjunto de caracteres que describen el arreglo de los individuos de una población en un momento dado. El objetivo del presente trabajo fue conocer la variación espacial y temporal de la estructura poblacional de *Oecanthus niveus* y *Oecanthus californicus* (Gryllidae) en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA), D.F., así como contribuir al conocimiento de algunos aspectos de su historia natural.

*O. niveus* está presente en la REPSA todo el año; se registró sobre 27 especies de plantas, en las cuales descansa, come, canta, se aparea y oviposita; las cuatro especies que prefiere según el índice de preferencia son *Eupatorium petiolare*, *Buddleia cordata*, *Iresine celosia* y *Wigandia urens*. No se detectaron parasitoides en los adultos y sólo se observó a la araña *Peucetia viridans* alimentándose de una ninfa de esta especie de grillo. La densidad de machos varió significativamente a través del año, teniendo un valor máximo en febrero y marzo. El tamaño corporal de los adultos no difirió del descrito para el norte de su distribución. Su estructura poblacional varió a lo largo del año, presentando una generación por año, en la que los adultos están presentes todo el año, mientras que la época de reclutamiento de ninfas es de enero a junio.

Por otro lado, los adultos de *O. californicus* se encuentran de agosto a febrero. La abundancia de esta especie fue baja a lo largo del año; se registró a *O. californicus* sobre 14 especies de plantas, en las cuales descansa, come, canta y se aparea. Las especies que prefiere son *W. urens*, *B. parviflora*, *B. cordata* y *Loeselia mexicana*. El tamaño corporal de los adultos difirió del indicado para EUA. La mayor densidad de machos se encontró en octubre, difiriendo significativamente del resto del año. Este es el registro más sureño de esta especie. Las diferencias encontradas entre estas especies y entre sus distribuciones se deben a la variación de su ciclo de vida y a diferentes condiciones ambientales que encuentran, ya que en el norte de su distribución, las temperaturas son más bajas.

Pérez-Escobedo, H.M. 2007. Variación espacial y temporal de la estructura poblacional de dos grillos del género *Oecanthus* (Orthoptera: Gryllidae) en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 71 pp.

### **Abstract**

Population structure is a set of characters that describe a population in a moment. The goal of this work was to know spatial and temporal variability of the population structure of *Oecanthus niveus* and *Oecanthus californicus* (Gryllidae) in the ecological preserve of Pedregal de San Ángel (REPSA), Mexico City, as well as to contribute with some aspects of its natural history.

*O. niveus* all the year can be found in REPSA; it was found on 27 plant species, where it rests, eats, sings, mates and oviposits; the most preferred plant species are *Eupatorium petiolare*, *Buddleia cordata*, *Iresine celosia* and *Wigandia urens*. There weren't detected parasitoids on adults and it was observed the spider *Peucetia viridans* eating a nymph of this cricket species. There was a significant change in male density trough the year, having the greatest density in February and March. Adult's body size was not different than the individuals in their North distribution. Population structure change trough the year, having one generation per year with egg diapause, were adults are present all year, and nymphs are present from January to June.

On the other hand, *O. californicus* can be found from August to February. This specie have low abundance trough the year of study; it was found on 14 plant species, where it rests, eats, sings and mates; the most preferred plants were *W. urens*, *B. parviflora*, *B. cordata* and *Loeselia mexicana*. Adult's body size was longer than in USA. The greatest male density was found in October. For this species, this is the Southern record. Differences in their life cycles between this species and north species must to environmental conditions, for example, temperature is lower in the USA winter and adults die, and in REPSA adults live all the year.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Ecología de poblaciones.

Una población es un grupo de organismos de la misma especie que ocupan un área determinada en un tiempo dado (Krebs, 1985). Los parámetros demográficos que determinan el tamaño poblacional son las tasas de natalidad, mortalidad, inmigración y emigración (Begon *et al.*, 1996), asimismo, la estructura de edades y la supervivencia afectan el tamaño de una población (Bougney, 1973).

La estructura poblacional es el conjunto de caracteres que describen el arreglo de los individuos que constituyen a una población. Entre tales caracteres se encuentran la estructura de edades, el tamaño efectivo de la población, la proporción sexual, el patrón de distribución espacial y la densidad (Blair, 1943; Hewitt y Bultin, 1997). La estructura de edades de las poblaciones varía espacial y temporalmente debido a la duración del ciclo de vida, la variación de las condiciones ambientales y la disponibilidad de los recursos (Blair, 1943; Ebenman y Persson, 1988; Hewitt y Bultin, 1997).

De acuerdo con Bougney (1973), los caracteres que definen la estructura poblacional son: a) la *estructura de edades o de tamaños*, que es la proporción de individuos de cada edad o tamaño que hay en la población en un momento dado; b) el *tamaño efectivo de la población*, compuesta por la cantidad de individuos que están en etapa reproductiva; c) la *proporción sexual*, representada por la fracción de machos y hembras que hay en la población en un momento determinado, y d) el *patrón de distribución*

*espacial*, que consiste en el modo en el que los individuos de una población están dispuestos en el espacio y, que puede ser azarosa, uniforme o agregada.

### **1.2. Selección de hábitat.**

La selección de hábitat determina en gran medida el patrón de distribución espacial de las poblaciones, ya que es la respuesta a la heterogeneidad ambiental de acuerdo con sus requerimientos para sobrevivir, crecer, reproducirse y protegerse ante las variaciones ambientales, a fin de maximizar la supervivencia y el éxito reproductivo de la progenie (Orians y Wittenberger, 1991; Drickamer *et al.*, 1996; Pigliucci, 2001). Krebs (1985) discute que este proceso está determinado por las conductas, los recursos, las condiciones ambientales y las interacciones bióticas. En este sentido, los individuos sólo ocupan parte de su hábitat potencial, y la distribución de su especie estará limitada por la conducta de los individuos en la selección de su hábitat, de modo que hay un impacto en la estructura poblacional, ya que tiene repercusión en la supervivencia individual y en la de su progenie (Drickamer *et al.*, 1996; Rieger *et al.*, 2004).

### **1.3. Los grillos *Oecanthus*.**

Los grillos (Orthoptera, Ensifera: Gryllidae), son insectos ovíparos, paurometábolos con tarsos triarticulados y órganos auditivos en las tibias anteriores; poseen largas antenas filiformes que regularmente llevan extendidas hacia delante y sus alas, cuando están bien desarrolladas, las llevan sobre el dorso (Fulton, 1915; Masaki y Walker, 1987). Los machos presentan órganos de estridulación en las alas (Vázquez y Villalobos, 1987),

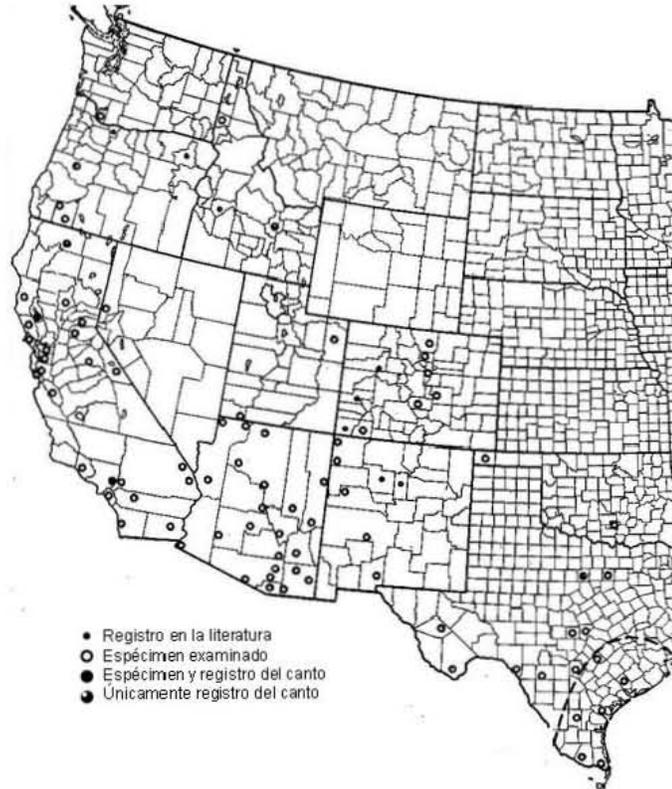
mientras que las hembras, tienen un ovipositor espadiforme visible con el cual ovipositan en el suelo o en las ramas de las plantas (Blatchley, 1920; Ball *et al.*, 1942; Vázquez y Villalobos, 1987). Presentan generalmente de cinco a 12 estadios juveniles (Alexander, 1968).

La subfamilia Oecanthinae contiene a los grillos arborícolas, agrupados en los géneros, *Oecanthus* y *Neoxabea*. No existe una revisión acerca de la distribución del género *Oecanthus*, pero Eades *et al.* (2007) reconocen 63 especies que se distribuyen en los cinco continentes. Los grillos arborícolas del género *Oecanthus* presentan cinco estadios de desarrollo (Borror *et al.*, 1981; Arnett, 1993), los cuales viven sobre árboles y arbustos (Borror *et al.*, 1981); son depredadores generalistas, los adultos y las ninfas se alimentan de hemípteros, homópteros como los áfidos, himenópteros, orugas, huevos de arañas, hongos, materia orgánica, partes reproductivas de las plantas como frutos, anteras, polen, e inclusive pueden presentar canibalismo (Fulton, 1915; Walker, 1962; Knopf, 1984; Willey y Adler, 1989; Hanks y Denno, 1993; Fedor y Majzlan, 2001). Tienen como depredadores naturales a insectos parasitoides y arañas (Punzo, 2002).

Generalmente tienen una generación por año con diapausa en la etapa de huevo durante las estaciones frías o secas, excepto *O. argentinus* y *O. celerinictus*, que en el este de EUA presentan dos generaciones por año con diapausa en la etapa de huevo durante el invierno (Alexander, 1968) y *O. indicus* que se distribuye de China a la India, y también es bivoltino (Masaki y Walker, 1987).

En la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, D.F., se han registrado dos especies de Oecanthinae, *O. niveus* De Geer y *O. californicus* Saus. (Cano-Santana, 1987; Cano-Santana y Oyama 1994a; obs. pers.).

*Oecanthus californicus* es un grillo de 12 mm de largo con un cuerpo de color variable, que va de verde pálido a café brillante; la parte superior de la cabeza y los dos primeros segmentos de las antenas están pigmentados de rojo o café rojizo y la base de las antenas está ornamentada con una línea negra (Fulton, 1926a). Los machos producen un canto continuo y agudo, las hembras tienen un ovipositor de 5 a 6 mm de largo y las ninfas del primer estadio miden 3 mm (Fulton, 1926b). Se distribuye al noroeste de EUA, (Fig. 1.1) y en los matorrales secos del norte de México, pues se ha registrado en los estados de Sonora, Sinaloa, Durango, Coahuila y Zacatecas (Walker, 1967). Habita sobre arbustos y en matorrales con mezquital y cactus, sobre matorrales de encino y enebros o pinos pequeños, rosas silvestres, y en la hierba *Ceanothus integerrimus* Hook. y Arn. (Rhamnaceae) (Fulton, 1926a). Se ha observado que las hembras ovipositan en los tallos de las rosas silvestres (Fulton, 1926a; Walker, 1962). Presenta diapausa en la etapa de huevo, los adultos se encuentran de mayo a noviembre y generalmente presentan una sola generación por año, aunque parece existir una segunda generación en la parte sur de su distribución (Alexander, 1962; Walker, 1962). Se ha registrado que la araña lince (*Oxyopes salticus*) se alimenta de sus ninfas (Punzo, 2002).



**Figura 1.1.** Distribución de *Oecanthus californicus* en EUA (Tomado de Walker, 1962).

Por su parte, *Oecanthus niveus* tiene una longitud de 14 mm, su cuerpo tiene un suave color blanco marfil y verde pálido, medianamente matizado especialmente las hembras; el ovipositor es pequeño, recto y de color negro (Fulton, 1915; Blatchley, 1920). El canto de los machos de esta especie es considerado como el más musical de todos los insectos, consiste de vibraciones agudas repetidas rítmicamente por un tiempo y duración indefinidos, cantando en coro sincronizado (Fulton, 1915; Cantrall, 1943). Durante el día permanecen escondidos entre el follaje y las flores de varias plantas, pero tienen actividad desde el atardecer hasta la madrugada y a veces en días nublados (Fulton, 1915; Blatchley, 1920; Cantrall, 1943).

Esta especie se distribuye en el este de EUA (Fig. 1.2), Canadá, centro de México, Cuba y Guatemala (Fulton, 1925). Su ciclo de vida varía según su distribución, en el norte de EUA presenta una generación por año, pero en el sur de EUA presenta por lo menos dos generaciones por año (Walker, 1962). En el norte de EUA *O. niveus* madura a principios de agosto y se escuchan sus cantos hasta inicios de noviembre (Fulton, 1915; Walker, 1962). Al norte de Florida, la primera generación de adultos aparece a mediados de mayo, el quinto estadio se presenta a principios de septiembre y en la parte más sureña los adultos están presentes todo el año excepto en los meses de febrero y abril (Walker, 1962).

*Oecanthus niveus* está presente en la copa de los árboles caducifolios, principalmente frutales (Fulton, 1925; Walker, 1962), pero también se ha encontrado en una gran cantidad de hierbas, enredaderas, helechos y arbustos como *Pteris* sp. (Pteridaceae), *Artemisia tridentata* Nutt. (Asteraceae), *Salix* sp. (Salicaceae), *Salsola kali* ssp. *tenuifolia* Moq. (Chenopodiaceae), *Ulmus fulva* Michx. (Ulmaceae) y *Prunus spinosa* L. (Rosaceae) (Blatchley, 1920; Fulton, 1925; Cantrall, 1943; Walker, 1962; Helfer, 1963). Prefiere las áreas cultivadas como jardines, huertos y bardas artificiales de los límites de los bosques que las áreas naturales, y se ha registrado asociado a áreas de cultivo abandonadas y quemadas (Fulton, 1915, 1925; Blatchley, 1920). Se le ha registrado como consumidor de homópteros, cóccidos, frutos, hojas tiernas de plantas angiospermas, materia en descomposición, hongos, himenópteros, orugas y huevos de araña (Fulton, 1915; Blatchley, 1920; Hebard, 1934; Cantrall, 1943; Helfer, 1963). Los huevos de *O. niveus* son depositados generalmente en la parte superior de las ramas de plantas como

la frambuesa, la zarzamora, *Ulmus fulva* y *Prunus spinosa* (Fulton, 1915; Blatchley, 1920; Cantrall, 1943); primero, la hembra mastica un pequeño pedazo de la corteza del árbol haciendo un hoyo, después barrena más profundamente con el ovipositor, deposita los huevos y finalmente, deposita una gota de excremento sobre el hoyo para sellarlo (Fulton, 1915; Blatchley, 1920).

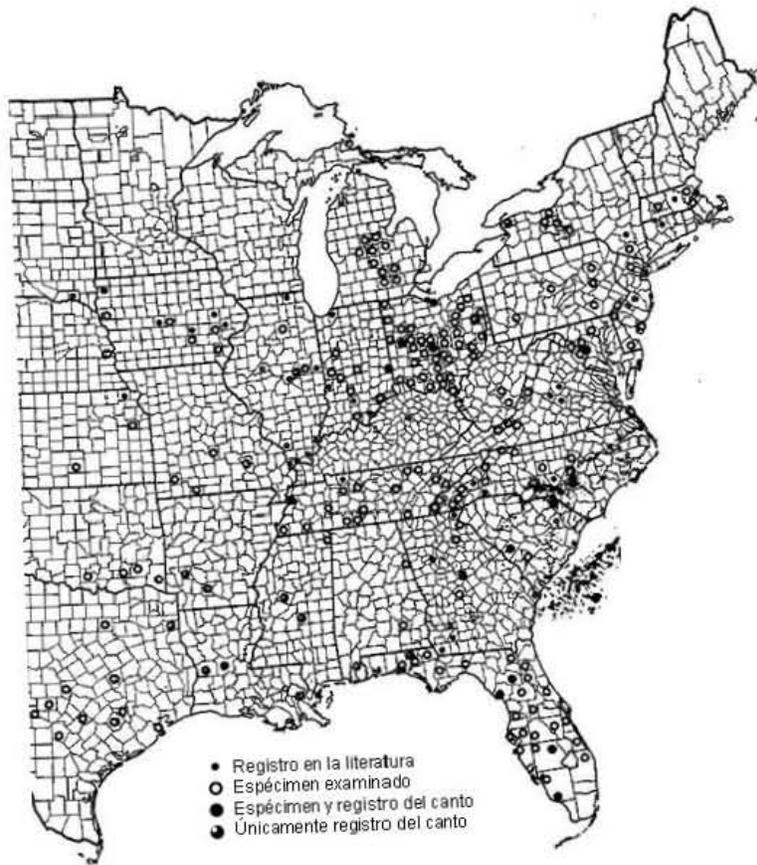


Figura 1.2. Distribución de *Oecanthus niveus* en EUA (Tomado de Walker, 1962).

#### 1.4. Comportamiento y ecología de los grillos.

La comunicación acústica es un proceso diverso y fundamental que se aprecia en los insectos (Dawkins, 1987), es un tema importante para el análisis evolutivo, ya que existen numerosas modalidades de estructuras, formas de propagación, y de recepción

de las señales. Por ejemplo, para los procesos de especiación, es necesario entender cómo se modifica el reconocimiento de señales, ya que éstas median muchas conductas y, su evolución puede estar directamente relacionada con la diversidad de presiones de selección natural y sexual (Alexander, 1962; Toms, 1993). El canto es utilizado por los machos de muchos insectos para atraer hembras para el apareamiento. Los machos que emiten los cantos preferidos por las hembras alcanzan un mayor número de apareamientos que el resto de los machos de la población (Thornhill y Alcock, 1983). Asimismo, debido a que el canto es un atributo costoso energéticamente puede revelar a la hembra la calidad potencial de una pareja (Wedell y Sandberg, 1995; Brown *et al.*, 1996).

Los grillos arborícolas, y otros Ensifera, son organismos muy apropiados como modelo de estudio de la comunicación acústica, debido tanto a la diversidad de señales y modalidades de comunicación, como a su complejidad, su accesibilidad a los estudios de campo y laboratorio y su diversidad de incentivos para las hembras, incluyendo los regalos de secreciones glandulares, espermátóforos, proporción de refugio y la oportunidad de observar en acción la elección femenina postcopulatoria por medio de la manipulación del espermátóforo colocado externamente (Brown, 1999). Los cantos son señales que facilitan la ubicación de los machos, y los patrones de canto describen sus afiliaciones filogenéticas, y su comportamiento de apareamiento, poniendo a la vista las oportunidades de la elección de pareja (Brown, 1999). Sin embargo, los componentes del canto que son preferidos por las hembras, frecuentemente incrementan el riesgo de depredación, ya que pueden atraer tanto a depredadores o a hembras de parasitoides,

como a otros machos adultos (Wagner, 1996; Wagner *et al.*, 2001; Gray y William, 1999; Kolluru, 1999). Los patrones de canto pueden variar geográficamente como resultado de diferencias en las preferencias sexuales de las hembras y por presiones de depredación a lo largo del área de distribución de una especie (Fulton, 1925).

Por otra parte, los grillos arborícolas también son un buen sistema de estudio debido a su importancia en los ecosistemas ya que son depredadores de los insectos consumidores de las plantas, como los homópteros y los hemípteros (Fulton, 1915; Hanks y Denno, 1993; Tooker, 2000). Fulton (1915) cultivó una ninfa de *O. niveus* del cuarto estadio y registró que se alimentó en promedio de 400 homópteros durante una noche, llegando a consumir hasta 900 individuos, por lo que se sugiere que los grillos regulan y disminuyen el impacto que otros insectos puedan tener sobre la planta hospedera (Sholes, 1984). No obstante, al mismo tiempo, los grillos arborícolas dañan las flores y frutos en desarrollo, ya que se alimentan de ellos haciendo perforaciones para chupar la pulpa (Fulton, 1915). Las hembras, al ovipositar pueden producir daños en el tallo de las plantas cuando se presentan en grandes cantidades en áreas cultivadas (Fulton, 1915, 1925; Willey y Adler, 1989; Hanks y Denno, 1993; Fontes *et al.*, 1994; Demchak, 2002; Costea *et al.*, 2003). Además, este proceso está relacionado con infestaciones de hongos en las plantas debido a que posterior a la puesta de huevos, la hembra deposita excremento, el cual puede contener esporas o micelios de hongos dañinos (Gloyer y Fulton, 1916; Walker, 1962). Aunque estos grillos no se consideran como una plaga, en algunos cultivos se aplican insecticidas para evitar el establecimiento de sus poblaciones (Fulton, 1915; Blatchley, 1920; Demchak, 2002).

A pesar de su gran importancia en los ecosistemas, no existen estudios de estructura poblacional, sólo Alexander (1968) y Masaki y Walker (1987) realizaron estudios acerca de los ciclos de vida de los grillos, en los cuales, describen los patrones generales de los diferentes tipos de ciclos de vida, especiación y fenómenos relacionados con los grillos, incluyendo a los grillos arborícolas.

En cuanto a densidad, se encuentran el estudio de Wiegert *et al.* (1967) en el que registraron 98 individuos de *Oecanthus* sp. sobre *Erigeron canadensis* L. (Asteraceae) y 96 sobre *Heterotheca subaxillaris* (Lam.) Britt. & Rusby (Asteraceae) en dos parcelas de 200 m<sup>2</sup> en Carolina del Sur. Shure (1973), en un bosque abandonado de 1.21 ha en Nueva Jersey, encontró 28 individuos de *Oecanthus* sp. en *Ambrosia artemisiifolia* L. (Asteraceae) durante tres meses de muestreo. Alexander y Hillard (1969) realizaron un estudio en un gradiente altitudinal (1661-2042 m s.n.m.) en las Montañas Rocallosas del norte de Colorado, y registraron 678 especímenes de *O. nigricornis quadripunctatus* en los tres años de muestreo, en comunidades de pastos y arbustos y bosques abiertos de *Pinus ponderosa* P. y *C. Lawson* (Pinaceae) y *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco (Pinaceae). Más recientemente, en un estudio realizado en la Isla Hog, Virginia, EUA, se estimó la densidad de *Oecanthus fultoni* sobre *Myrica cerifera* L. (Myricaceae), encontrando densidades de 0.3 a 8.6 ind/m<sup>2</sup> en una zona de maleza arbustiva y de 0.4 a 3.7 ind/m<sup>2</sup> en una zona de transición; se registró una mayor densidad en junio y julio y una densidad significativamente menor durante agosto (Johnson, 1996); también registró a *O. fultoni* sobre *Baccharis halimifolia* L. (Asteraceae), mencionando que sólo fue de manera esporádica y en baja densidad.

Estos estudios no indican valores específicos de densidad, ni de su variación a lo largo del tiempo, debido a que están enfocados a las plantas y a los insectos que habitan sobre ellas en general, por lo que sólo nos dan una idea de los tamaños poblacionales de grillos de este género en EUA y no permiten comparación con el presente estudio.

### **1.5. Justificación.**

Los trabajos sobre el género *Oecanthus* se han realizado en el hemisferio norte, en países como EUA, Canadá y en parte de Europa, también se han hecho trabajos en Australia. En estos países los estudios se han enfocado mayormente en los procesos reproductivos del género, existiendo veintiocho trabajos al respecto; también se han publicado tres trabajos de revisión sobre los ciclos de vida de la familia Gryllidae, en donde se mencionan algunos aspectos del género *Oecanthus*; hay seis publicaciones en las que se describen aspectos de la historia natural de algunas especies del género; existen nueve trabajos taxonómicos, y en los diez trabajos de ecología publicados, se analizan la distribución, las variaciones fisiológicas y geográficas, así como las interacciones interespecíficas.

No existen trabajos realizados en zonas cálidas específicos de este género, ni existen trabajos en México; de los trabajos de ecología en otros países, ninguno se enfoca a la estructura poblacional de alguna de estas especies, ni dan datos acerca de sus densidades; por ello, este trabajo pretende contribuir al conocimiento de la ecología poblacional de dos especies de este género en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, México.

## II. OBJETIVOS

El objetivo general de la presente tesis fue conocer la variación espacial y temporal de la estructura poblacional de dos especies del género *Oecanthus* en dos sitios de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, D.F.

Los objetivos particulares fueron (1) conocer la variación espacial y temporal de la densidad de machos, (2) contribuir al conocimiento de su ciclo de vida, (3) determinar su proporción sexual, conocer su uso y selección de hábitat, y (4) documentar la presencia de enemigos naturales de *Oecanthus niveus* y *O. californicus* en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.

### III. SITIO DE ESTUDIO

La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) está ubicada al suroeste de la cuenca hidrográfica del Valle de México, dentro del campus principal de la Universidad Nacional Autónoma de México, a una altitud de 2,300 m s.n.m. Cubre un área total de 237.3 ha, e incluye tres zonas núcleo y trece áreas de amortiguamiento (UNAM, 2005) (Fig. 4.1). Es uno de los últimos ecosistemas naturales de la ciudad de México.

El clima de la zona es templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano [Cb (w<sub>1</sub>)(w)] de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1986). Tiene una temperatura media anual de 15.5° C y la precipitación promedio anual es de 870 mm (Valiente-Banuet, y De Luna, 1990). Existe una estacionalidad marcada, presentándose la temporada seca de noviembre a mayo, y una temporada lluviosa de junio a octubre (César-García, 2002).

El Pedregal de San Ángel es un ecosistema asentado en un derrame de lava producto de la erupción del volcán Xitle y conos adyacentes, ocurrida hace 2,000 años, aproximadamente, donde el enfriamiento irregular de la lava generó una heterogeneidad espacial en la que se desarrolla un matorral xerófilo caracterizado por la dominancia de hierbas y arbustos y algunos elementos arbóreos, que alberga 337 especies de plantas (Castillo-Argüero *et al.*, 2004).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Variación espacial y temporal de la estructura poblacional de dos especies del género *Oecanthus*.

Para conocer la variación espacial y temporal de la estructura poblacional (densidad, estructura de edades y proporción sexual) de *O. niveus* y *O. californicus* en la REPSA, se seleccionaron dos parcelas de 20 × 30 m, una se localizó en la zona núcleo oriente (ZNO) y la otra en la zona núcleo poniente (ZNP) (Fig. 4.1).

La parcela oriente (99°10'49.3' norte, 19°19'12.3" oeste) se localizó en la ZNO, a una altitud de 2,297 m. Este sitio presenta zonas planas, abruptas y hondonadas. Las plantas predominantes en el cuadro fueron *Montanoa tomentosa* Cerv. (Asteraceae) y *Muhlenbergia robusta* (E. Fourn.) Hitchc. (Poaceae) y presenta pocos elementos arbóreos de *Buddleia cordata* Kunth (Loganiaceae) y *B. parviflora* Kunth. La parcela poniente (19°18'51" norte y 99°11'44" oeste), por su parte, se localizó en la ZNP, a una altitud de 2,335 m. Esta parcela se encuentra frente a la Unidad de Seminarios "Dr. Ignacio Chávez". El sitio presenta una parte plana y una parte abrupta y contiene muchos elementos arbóreos, principalmente de *Eucalyptus resinifera* Sm. (Myrtaceae) y de *Buddleia cordata*. Sus elementos herbáceos más dominantes son *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. (Poaceae) e *Iresine celosia* L. (Amaranthaceae).

Dentro de cada parcela se realizaron censos mediante visitas quincenales durante un año: del 21 de diciembre de 2004 al 21 de diciembre de 2005. Los censos se efectuaron en el horario de 19:00 a 22:00 horas. Para conocer la estructura de edades, los individuos

se capturaron y se les midió el largo y ancho de la cabeza, la longitud del cuerpo, el largo del fémur III izquierdo, el largo de las alas y el largo del ovipositor. Se marcaron individualmente con corrector y plumón indeleble, a fin de llevar un registro de su longevidad en campo, y se liberaron.



**Figura 4.1.** Ubicación de las parcelas en dos sitios de la REPSA.

Se registró la especie de planta en la cual se encontraron para conocer el uso y selección de hábitat de ambas especies. Con los datos de los adultos se obtuvo la proporción sexual mensual de grillos de cada especie (número de machos por cada hembra).

## 4.2. Densidad de machos.

Para conocer la densidad estimada de machos de *Oecanthus niveus* y *O. californicus* dentro de la REPSA, se realizó un conteo quincenal de individuos en actividad de canto del 12 de enero de 2005 al 12 de enero de 2006. Se ubicaron 10 estaciones a lo largo de la ZNO y 15 a lo largo de la ZNP debido a que su área es mayor a la de la ZNO. De 18:00 a 20:00 h se contó el número de grillos cantando dentro de un radio de detección aural máximo ( $r_a$ ) de 7 m, determinado por la distancia máxima en la que pude distinguir el canto de un grillo.

La densidad estimada de los machos ( $\hat{D}$ ) se determinó con el índice modificado de Petraborg *et al.* (1953):

$$\hat{D} = h / \pi r_a^2,$$

donde  $h$  es el número de cantos por estación. Para saber si hay diferencia en la densidad estimada de machos entre la ZNO y la ZNP se realizó un análisis de varianza (ANDeVA) de dos vías para ambas especies de grillo. Posteriormente se realizó una prueba *post-hoc* para conocer en dónde se encontraban las diferencias.

Para determinar la relación de los factores ambientales (temperatura, precipitación y humedad) con la variación espacial y temporal de la densidad estimada de machos de dos especies del género *Oecanthus* en la REPSA, se hizo un análisis de correlación. Para esto se solicitaron los datos ambientales de diciembre de 2004 a enero de 2006 en la estación metereológica localizada al suroeste de la REPSA, dentro de las instalaciones del Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Sur.

### 4.3. Historia natural, uso y selección de hábitat.

Para conocer la historia natural de *O. niveus* y *O. californicus*, se visitó de manera frecuente la REPSA de diciembre de 2004 a diciembre de 2005 de 19:00 a 22:00 h, y en cada ocasión se registró comportamiento, hábitat y la especie de planta en la que se encontraba el grillo, así como sus depredadores naturales.

Para conocer si *O. niveus* y *O. californicus* seleccionan su hábitat al azar, se obtuvo el porcentaje de cobertura relativa de las especies de plantas de la parcela oriente y poniente en noviembre de 2005 (Fig. 4.1) por medio del método de intercepción de línea (línea de Canfield), trazándose tres líneas de 30 m de manera horizontal. Para determinar si ambas parcelas eran diferentes en cuanto a diversidad de especies vegetales se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (usando logaritmo decimal) para cada parcela y se aplicó una prueba de *t* (Zar, 1999) para comparar los índices entre parcelas. Posteriormente se calculó el índice de similitud de Sørensen (*S*) para determinar si presentaban la misma composición de especies vegetales.

Para determinar si los grillos se distribuyen al azar se aplicó una prueba de  $\chi^2$ . El número de grillos esperados sobre cada especie de planta se obtuvo al multiplicar el número total de grillos observados por el porcentaje de cobertura relativa de cada especie de planta en cada una de las parcelas de estudio. Para saber qué plantas prefieren sobre las otras, se propuso el siguiente índice de preferencia (*I.P.*):

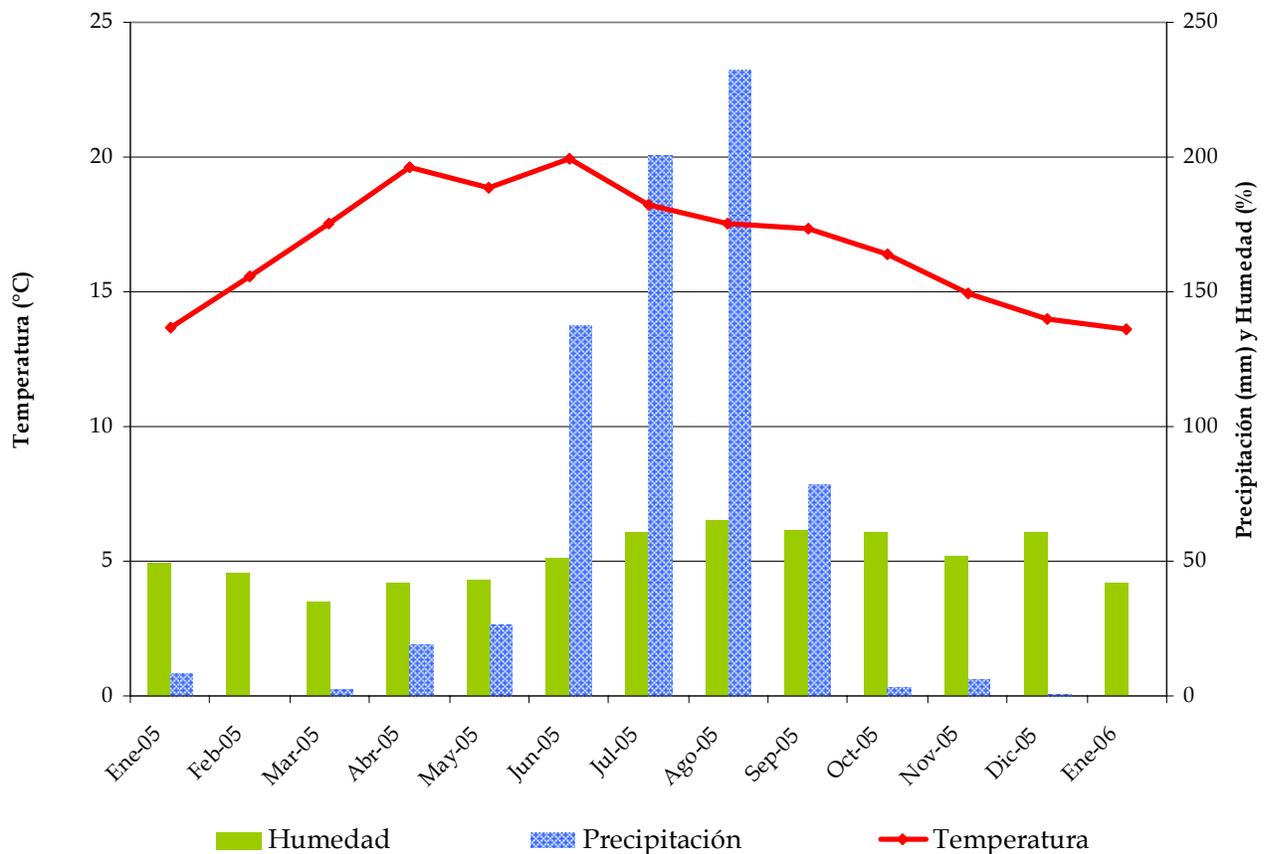
$$I.P. = \frac{o - e}{e}$$

donde *o* es el número de grillos observados sobre cada especie de planta y *e* son los grillos esperados en dicha especie.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Factores ambientales de la REPSA.

La temperatura media de la REPSA en 2005 fue de 16.94° C, siendo la época más cálida en abril y junio, y la más fría en enero, tanto de 2005 como de 2006 (Fig. 5.1). La precipitación acumulada anual fue de 714.5 mm, comenzando la época de lluvias en junio y finalizando en septiembre. La humedad varió a lo largo del año, siendo más húmedos julio y agosto y los menos húmedos marzo y abril.

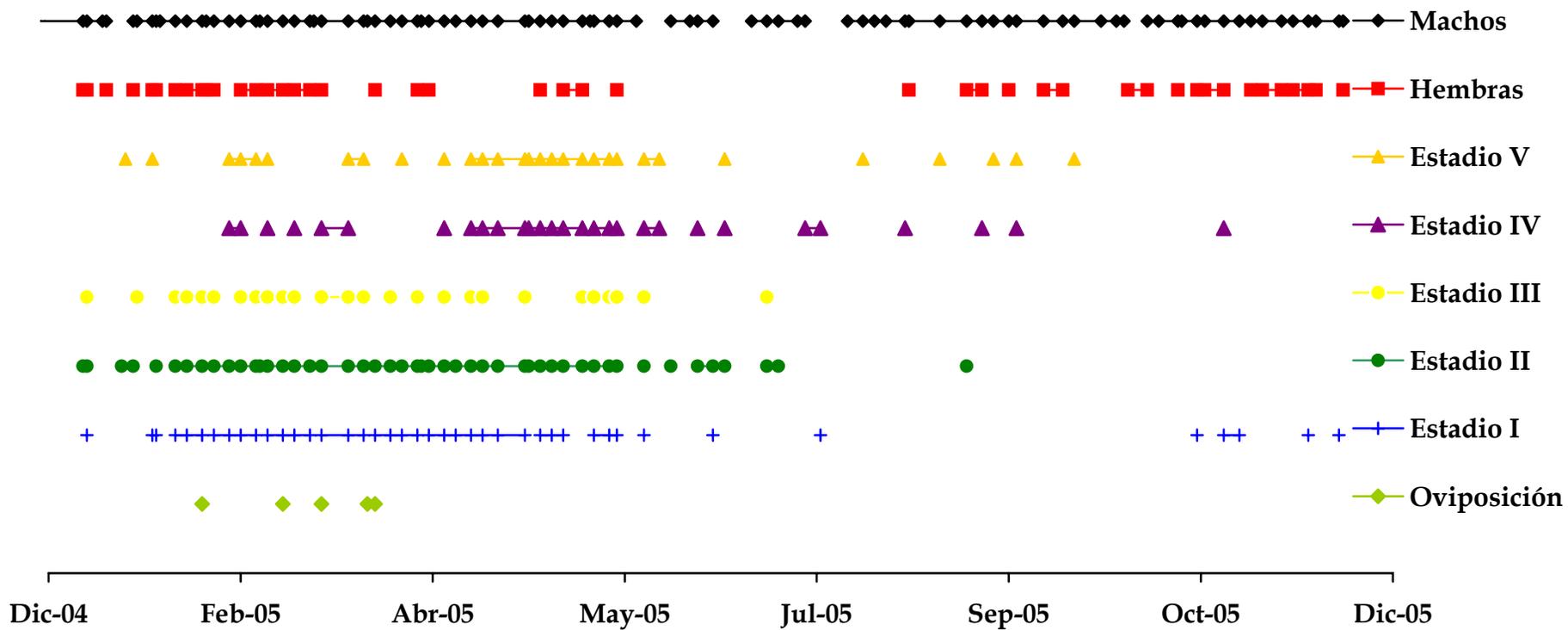


**Figura 5.1.** Factores ambientales de la REPSA de enero de 2005 a enero de 2006. Datos provenientes de la estación metereológica del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Sur.

## 5.2. Historia natural y uso de hábitat de *Oecanthus*.

**5.2.1. Historia natural de *Oecanthus niveus*.** *Oecanthus niveus* está presente todo el año en la REPSA (Fig. 5.2). En los muestreos que se realizaron en dos parcelas de la REPSA (Fig. 4.1), el grillo más longevo que se observó fue una hembra adulta, la cual se recapturó después de 48 días (de enero a febrero) y un macho adulto de 43 días (de septiembre a octubre). También se observó que una ninfa permaneció 21 días en el segundo estadio durante junio. Se lograron criar en laboratorio 44 individuos de diferentes categorías; el individuo más longevo fue un macho que vivió 140 días que se capturó en el segundo estadio y alcanzó el estado adulto. Los machos adultos se encontraron a lo largo del año y las hembras no estuvieron presentes de mayo a julio (Fig. 5.2). Los apareamientos se observaron de septiembre a noviembre de 2005.

*Oecanthus niveus* es un grillo epífita que vive sobre árboles, arbustos, hierbas y enredaderas (Fig. 5.3). Se registraron 27 especies de plantas hospederas (Tabla 5.1), en las cuales se observó a los grillos descansando, comiendo, cantando, apareándose y ovipositando. Las especies más frecuentes fueron el árbol *Buddleia cordata* Kunth (Loganiaceae), la hierba *Iresine celosia* L. (Amaranthaceae), el arbusto *Eupatorium petiolare* Moc. et Sessé ex DC. (Asteraceae) y la enredadera *Passiflora subpeltata* Ortega (Passifloraceae), entre otras (Fig. 5.4). Estos insectos se distribuyen desde 0 a 4.0 m de altura. En este último caso cuando se asientan sobre los árboles *Schinus molle* L. (Anacardiaceae) o *B. cordata*. En visitas posteriores al año de muestreo se le observó



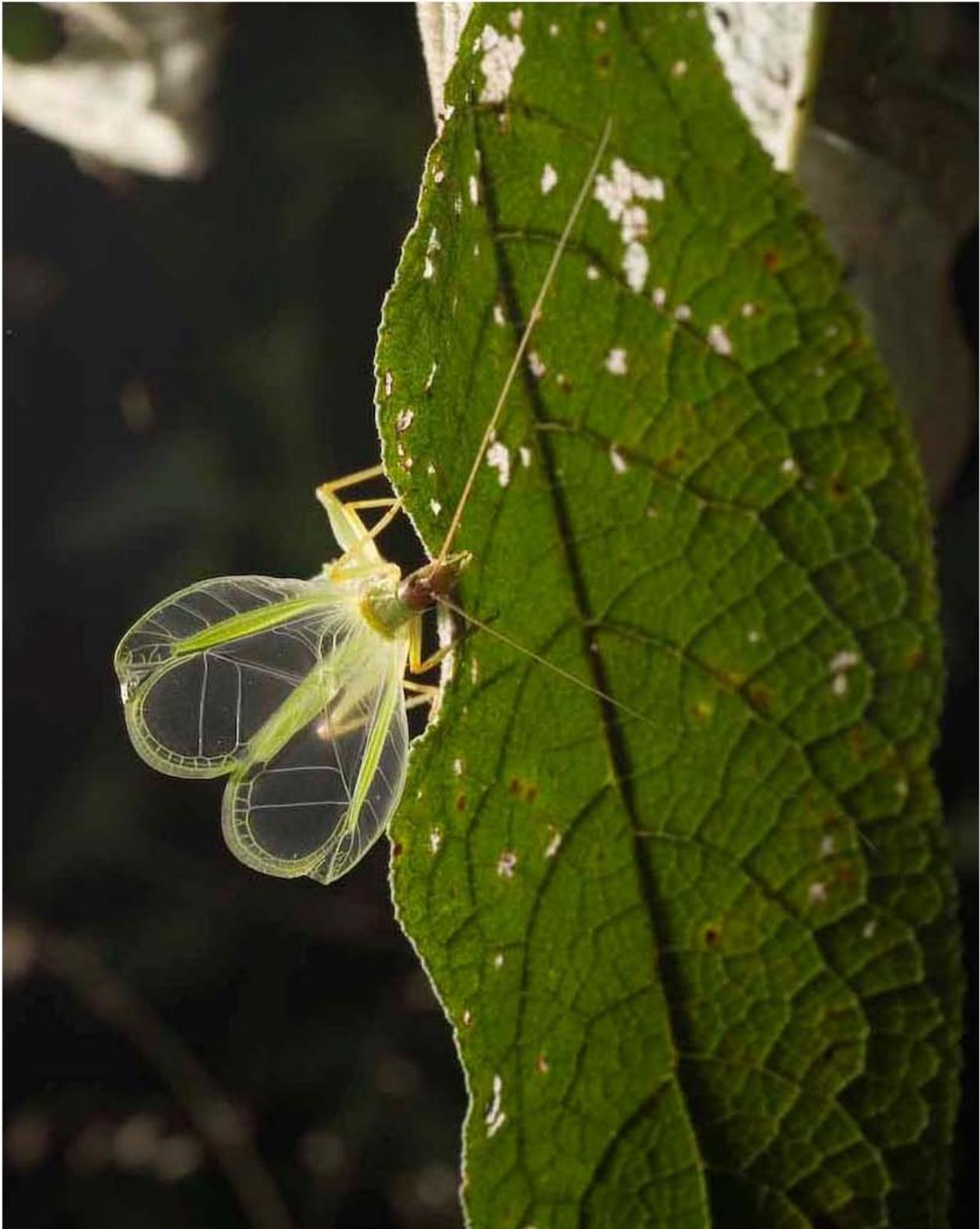
**Figura 5.2.** Presencia de *Oecanthus niveus* en la REPSA. Oviposición= se refiere a la observación de eventos de oviposición sobre los tallos de las plantas.

sobre *Bursera cuneata* Engl. (Burseraceae) y *Gaudichaudia cynanchooides* Kunth (Malpighiaceae).

*Oecanthus niveus* tiene hábitos crepusculares; las ninfas y los adultos tienen actividad desde de las 18:00 hasta las 4:00 h del día siguiente. Los machos comienzan a cantar cuando el Sol se oculta (a las 18:00 h de mediados de septiembre a diciembre, y a las 19:00 h entre enero y mediados de septiembre), y dejan de cantar cerca de las 03:30 h, con una mayor actividad entre las 19:30 y 20:00 h. Los machos frecuentemente cantan en coro o uno después del otro, y se pueden distinguir variaciones en el canto ya que algunos lo hacen de manera más grave que otros.

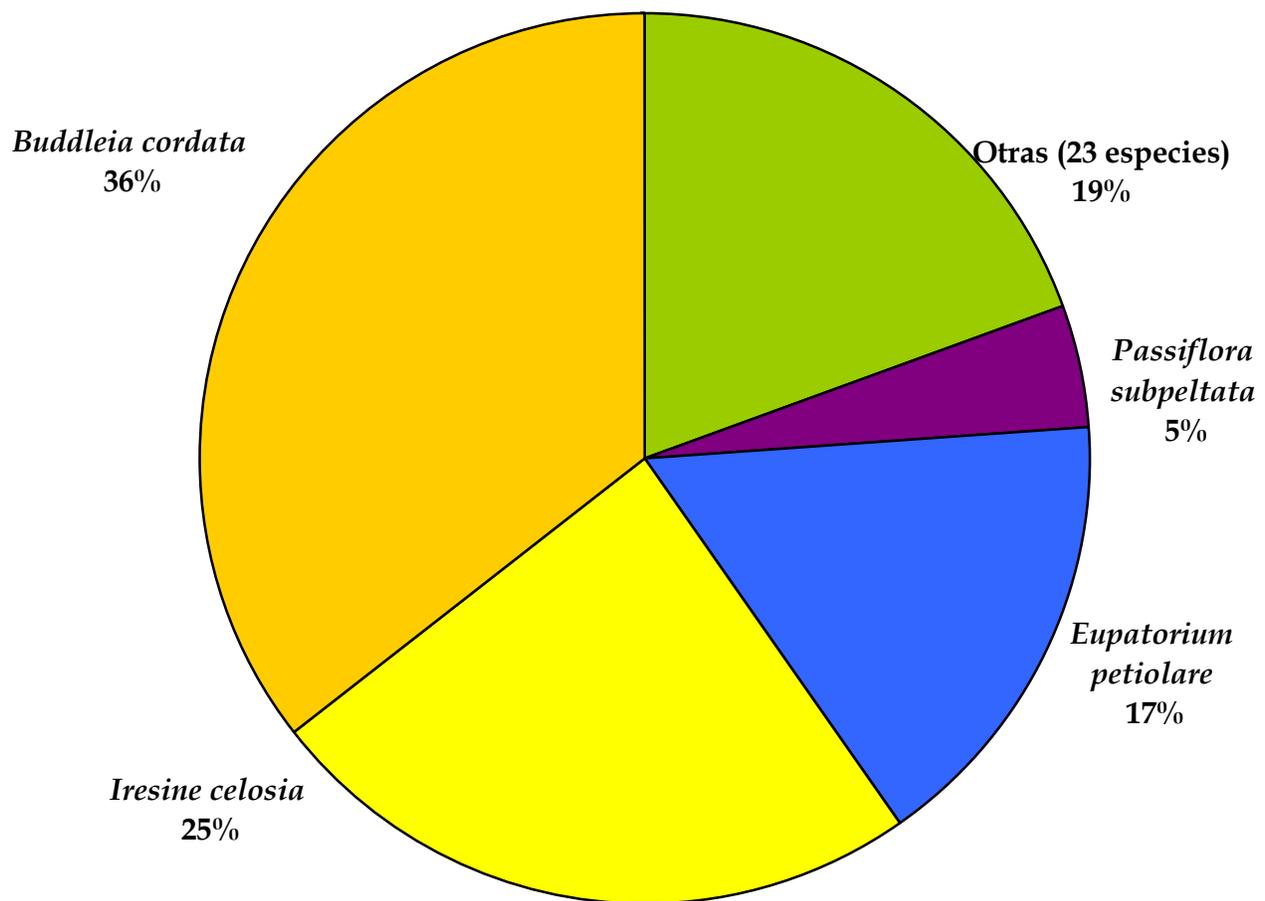
Las ninfas de los primeros estadios y las hembras adultas se alimentan de las flores de *Buddleia cordata*, *B. parviflora* Kunth (Loganiaceae), *Eupatorium petiolare*, *Ipomoea purpurea* (L.) Roth. (Convolvulaceae), *Iresine celosia*, *Passiflora subpeltata* y *Plumbago pulchella* Boiss. (Plumbaginaceae).

Se registraron hembras de *O. niveus* ovipositando en los tallos suaves de árboles y arbustos, como *Eupatorium petiolare*, *Buddleia cordata*, *Montanoa tomentosa* Cerv. (Asteraceae) y *Plumbago pulchella*. Las oviposiciones se observaron en febrero, marzo, octubre y noviembre (Fig. 5.2). La hembra muerde una parte del tallo de la planta haciendo una pequeña perforación y, posteriormente, inserta el ovipositor dentro de ésta en repetidas ocasiones durante más de media hora; finalmente, se puede observar una hilera de pequeños orificios distribuidos de manera sistemática con espacios de entre 1.5 y 2 cm entre cada uno.



**Figura 5.3.** Macho adulto de *Oecanthus niveus* cantando sobre *Buddleia cordata* en la REPSA, septiembre de 2006. Foto: Ernesto Navarrete Arauza.

No se detectaron parasitoides en los grillos capturados en estado adulto y cuidados en laboratorio ( $N = 44$ ), y en campo sólo se observó a la araña *Peuceitia viridans* (Hentz) (Araneae: Oxyopidae) alimentándose de una ninfa de *O. niveus* sobre *Wigandia urens* (Ruiz et Pav.) Kunth (Hydrophyllaceae).



**Figura 5.4.** Frecuencia de observaciones de *O. niveus* en distintas plantas hospederas en la REPSA de noviembre de 2004 a diciembre de 2005 ( $N= 1085$ ).

**Tabla 5.1.** Uso de plantas hospederas de *O. niveus* en la REPSA. DE= descanso, AL=

alimento, CA= canto, AP= apareo y OV= oviposición.

	<b>Especie</b>	<b>Familia</b>	<b>DE</b>	<b>AL</b>	<b>CA</b>	<b>AP</b>	<b>OV</b>
1	<i>Iresine celosia</i> L.	Amaranthaceae	X	X	X		
2	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae	X		X		
3	<i>Gonolobus uniflorus</i> Kunth	Asclepiadaceae	X		X		
4	<i>Eupatorium petiolare</i> Moc. et Sessé ex DC.	Asteraceae	X		X	X	X
5	<i>Verbesina virgata</i> Cav.	Asteraceae	X		X		
6	<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.	Asteraceae	X		X		X
7	<i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A.Gray	Asteraceae			X		
8	<i>Senecio praecox</i> DC.	Asteraceae	X				
9	<i>Tagetes lunulata</i> Ortega	Asteraceae	X				
10	<i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck	Cactaceae			X		
11	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.	Convolvulaceae	X	X			
12	<i>Erythrina americana</i> Mill.	Fabaceae	X		X		
13	<i>Wigandia urens</i> (Ruiz et Pav.) Kunth	Hydrophyllaceae	X		X		
14	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R.Br.	Lamiaceae	X		X		
15	<i>Buddleia cordata</i> Kunth	Loganiaceae	X	X	X	X	X
16	<i>Buddleia parviflora</i> Kunth	Loganiaceae	X		X		
17	Especie 1	Malvaceae			X		
18	<i>Eucalyptus resinifera</i> Smith	Myrtaceae			X		
19	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenzig) Lingelsh.	Oleaceae			X		
20	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb	Oleaceae	X		X		
21	<i>Passiflora subpeltata</i> Ortega	Passifloraceae	X		X		
22	<i>Plumbago pulchella</i> Boiss.	Plumbaginaceae	X	X	X		X
23	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	Poaceae	X		X		
24	<i>Loeselia mexicana</i> Brand	Polemoniaceae	X		X		
25	<i>Phlebodium araneosum</i> (M. Martens et Galeotti) Mickel et Beitel	Polypodiaceae	X				
26	<i>Cissus sicyoides</i> L.	Vitaceae	X		X		
27	Especie 2	Crassulaceae	X		X		

**5.2.2. Historia natural de *Oecanthus californicus*.** Es un grillo arborícola con un cuerpo de color verde limón, presenta una coloración roja en la base de las antenas. Las hembras tienen un color verde y café, y el canto de los machos es largo y continuo (Fig. 5.5). Los adultos de esta especie se localizan entre julio y enero (Fig. 5.6). Los machos cantan de manera individual y comienzan a hacerlo cuando el Sol se oculta cerca de las 18:00 y hasta cerca de las 3:00 h del siguiente día, teniendo mayor actividad de canto entre las 19:30 y 20:00 h. En septiembre se localizó en la parcela oriente a la única ninfa registrada de esta especie. No hubo recapturas en los censos de las parcelas, y debido a que no se localizaron ninfas no se capturaron individuos para criar en laboratorio. Se observó un evento de apareo en noviembre, pero no se observaron eventos de oviposición por parte de las hembras de esta especie.

*Oecanthus californicus* se registró en 14 especies de plantas hospederas (Tabla 5.2), en las que se le observó descansando, cantando y apareándose. Las especies más importantes por la frecuencia en la que se registró actividad de este grillo fueron los árboles *Buddleia parviflora* y *B. cordata*, el pasto *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. (Poaceae) y el arbusto *Pyracantha coccinea* M. Roemer (Rosaceae) (Fig. 5.7). Los individuos de esta especie se distribuyen desde los 50 cm hasta los 2.5 m de altura; éste último registro fue en la copa de *B. parviflora*. No se registraron depredadores naturales de esta especie.



**Figura 5.5.** Macho adulto de *Oecanthus californicus* sobre *Wigandia urens* en la REPSA, septiembre 2006. Foto: Ernesto Navarrete Arauza.

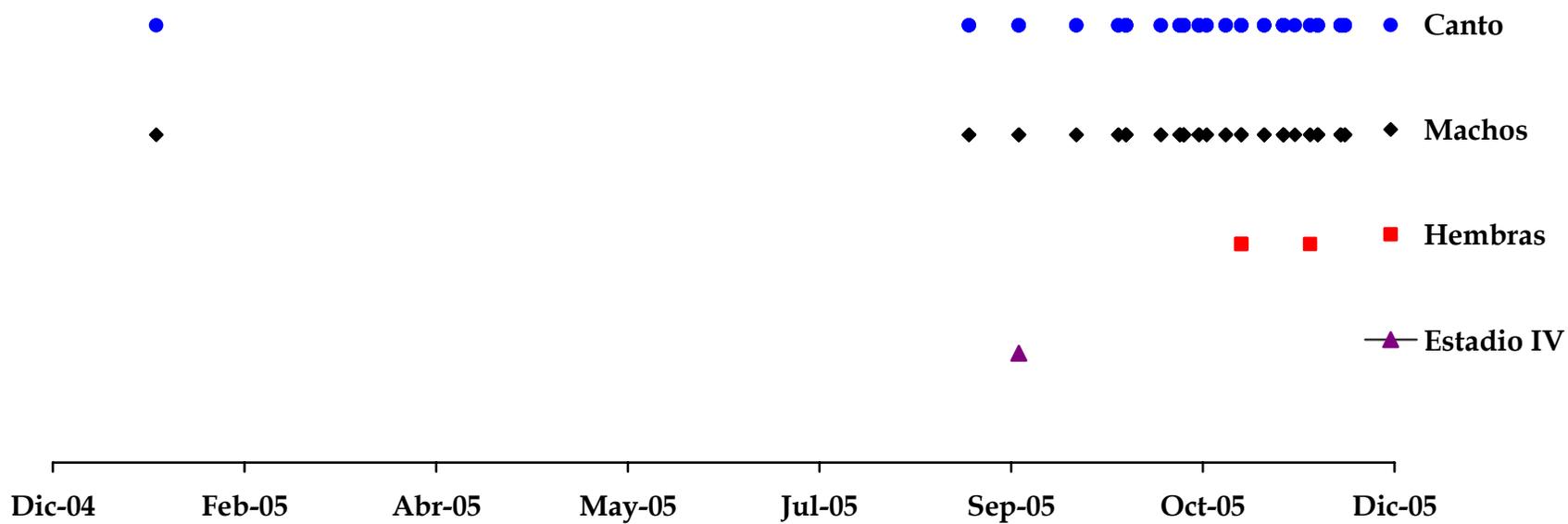
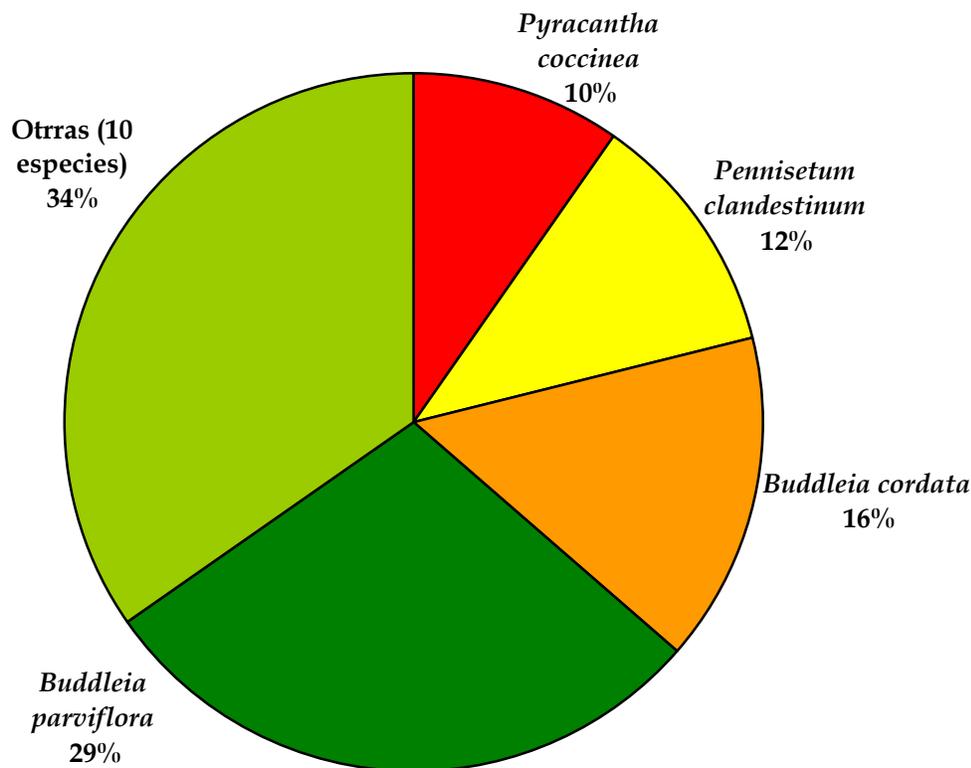


Figura 5.6. Registros de *Oecanthus californicus* en la REPSA durante el periodo de estudio.

**Tabla 5.2.** Uso de plantas hospederas de *Oecanthus californicus* en la REPSA. DE= descanso, CA= canto y AP= apareo.

	<b>Especie</b>	<b>Familia</b>	<b>DE</b>	<b>CA</b>	<b>AP</b>
1	<i>Cissus sicyoides</i> L.	Vitaceae		X	
2	<i>Eucalyptus resinifera</i> Smith	Myrtaceae	X		
3	<i>Loeselia mexicana</i> Brand	Polemoniaceae		X	
4	<i>Muhlenbergia robusta</i> (E. Fouv.) Hitchc.	Poaceae		X	
5	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	Poaceae		X	
6	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R.Br.	Mamiaceae		X	
7	<i>Buddleia cordata</i> Kunth	Loganiaceae	X	X	
8	<i>Buddleia parviflora</i> Kunth	Loganiaceae	X	X	
9	<i>Wigandia urens</i> (Ruiz et Pav.) Kunth	Hydrophyllaceae	X	X	
10	<i>Eupatorium petiolare</i> Moc. et Sessé ex DC.	Asteraceae		X	X
11	<i>Verbesina virgata</i> Cav.	Asteraceae		X	
12	<i>Iresine celosia</i> L.	Amaranthaceae	X		
13	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	Oleaceae		X	
14	<i>Pyracantha coccinea</i> M. Roemer	Rosaceae		X	



**Figura 5.7.** Frecuencia relativa de observaciones de *O. californicus* sobre diferentes plantas hospederas en la REPSA de noviembre de 2004 a diciembre de 2005 (N= 52).

### 5.3. Selección de hábitat de *Oecanthus*.

**5.3.1. Descripción de sitios de estudio.** La parcela poniente presenta un relieve uniforme, plano y con pocas oquedades. Aquí se registraron 23 especies de plantas con 22,068 m de cobertura total, de las cuales las que presentan mayor cobertura fueron: *Eucalyptus resinifera* Smith (Myrtaceae), *Buddleia cordata*, *Pennisetum clandestinum* (Poaceae), *Ligustrum japonicum* Thunb. (Oleaceae) y *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsh (Oleaceae). En esta parcela se registraron especies de plantas no nativas de la REPSA como *E. resinifera*, *P. clandestinum*, *L. japonicum* y *Erythrina americana* Mill. (Fabaceae) (Tabla 5.3). También en esta parcela se encuentran presentes *Buddleia parviflora*, *Gonolobus uniflorus* Kunth, *Montanoa tomentosa*, *Passiflora subpeltata*, y dos especies no identificadas de plantas de las familias Malvaceae y Crassulaceae.

La parcela oriente es un sitio de relieve muy heterogéneo, ya que presenta zonas planas y hondonadas. En esta parcela se registraron 25 especies de plantas con una cobertura total de 9,648 m en noviembre de 2005 por medio de las líneas de Canfield (Tabla 5.4), pero también están presentes *Brickellia veronicifolia*, *Eupatorium petiolare*, *Loeselia mexicana* y *Passiflora subpeltata*. Las tres especies con mayor cobertura fueron *Montanoa tomentosa*, *Muhlenbergia robusta* (E. Fourn.) Hitchc. (Poaceae) y *Buddleia parviflora*.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener no difirió significativamente entre sitios (Parcela oriente:  $H' = 1.05$ , parcela poniente:  $H' = 1.01$ ;  $t = 0.68$ , g.l. = 48,  $P < 0.05$ ). Sin embargo, el valor de 0.6 del índice de similitud de Sørensen indica

que la composición de especies vegetales es diferente, ya que sólo comparten nueve especies.

**Tabla 5.3.** Porcentaje de cobertura relativa de 23 especies de plantas presentes en la parcela poniente en noviembre de 2004, ordenadas de mayor a menor porcentaje.

	<b>Especie</b>	<b>Familia</b>	<b>Cobertura relativa (%)</b>
1	<i>Eucalyptus resinifera</i> Smith	Myrtaceae	28.10
2	<i>Buddleia cordata</i> Kunth	Loganiaceae	14.10
3	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	Poaceae	13.78
4	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb	Oleaceae	8.61
5	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenzig) Lingelsh.	Oleaceae	8.20
6	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae	5.57
7	<i>Erythrina americana</i> Mill.	Fabaceae	4.40
8	<i>Iresine celosia</i> L.	Amaranthaceae	4.36
9	<i>Cissus sicyoides</i> L.	Vitaceae	2.25
10	<i>Loeselia mexicana</i> Brand	Polemoniaceae	1.98
11	<i>Plumbago pulchella</i> Boiss.	Plumbaginaceae	1.71
12	<i>Sicyos deppei</i> G.Don	Cucurbitaceae	1.70
13	<i>Phlebodium araneosum</i> (M. Martens et Galeotti) Mickel et Beitel	Polypodiaceae	1.41
14	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.	Convolvulaceae	1.02
15	<i>Eupatorium petiolare</i> Moc. et Sessé ex DC.	Asteraceae	0.61
16	<i>Chenopodium</i> sp.	Chenopodiaceae	0.60
17	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Nyctaginaceae	0.48
18	<i>Bidens lemmonii</i> A. Gray	Asteraceae	0.28
19	<i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck	Cactaceae	0.25
20	<i>Tigridia pavonea</i> (L.f.) DC.	Iridaceae	0.23
21	<i>Tagetes lunulata</i> Ortega	Asteraceae	0.22
22	<i>Commelina</i> sp.	Commelinaceae	0.09
23	<i>Senecio praecox</i> DC.	Asteraceae	0.03
		<b>Cobertura Total:</b>	<b>22,068 m</b>

**Tabla 5.4.** Porcentaje de cobertura relativa de 25 especies de plantas presentes en la parcela oriente en noviembre de 2004, ordenadas de mayor a menor porcentaje.

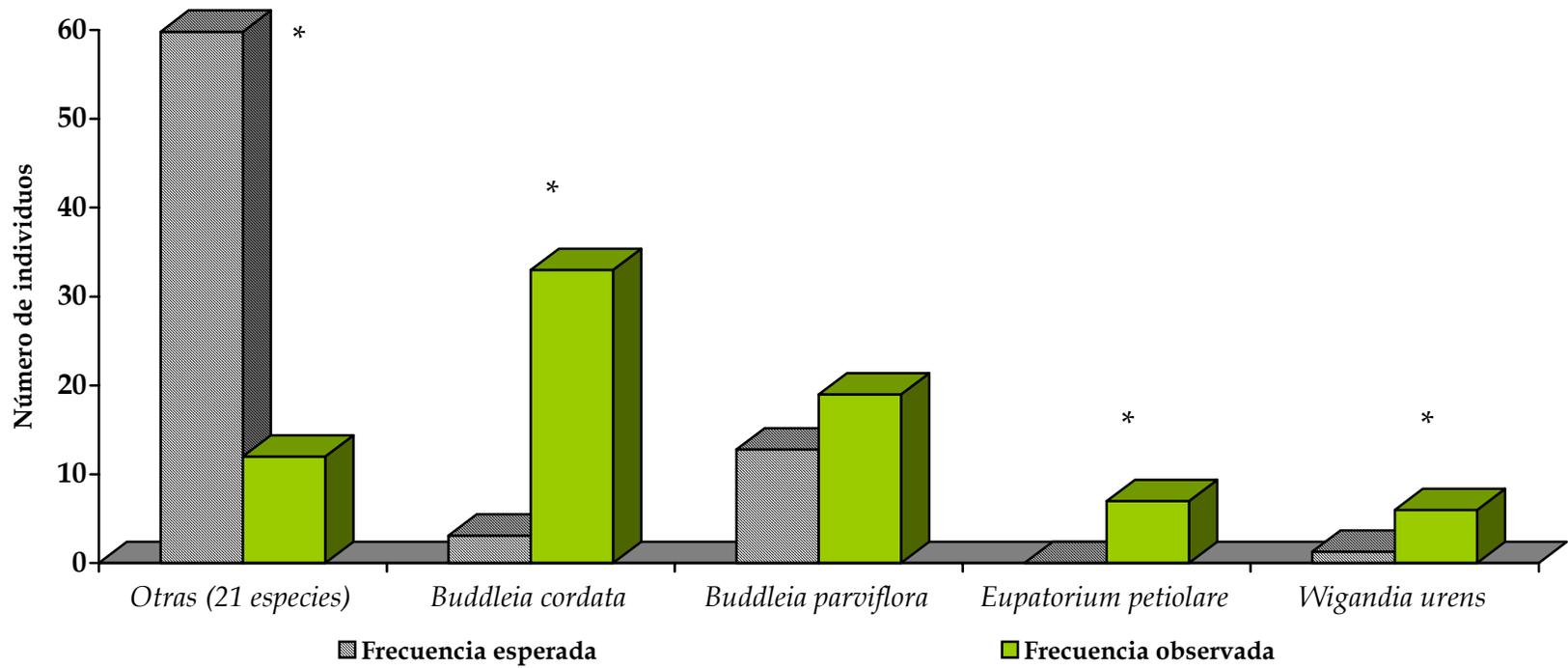
Espece	Familia	Cobertura relativa (%)
1 <i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.	Asteraceae	21.14
2 <i>Muhlenbergia robusta</i> (E. Fourn.) Hitchc.	Poaceae	20.02
3 <i>Buddleia parviflora</i> Kunth	Loganiaceae	16.64
4 <i>Tagetes lunulata</i> Ortega	Asteraceae	6.99
5 <i>Echeveria gibbiflora</i> DC.	Crassulaceae	6.10
6 <i>Verbesina virgata</i> Cav.	Asteraceae	5.58
7 <i>Buddleia cordata</i> Kunth	Loganiaceae	4.03
8 <i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E.Hubb.	Poaceae	3.52
9 <i>Salvia mexicana</i> Sessé et Moc.	Lamiaceae	2.07
10 <i>Phytolacca icosandra</i> L.	Phytolaccaceae	1.97
11 <i>Wigandia urens</i> (Ruiz et Pav.) Kunth	Hydrophyllaceae	1.67
12 <i>Plumbago pulchella</i> Boiss.	Plumbaginaceae	1.61
13 <i>Senecio praecox</i> DC.	Asteraceae	1.38
14 <i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	Sapindaceae	1.32
15 <i>Dahlia coccinea</i> Cav.	Asteraceae	1.30
16 <i>Manfreda scabra</i> (Ortega) McVaugh	Agavaceae	0.87
17 <i>Phlebodium araneosum</i> (M. Martens et Galeotti) Mickel et Beitel	Polypodiaceae	0.76
18 <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.) Cass	Asteraceae	0.67
19 <i>Gonolobus uniflorus</i> Kunth	Asclepiadaceae	0.61
20 <i>Pellaea sagittata</i> Link.	Adiantaceae	0.52
21 <i>Bidens lemmonii</i> A. Gray	Asteraceae	0.40
22 <i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck	Cactaceae	0.31
23 <i>Piqueria trinervia</i> Cav.	Asteraceae	0.25
24 <i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	Poaceae	0.20
25 <i>Cissus sicyoides</i> L.	Vitaceae	0.03
<b>Cobertura Total:</b>		<b>9,648 m</b>

**5.3.2. Selección de hábitat de *Oecanthus niveus*.** Se observaron a 991 individuos de *O. niveus* en 21 de las 23 especies de plantas presentes en la parcela poniente, mientras que en la parcela oriente se observaron 76 individuos en 10 de las 25 especies. Las plantas que tuvieron mayor número de observaciones en la parcela oriente fueron *Buddleia cordata* (32) y *B. parviflora* (19), mientras que en la parcela poniente fueron *B. cordata* (339), *Iresine celosia* (267) y *Eupatorium petiolare* (178).

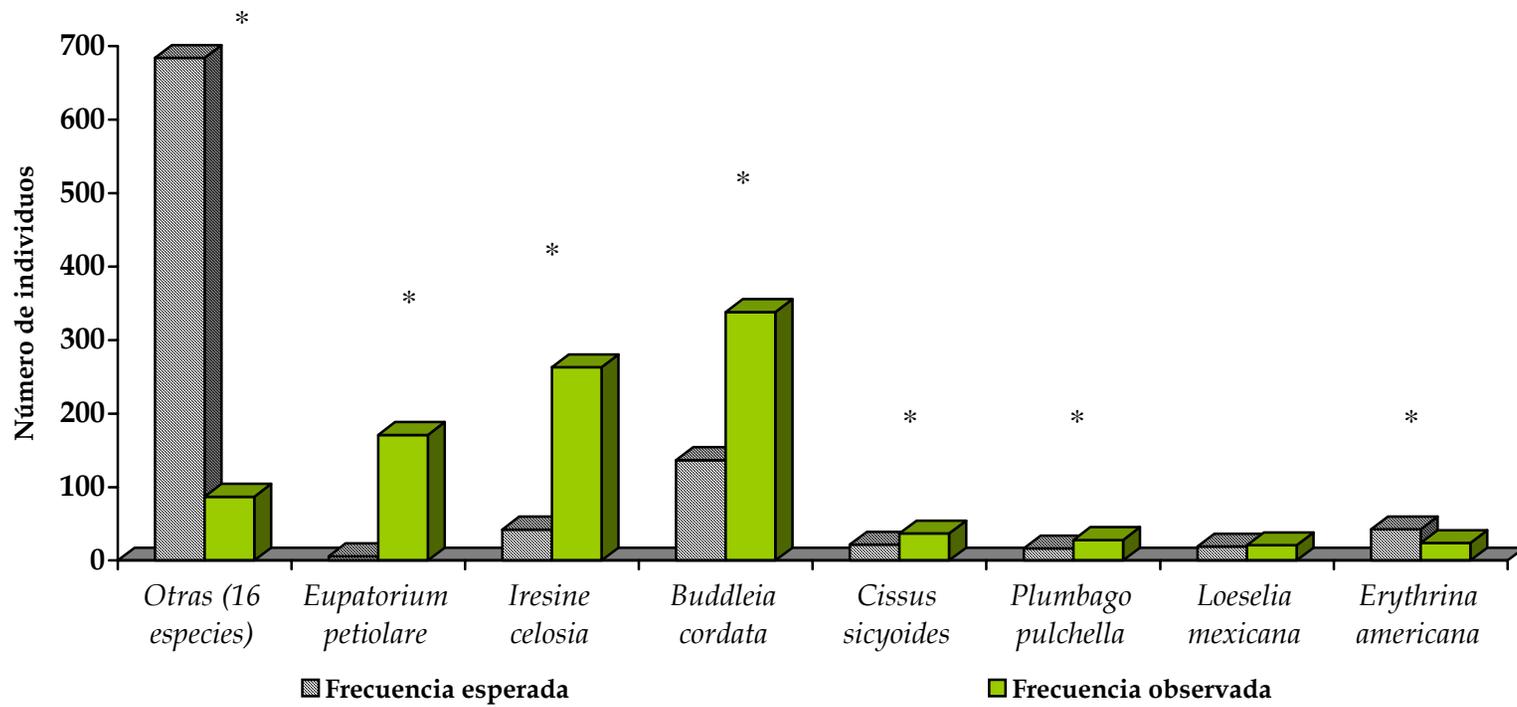
Se esperaba observar 60 individuos sobre 21 especies de plantas en la parcela oriente con base en el porcentaje de cobertura relativa, pero sólo se observaron 12 individuos (Fig. 5.8); en cambio, se esperaba observar tres individuos de *O. niveus* sobre *Buddleia cordata* y ninguno sobre *Eupatorium petiolare*, pero se observaron 32 y siete individuos respectivamente (Fig. 5.8).

En esta parcela, *O. niveus* no selecciona al azar las plantas sobre las que se encuentra ( $\chi^2 = 299.65$ , g.l. = 4,  $P < 0.005$ ), según el índice de preferencia, en primer lugar usa tanto a *Eupatorium petiolare* como a *Buddleia cordata* y en segundo a *Wigandia urens* (Tabla 5.5).

En la parcela poniente se esperaba observar 680 individuos en 16 especies de plantas pero se observaron sólo 91 individuos; sobre *B. cordata* se esperaban 145 observaciones y se obtuvieron 339 y sobre *Iresine celosia* 34 y se observaron 267 individuos (Fig. 5.9). La selección de plantas sobre las que se encuentra *O. niveus* en la parcela poniente no es aleatoria ( $\chi^2 = 6,340$ , g.l. = 7,  $P < 0.005$ ); las tres especies de planta que prefiere son: *Eupatorium petiolare*, *Iresine celosia* y *Buddleia cordata* (Tabla 5.5).



**Figura 5.8.** Individuos esperados y observados de *Oecanthus niveus* sobre 25 especies de plantas presentes en la parcela oriente ( $\chi^2= 299.65$ ; g.l. = 4;  $P < 0.005$ ). \* Especies de plantas en las que se registró diferencia significativa entre frecuencias observadas y esperada.



**Figura 5.9.** Frecuencia esperada y observada de *Oecanthus niveus* sobre 23 especies de plantas presentes en la parcela poniente ( $\chi^2 = 6,340$ ; g.l. = 7;  $P < 0.005$ ). \* Especies de plantas en las que se registró diferencia significativa entre frecuencias observadas y esperadas.

Las cuatro especies que *O. niveus* prefiere en la REPSA según el índice de preferencia son *Eupatorium petiolare*, *Buddleia cordata*, *Iresine celosia* y *Wigandia urens*.

Tabla 5.5. Índice de preferencia de *O. niveus* en la REPSA.

Especie	Índice de Preferencia	$\chi^2$	P
<b>Parcela oriente</b>			
<i>Eupatorium petiolare</i>	7.000	299.65	< 0.005
<i>Buddleia cordata</i>	6.967		
<i>Wigandia urens</i>	2.043		
<i>Buddleia parviflora</i>	0.432		
Otras (21 especies)	-0.786		
<b>Parcela poniente</b>			
<i>Eupatorium petiolare</i>	27.256	6340.00	< 0.005
<i>Iresine celosia</i>	6.925		
<i>Buddleia cordata</i>	1.332		
<i>Cissus sicyoides</i>	0.771		
<i>Plumbago pulchella</i>	0.648		
<i>Loeselia mexicana</i>	0.081		
<i>Erythrina americana</i>	-0.470		
Otras (16 especies)	-0.866		

**5.3.3. Selección de hábitat de *Oecanthus californicus*.** En ambas parcelas, *Oecanthus californicus* se observó en pocas especies de plantas, cuatro en la parcela oriente (*Wigandia urens*, *Buddleia parviflora*, *B. cordata* y *Verbesina virgata*) y seis en la poniente (*Buddleia parviflora*, *B. cordata*, *Loeselia mexicana*, *Eupatorium petiolare*, *Cissus sicyoides* e *Iresine celosia*). El número de observaciones en la parcela oriente fue de 22 individuos, mientras que en la parcela poniente de 10. Las plantas con mayor número de observaciones fueron *Buddleia parviflora* y *B. cordata* en ambas parcelas. En la parcela oriente se esperaba observar a 16 individuos sobre 21 especies de plantas, pero no se observó ninguno (Fig. 5.10); se esperaba que sobre *Buddleia*

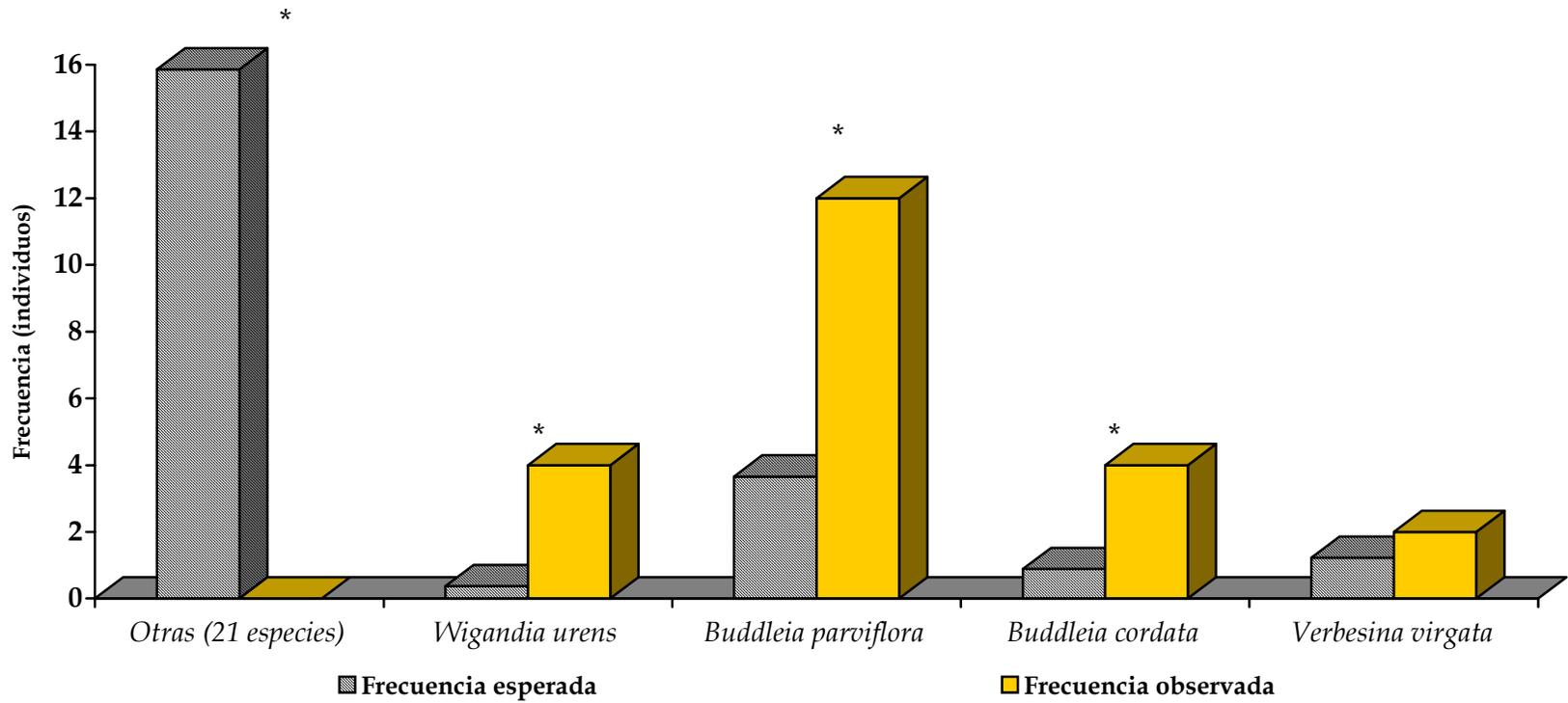
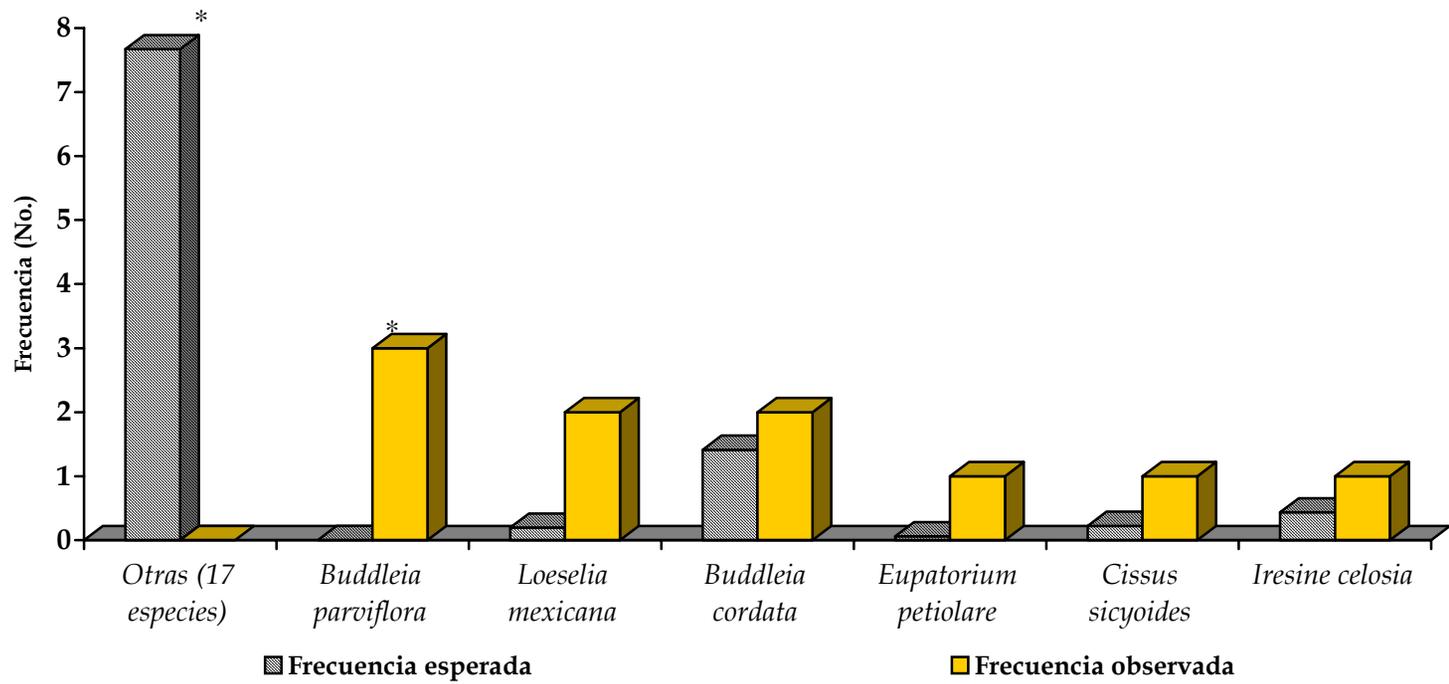


Figura 5.10. Frecuencia esperada y observada de *Oecanthus californicus* sobre 29 especies de plantas presentes en la parcela oriente.

( $\chi^2 = 82.23$ ; g.l. = 4;  $P < 0.005$ ). \* Especies de plantas en las que se registró diferencia significativa entre frecuencias observadas y esperadas.



**Figura 5.11.** Frecuencia esperada y observada de *Oecanthus californicus* sobre 29 especies de plantas presentes en la parcela poniente ( $\chi^2 = 20.18$ ; g.l. = 6;  $P < 0.005$ ). \* Especies de plantas en las que se registró diferencia significativa entre frecuencias observadas y esperadas.

*parviflora* se observaron cuatro individuos pero se observó una cantidad mayor (12); sobre *Wigandia urens* no se esperaba observar individuos y se observaron cuatro. En la parcela poniente la única especie que presentó diferencia significativa fue *Buddleia parviflora* (Fig. 5.11).

Con base en el porcentaje de cobertura relativa de las plantas en la parcela oriente se esperaba obtener 16 individuos sobre 21 especies de plantas y no se observó ninguno, se esperaban cuatro sobre *Buddleia parviflora* y se observaron 12 y se esperaba un individuo tanto en *Wigandia urens* como en *B. cordata* y se observaron cuatro. En la parcela poniente se esperaba observar ocho individuos en 17 especies de plantas y tampoco se observó alguno, no se esperaba observar individuos sobre *Buddleia parviflora* y se observaron tres. En la REPSA *O. californicus* prefiere estar sobre *Wigandia urens*, *Buddleia parviflora*, *B. cordata* y *Loeselia mexicana* (Tabla 5.6).

**Tabla 5.6.** Índice de preferencia de *O. californicus* en la REPSA.

Espece	Índice de Preferencia	$\chi^2$	P
<b>Parcela oriente</b>			
<i>Wigandia urens</i>	9.896	82.23	< 0.01
<i>Buddleia parviflora</i>	2.279		
<i>Buddleia cordata</i>	3.509		
<i>Verbesina virgata</i>	0.630		
Otras (21 especies)	-1.000		
<b>Parcela poniente</b>			
<i>Buddleia parviflora</i>	3.000	20.18	< 0.01
<i>Loeselia mexicana</i>	1.505		
<i>Buddleia cordata</i>	0.244		
<i>Eupatorium petiolare</i>	0.885		
<i>Cissus sicyoides</i>	0.633		
<i>Iresine celosia</i>	0.392		
Otras (17 especies)	-0.885		

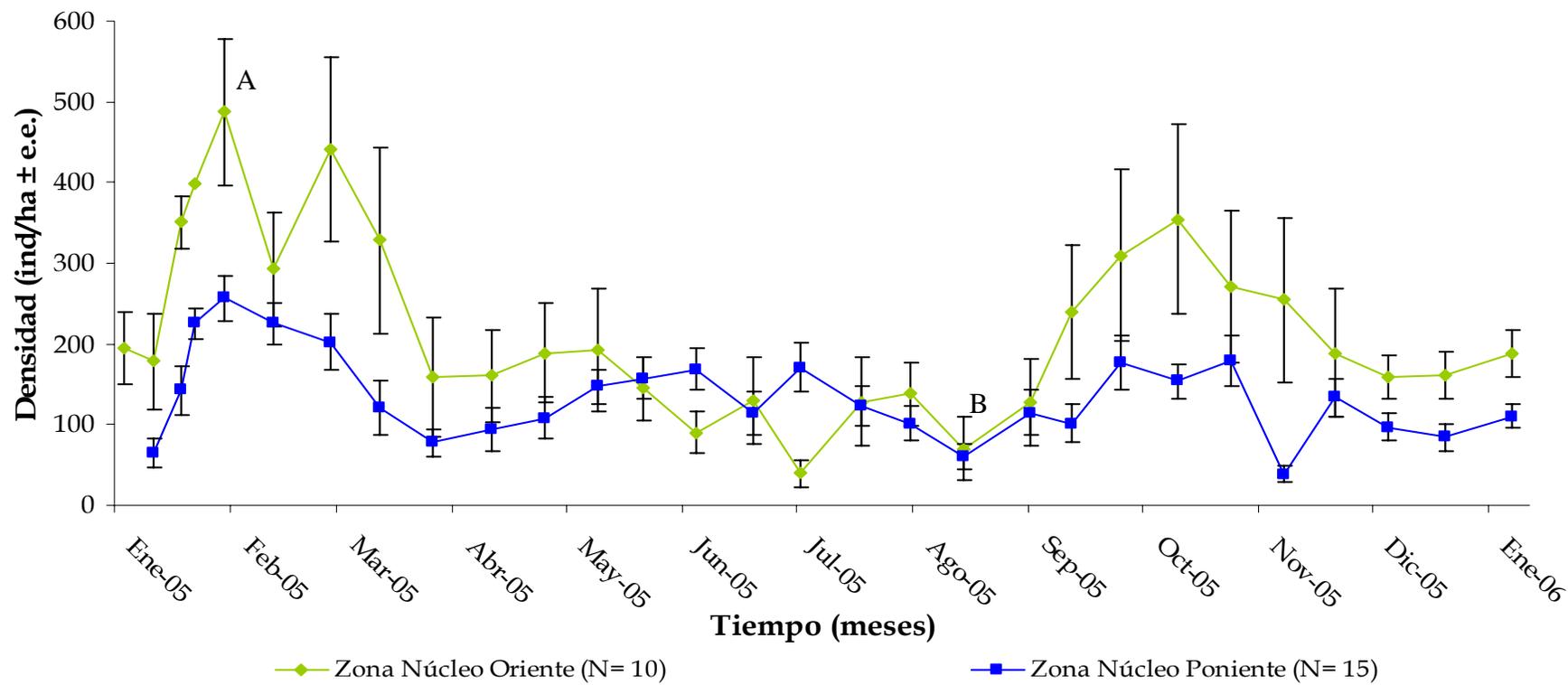
## 5.4. Densidad de machos

**5.4.1. Densidad de machos de *Oecanthus niveus*.** La densidad de machos promedio anual en la ZNO fue de  $213.2 \pm 20.36$  ind/ha y de  $134.0 \pm 10.04$  ind/ha en la ZNP. No se encontró un efecto significativo del sitio ni de la interacción sitio  $\times$  fecha, pero sí de la fecha sobre la densidad de machos (Tabla 5.7). Se registró que la densidad de machos a principios de febrero fue significativamente más alta que a mediados de agosto (Fig. 5.12).

**Tabla 5.7.** Análisis de varianza de dos vías para evaluar el efecto de la parcela y la fecha de observación sobre la densidad de machos de *O. niveus* en dos zonas núcleo de la REPSA, datos de enero de 2005 a enero de 2006.

<b>Factor</b>	<b>S.C.</b>	<b>g.l.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Sitio	0.0002	1	0.0002	0.30	0.582
Fecha	0.0344	28	0.0012	2.29	<b>&lt;0.001</b>
Sitio $\times$ Fecha	0.0197	28	0.0007	1.32	0.129
Error	0.3577	668	0.0005		

La densidad de *O. niveus* en la ZNO osciló continuamente (Fig. 5.12), registrándose dos picos de abundancia, el mayor en febrero-marzo y otro de menor magnitud en octubre; la densidad máxima que presentó a lo largo del año fue de 487.2 ind/ha en febrero. Entre abril y septiembre la densidad se mantiene baja, siendo en julio cuando se registró la mínima anual (39.7 ind/ha). Por otro lado, en la ZNP también observan los picos anteriormente mencionados pero con una menor intensidad, registrándose en febrero (256.5 ind/ha) y noviembre (179



**Figura 5.12.** Densidad de machos de *Oecanthus niveus* (No./ha ± e.e.) en dos zonas núcleo de la REPSA. Letras diferentes indican las únicas diferencias significativas entre fechas registradas por el análisis estadístico ( $P < 0.05$ ; prueba de Tukey).

ind/ha), después de esta fecha, en este mismo mes se observa una disminución de individuos hasta llegar a 38.9 ind/ha. En general, la densidad no varía mucho entre marzo y septiembre, siendo en promedio de  $148.8 \pm 14.48$  ind/ha.

Debido a que no se encontró diferencia significativa de la densidad de machos entre zonas, los datos de ambas zonas se juntaron para correlacionarlos con los factores ambientales (temperatura, humedad y precipitación). La precipitación se correlacionó negativa y significativamente con la densidad de machos de *O. niveus* en la REPSA (Tabla 5.8).

**Tabla 5.8.** Índices de correlación entre factores ambientales y la densidad de machos de *O. niveus* en la REPSA observados de enero de 2005 a enero de 2006. G.I.= 29,\*  $P < 0.05$ .

	<b>Factor ambiental</b>		
	Temperatura	Humedad	Precipitación
Densidad	-0.22	-0.25	<b>-0.52*</b>

**5.4.2. Densidad de machos de *Oecanthus californicus*.** La densidad de machos de *O. californicus* no difirió significativamente entre zonas pero sí entre fechas (Tabla 5.9). La densidad de machos fue significativamente más alta en septiembre y octubre que en enero (Fig. 5.13). La ZNO registró una densidad promedio anual de  $45.6 \pm 12.27$  ind/ha por  $26.9 \pm 7.42$  ind/ha que registró la ZNP. En las dos zonas de estudio se registró una gran variación a lo largo del año y ambas presentaron un pico de abundancia en octubre (Fig. 5.13). En la ZNO la densidad de machos de *O. californicus* registró un incremento a partir de julio, llegando a su máximo en octubre, cuando se registró 209.3 ind/ha y posteriormente, disminuyó hasta 6

ind/ha en enero de 2006 (Fig. 5.13). La ZNP, por su parte, también presentó un incremento a partir de julio, teniendo una densidad máxima de 125.5 ind/ha en octubre, pero a diferencia de la ZNO, se registró un descenso drástico en la densidad en noviembre, disminuyendo de 107.7 ind/ha a 6 ind/ha, aunque posteriormente aumentó la densidad a fines de noviembre y finalmente, volvió a disminuir en enero de 2006.

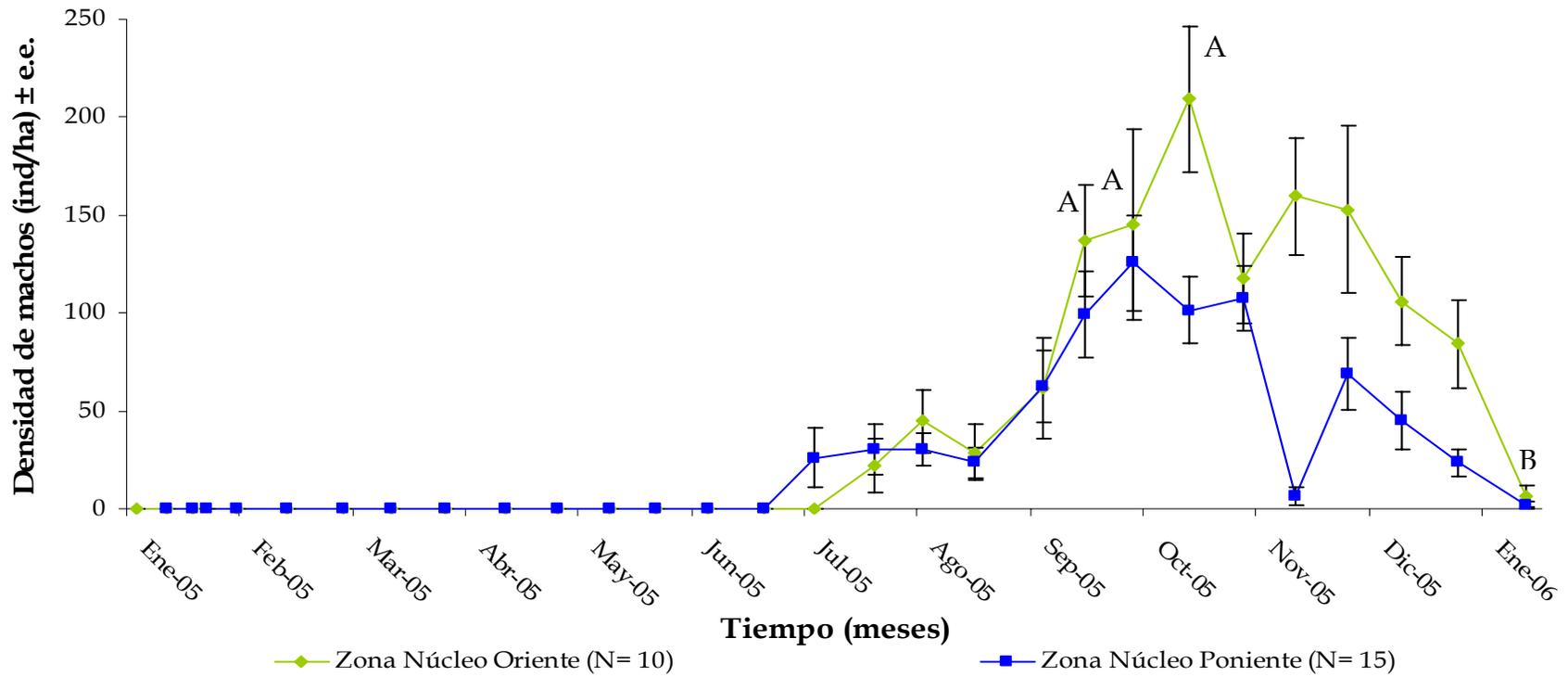
**Tabla 5.9.** Análisis de varianza de dos vías para evaluar el efecto de la parcela y la fecha de observación sobre la densidad de machos de *O. californicus* en dos zonas núcleo de la REPSA, datos de enero de 2005 a enero de 2006.

<b>Factor</b>	<b>S.C.</b>	<b>g.l.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Sitio	0.00006	1	0.00006	0.583	0.445
Fecha	0.00727	13	0.00056	5.322	<b>&lt;0.001</b>
Sitio × Fecha	0.00197	13	0.00015	1.445	0.136
Error	0.03393	323	0.00011		

Los factores ambientales (temperatura, humedad y precipitación) se correlacionaron con los datos agrupados de la densidad de machos de ambas zonas, debido a que no se encontró diferencia significativa de la densidad de machos entre éstas. La humedad se correlacionó positiva y significativamente con la densidad de machos de *O. californicus* en la REPSA (Tabla 5.10).

**Tabla 5.10.** Índices de Correlación entre factores ambientales y la densidad de machos de *O. californicus* en la REPSA observados de enero de 2005 a enero de 2006. G.l.= 29, \*  $P < 0.005$ .

<b>Factores ambientales</b>			
	Temperatura	Humedad	Precipitación
Densidad	0.05	<b>0.65*</b>	0.20



**Figura 5.13.** Densidad de machos de *Oecanthus californicus* en dos zonas núcleo de la REPSA. Letras diferentes indican las únicas diferencias significativas entre fechas registradas por el análisis estadístico (prueba de Tukey).

## 5.5. Variación espacial y temporal de la estructura poblacional de dos especies del género *Oecanthus*.

**5.5.1. Estructura poblacional de *Oecanthus niveus*.** Para establecer la estructura de edades se ajustaron las medidas de la longitud corporal obtenidas en los muestreos de las parcelas con las propuestas por Fulton (1915), estableciéndose cinco estadios ninfales y el estado adulto (Tabla 5.14). Posteriormente, para obtener los intervalos de cada estadio, se hicieron continuas las longitudes ajustadas (Tabla 5.15). Las ninfas de los estadios IV y V, adicionalmente, se pueden diferenciar de los estadios anteriores debido a que los machos presentan primordios de alas, y las hembras de estos estadios presentan también un ovipositor poco desarrollado. Los adultos de ambos sexos se distinguen porque tienen alas bien desarrolladas.

**Tabla 5.14.** Valores de longitud estimadas para ninfas de *O. niveus* en este estudio, calculadas a partir de las registradas por Fulton (1915). Los valores considerados en este estudio se basaron en la diferencia marginal del tamaño en los adultos del trabajo de Fulton (1915) y el presente estudio, excepto las de primer estadio, cuyo valor está basado en la longitud corporal más pequeña registrada en este estudio. Las ninfas de los estadios IV y V, adicionalmente, presentan primordios alares.

Estadio	Fulton (1915) (mm)	Este trabajo (mm)
I	3.0	2.8
II	4.5 – 5.0	4.8 – 5.5
III	6.0 – 7.0	6.8 – 8.2
IV	8.5 – 9.5	10.2 – 11.5
V	11.0 – 12.0	13.6 – 14.9

La longitud corporal de los adultos muestreados en este trabajo ( $14.25 \pm 0.14$  mm) difirieron de manera marginal con los 14.00 mm indicados por Fulton (1915) ( $t = 1.78$ ; g.l. = 205;  $P = 0.075$ ). Las hembras y los machos registrados en este estudio no difirieron significativamente en su longitud corporal ( $14.54 \pm 0.22$  y  $14.41 \pm 0.10$  mm, respectivamente;  $t = 1.10$ ; g.l.= 204;  $P = 0.27$ ).

**Tabla 5.15.** Intervalos utilizados para delimitar los estadios de *Oecanthus niveus* en la REPSA, D. F.

Estadio	Longitud corporal (mm)
I	2.8 - 3.8
II	3.9 - 6.2
III	6.3 - 10.7
IV	7.8 - 12.6
V	12.7 - 14.9
<b>Adultos</b>	11.0 - 21.3

La estructura poblacional de *O. niveus* varió a lo largo del año (Fig. 5.16), en los meses de febrero a junio se hallaron todos los estadios. El porcentaje de adultos a lo largo del año se modificó de ser el 100% en los meses de diciembre a ser menos del 25% en mayo. En enero y de julio a noviembre más del 50% de los individuos se encontraron en estado adulto. Por su parte, el porcentaje de individuos del estadio V en general es bajo, siendo el máximo en abril (4.3%). El valor máximo de la eclosión de huevos se presentó en febrero, ocupando las ninfas del primer estadio el 16% de la estructura poblacional. En octubre y noviembre sólo se localizó un individuo del estadio V y cuatro individuos del estadio II.

En todos los meses, excepto en el periodo de diciembre-enero, la proporción de machos fue significativamente mayor a la de hembras (Tabla 5.16). No se

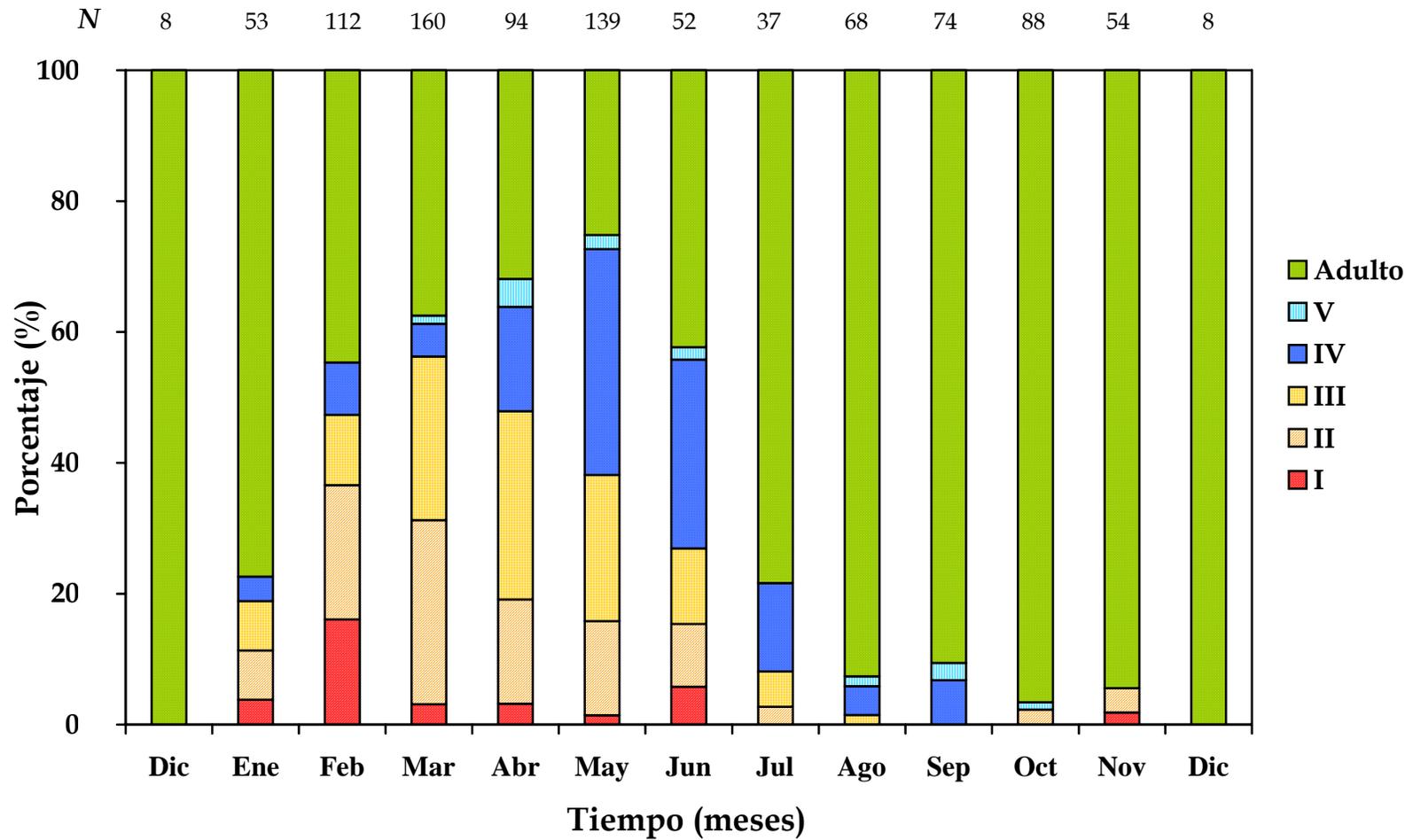


Figura 5.16. Variación temporal de la estructura poblacional por edades de *Oecanthus niveus* en la REPSA de diciembre de 2004 a diciembre de 2005.

*N* denota la cantidad de grillos encontrados en el mes correspondiente.

**Tabla 5.16.** Proporción sexual de *Oecanthus niveus* en la REPSA de diciembre de 2004 a diciembre de 2005. Prueba estadística aplicada:  $\chi^2$ .

Meses	Proporción sexual		
	M : H	N	P
Diciembre-enero	2 : 1	42	0.005
Febrero	4.6 : 1	62	< 0.005
Marzo	5.4 : 1	51	< 0.005
Abril	4.6 : 1	28	< 0.005
Mayo	4.2 : 1	31	< 0.005
Junio	23 : 0	23	< 0.005
Julio	27 : 0	27	< 0.005
Agosto	18.7 : 1	59	< 0.005
Septiembre	10.8 : 1	59	< 0.005
Octubre	9 : 1	80	< 0.005
noviembre-diciembre	3.3 : 1	52	< 0.005
<b>Total</b>	<b>6.1 : 1</b>	<b>514</b>	<b>&lt; 0.005</b>

observaron hembras en los meses de junio y julio. En diciembre de 2004 y diciembre de 2005 se capturaron pocos adultos, por lo que se agruparon los datos con los meses más cercanos, enero y noviembre respectivamente.

La densidad de *Oecanthus niveus* dentro de la parcela poniente fue mayor que en la parcela oriente (Fig. 5.17), alcanzando las densidades más altas el 22 de febrero (633.3 ind/ha) y el 3 de mayo (350 ind/ha). Por otra parte, la parcela oriente tuvo menor densidad de individuos a lo largo del año, inclusive hubo muestreos en los que no se encontraron individuos en ésta (20 de diciembre de 2004, y 19 de abril y 29 de junio de 2005). Las densidades más altas en la parcela oriente fueron de 150 ind/ha el 20 de enero y 8 de marzo y de 133.3 ind/ha del 9 de agosto al 7 de septiembre. La densidad promedio anual en la parcela poniente fue de  $211.5 \pm 27.18$  ind/ha y en la parcela oriente fue de  $64.8 \pm 8.95$  ind/ha.

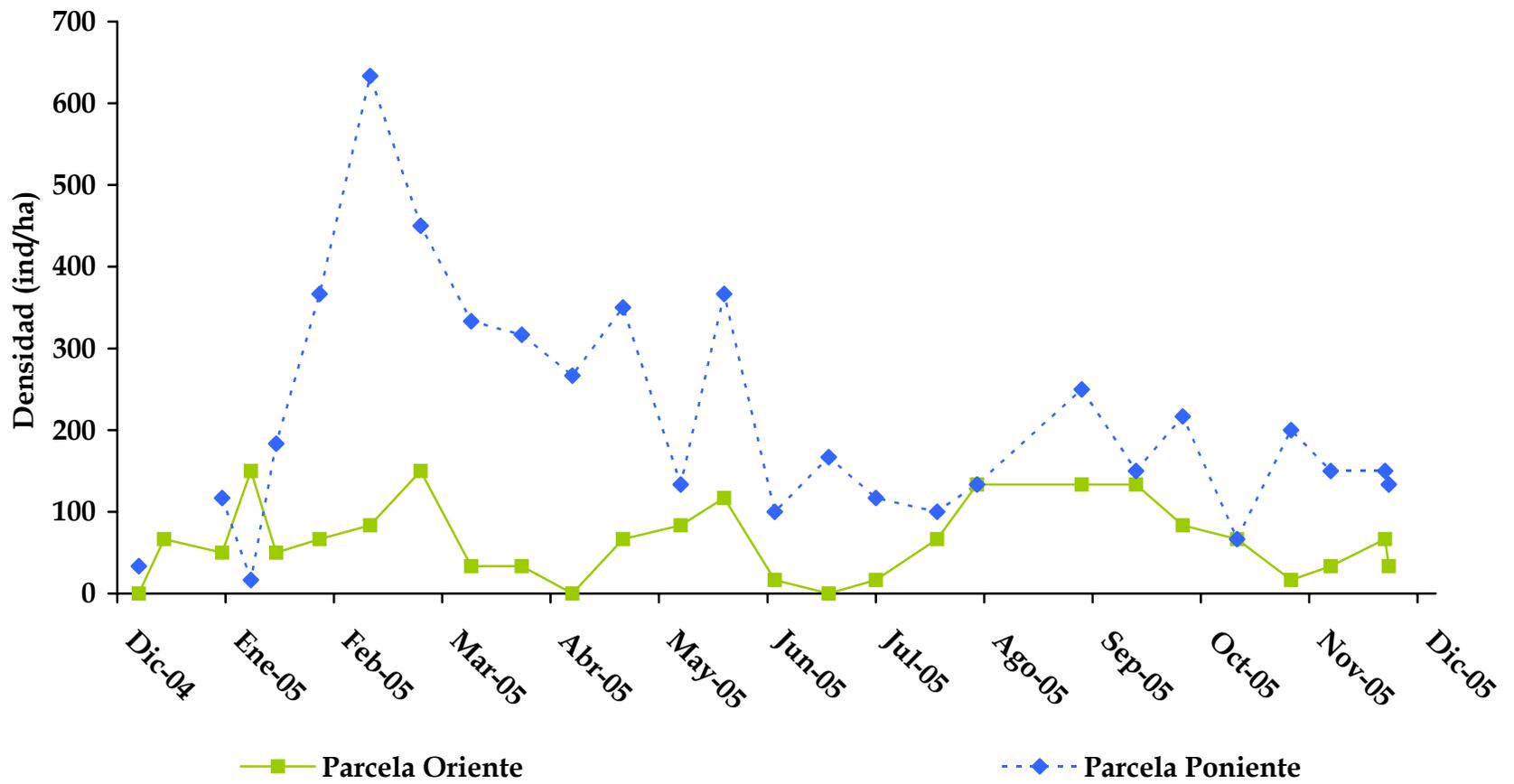


Figura 5.17. Densidad de individuos de *Oecanthus niveus* en dos sitios de la REPSA.

**5.5.2. Estructura poblacional de *Oecanthus californicus*.** Los individuos de *O. californicus* fueron poco abundantes a lo largo del año, sólo se localizó una ninfa en el mes de septiembre (Fig. 5.18). Se determinó que la ninfa pertenecía al IV estadio ya que presentaba alas y ovipositor de tamaño pequeño en comparación con su tamaño total. La longitud corporal de los adultos va de 13.8 a 20.5 mm, teniendo en promedio de  $19.50 \pm 1.8$  mm, siendo significativamente mayor al tamaño señalado por Fulton (12.00 mm) ( $t = 34.4$ , g.l. = 17,  $P < 0.0005$ ).

*O. californicus* no se encontró de febrero a julio, y en diciembre de 2004, y enero, agosto, octubre, noviembre y diciembre de 2005 sólo se encontraron adultos. Sólo se observaron hembras de *O. californicus* en octubre y noviembre y en ambos meses la proporción de machos fue mayor que la de hembras (Tabla 5.17).

**Tabla 5.17.** Proporción sexual de *Oecanthus californicus* en la REPSA en 2005.

<b>Proporción sexual</b>			
<b>Meses</b>	<b>M : H</b>	<b>N</b>	<b>P</b>
octubre	32.0 : 1	33	< 0.005
noviembre	9.7 : 1	32	< 0.005
<b>Total</b>	<b>18.3 : 1</b>	<b>65</b>	<b>&lt; 0.005</b>

En diciembre de 2004 sólo se localizó un individuo en la parcela oriente (Fig. 5.4). *O. californicus* no estuvo presente en ninguna parcela de febrero a inicios de agosto de 2005; y es a finales de este mes cuando se comenzó a registrar su presencia, incrementando su densidad paulatinamente. La mayor densidad de individuos se registró del 20 de octubre al 4 de noviembre (150 ind/ha) en la

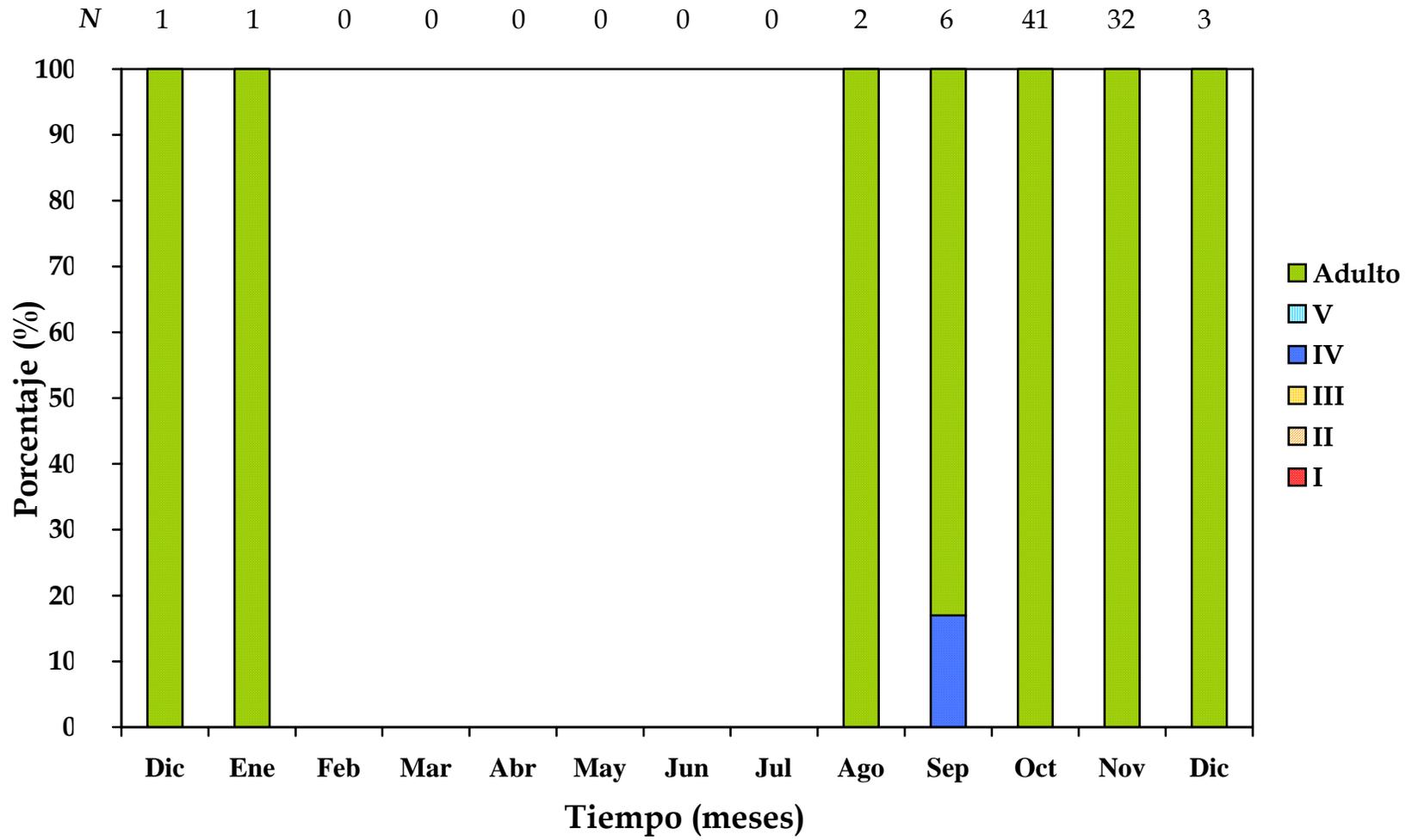


Figura 5.18. Variación temporal de la estructura poblacional de *Oecanthus californicus* en la REPSA de diciembre de 2004 a diciembre de 2005.

*N* denota la cantidad de grillos encontrados en el mes correspondiente.

parcela oriente (Fig. 5.19), mientras que del 3 al 14 de octubre no se encontraron individuos dentro de ésta.

Por su parte, la parcela poniente presentó las densidades más altas en octubre (333.3 ind/ha). En general, la parcela poniente fue más fluctuante que la parcela oriente. La densidad promedio anual en la parcela oriente ( $21.1 \pm 7.7$  ind/ha) fue más alta a la registrada en la parcela poniente ( $16.1 \pm 4.7$  ind/ha).

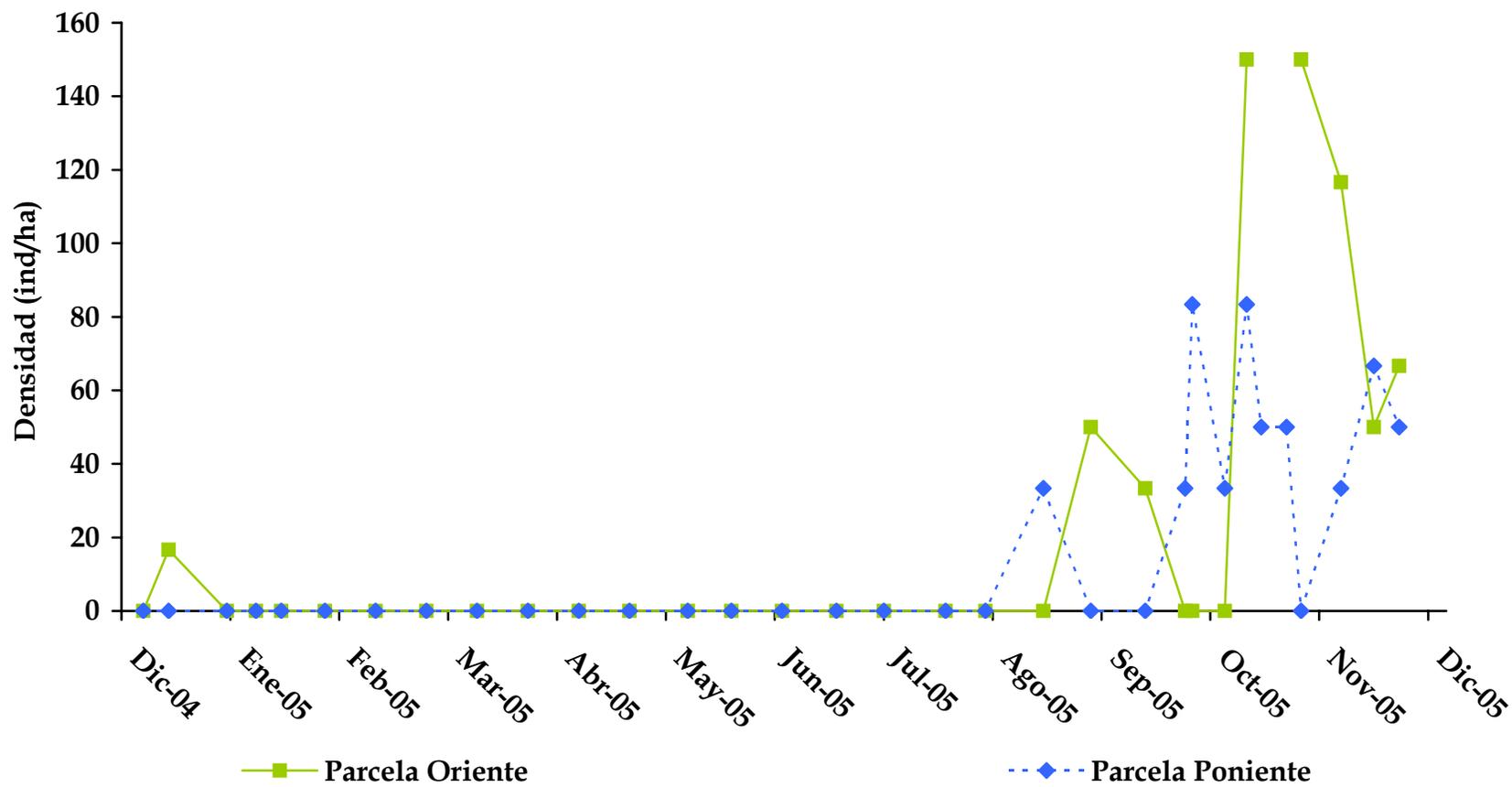


Figura 5.19. Densidad de individuos de *Oecanthus californicus* en dos sitios de la REPSA.

## VI. DISCUSIÓN

### 6.1. Historia natural y uso de hábitat de *Oecanthus* en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.

En el Pedregal de San Ángel coexisten dos especies de grillos arborícolas *Oecanthus niveus* y *O. californicus*. Ambas especies son de hábitos crepusculares y ambas coinciden y prefieren estar sobre *Buddleia cordata* y *Wigandia urens*. Sin embargo, *O. niveus* es mucho más abundante que *O. californicus*. El hecho de que estas especies estén coexistiendo se puede deber a una ligera diferenciación en el hábitat (Rosenzweig, 1981). En este sentido, *O. niveus* presenta un hábitat más amplio que *O. californicus*, ya que el primero se distribuye en 27 especies de plantas, mientras que el segundo sólo en 14. El número de especies hospedadoras de ambas especies de grillos es muy bajo comparado la oferta de especies que presenta la REPSA (337 especies; Castillo-Argüero *et al.*, 2004), lo cual podría indicar que son muy selectivos en cuanto a su hábitat o que no han podido colonizar aprovechar otras especies.

La coexistencia de estas especies puede ser resultado de la diferencia en sus densidades y ciclos de vida, ya que a *O. niveus* se registró todo el año y en mayor densidad, mientras que a *O. californicus* sólo se le registró de agosto a enero en menor densidad. Para comprender los procesos por los cuales estas especies están coexistiendo en la REPSA es necesario realizar estudios enfocados a este tema así

como estudiar la distribución de *O. californicus* debido a que este el primer registro en la parte central de México y el hecho de que lo sea puede deberse a que no se ha estudiado la distribución de este género en nuestro país.

## 6.2. Selección de hábitat.

*Oecanthus niveus* no selecciona su hábitat al azar, prefiere estar sobre *Eupatorium petiolare*, *Buddleia cordata*, *Iresine celosia* y *Wigandia urens*. *Oecanthus californicus*, por su parte, se encontró sobre menos especies de plantas comparado con *O. niveus*, la planta más preferida fue *Wigandia urens*, seguida por *Buddleia parviflora*, *B. cordata* y *Loeselia mexicana*.

Las especies mencionadas pueden estar siendo elegidas por esta especie debido a sus características biológicas; *Eupatorium petiolare* tiene la particularidad de que florece en la época de secas, de enero a abril (Meave *et al.*, 1994), época en la que los huevos eclosionan, motivo por el cual quizá las hembras la prefieran para ovipositar ya que en esta época las ninfas podrían estarse alimentando de la inflorescencia.

*Buddleia parviflora* y *B. cordata* son árboles perennes, sobre los cuales habita una numerosa cantidad de insectos. En Sudamérica se encontraron 249 especies de insectos sobre *Buddleia* sp. (Moran y Southwood, 1982) lo cual indica que las especies del género *Buddleia* en la REPSA pueden proveer de alimento a lo largo del año a ambos *Oecanthus*. *Buddleia cordata* en la REPSA puede proveer a *O. niveus*

de alimento a lo largo del año, además de ser un lugar importante de encuentro de ambos sexos, ya que también se observó a hembras de *O. niveus* ovipositando.

*Wigandia urens* además de ser hospedera de *O. niveus* y *O. californicus* es hospedera de 14 especies de insectos (Cano-Santana, 1987; Cano-Santana y Oyama, 1994), dentro de los cuales destaca la abundante presencia de un pequeño hemíptero (*Collaria* sp.) y cuatro especies de homópteros insectos de los cuales se alimenta (Fulton, 1915; Walker, 1962; Knopf, 1984; Willey y Adler, 1989; Hanks y Denno, 1993; Fedor y Majzlan, 2001). Estas plantas proveen a *O. niveus* de un hábitat adecuado para sobrevivir.

Los datos de selección de hábitat deben ser tomados con cautela, debido a que se realizó la comparación con base a sólo un dato de cobertura relativa tomado en noviembre cuando la época de lluvias ha terminado y algunas plantas han muerto, y tomando en cuenta que este ambiente de matorral xerófilo presenta una estacionalidad muy marcada, los datos pueden no reflejar la realidad a lo largo del año, por lo que sería importante realizar un estudio enfocado únicamente a este tema. Además, la distribución de una especie en un ambiente determinado se rige por varios factores, los cuales, a su vez pueden estar determinando la presencia de una especie sobre una u otra planta, estos factores pueden ser las interacciones entre ambas especies, las interacciones con otras especies competidoras o depredadoras, así como la supervivencia en un hábitat específico y el éxito reproductivo de una especie en ausencia de la otra (Howard y Harrison, 1984), por lo que son necesarios más trabajos al respecto para poder discernir si *O. niveus* y *O.*

*californicus* están seleccionando a sus plantas hospederas o si la distribución de sus depredadores y competidores están determinando su distribución.

### 6.3. Densidad de machos.

**6.3.1. Densidad de machos de *Oecanthus niveus*.** La densidad de machos no difirió entre zonas. La literatura sostiene que *O. niveus* es más abundante en las zonas perturbadas que en las conservadas (Fulton 1915, 1925; Fedor y Majzlan, 2001). Sin embargo, en la REPSA no sucede así con la densidad de machos. En noviembre de 2005 se realizó un estudio en la Zona Núcleo Suroriente de la REPSA y en la altamente perturbada zona de reserva territorial suroriente del campus de Ciudad Universitaria, en el que no se registraron diferencias significativas en la densidad de machos (116.93 y 194.88 machos/ha respectivamente; M. Pérez-Escobedo, datos no pub.). De igual manera, a pesar de que se puede percibir que la ZNO se encuentra más perturbada y es más pequeña que la ZNP, los datos registrados tampoco mostraron diferencias significativas entre estas zonas, por lo que ambas proveen un hábitat similar para los grillos de esta especie.

La densidad de cantos más alta se registró de enero a marzo cuando la temperatura aún se encuentra abajo del promedio anual y la precipitación es nula y en la fecha en que las ninfas comienzan a eclosionar, y en septiembre cuando la precipitación ha disminuido. En cambio, Romero-Mata (2007) encontró que en Zapotitlán Salinas, Puebla, los machos de *O. niveus* presentan una mayor densidad en noviembre. Estas variaciones en la densidad de los machos a lo largo del año se

deben a que las condiciones ambientales en cada hábitat son diferentes. Zapotitlán Salinas se encuentra a una menor altitud, tiene una temperatura promedio anual y una precipitación anual menores al reportado para la REPSA, lo cual puede estar propiciando una variación en el ciclo de vida de cada población.

En el presente trabajo no se encontró relación de la temperatura, ni de la humedad con la densidad de los machos de *O. niveus*; en cambio, sí se encontró una correlación significativa y negativa con la precipitación; por lo general los grillos dejan de cantar cuando existen lluvias y vientos fuertes (Walker, 1983); esto no implica que no se encuentren ahí los machos, por lo que, el hecho de encontrar una correlación con la precipitación en este trabajo, se debe a que la densidad de machos disminuyó a partir de abril, y para la época en la que se presentó la mayor precipitación (junio a agosto, Fig. 5.1) la densidad de machos ya era baja (Fig. 5.12). Esto indica que en la época de lluvias se encontraron menos machos debido a que las densidades ya habían disminuido y no a que la precipitación fuera la causante.

**6.3.2. Densidad de machos de *Oecanthus californicus*.** *O. californicus* registró una densidad de machos mucho menor que *O. niveus*. La densidad varió a lo largo del año de manera significativa ya que en los meses de enero a junio no están presentes los adultos de esta especie y la mayor densidad se registró en octubre cuando termina la época de lluvias.

La densidad estimada de machos se correlacionó significativa y positivamente con la humedad, pero esto no significa que exista una relación efecto causa, mas bien, se debió a que de julio a diciembre el porcentaje de humedad fue

mayor al 50% (Fig. 5.1) y coincidió con la época en la que los machos de *O. californicus* estuvieron presentes en la REPSA.

#### **6.4. Estructura poblacional.**

**6.4.1. Estructura poblacional de *Oecanthus niveus*.** El tamaño corporal del adulto en esta parte de México es semejante al de los grillos que se desarrollan en EUA (Fulton, 1915), pero varía en relación a un estudio realizado en un matorral xerófilo de Zapotitlán Salinas, Puebla (Romero-Mata, 2007), donde *O. niveus* fue significativamente más grande que el reportado por Fulton (1915) y por el presente estudio. Alexander (1968) menciona que las variaciones en el tamaño corporal en los grillos se deben a las variaciones de la latitud y de la altitud de los sitios de distribución de la especie.

No se encontró dimorfismo sexual en el tamaño corporal de los adultos de esta especie en la REPSA. En hembras de *O. nigricornis* se ha registrado que el tamaño corporal de los machos no es un carácter que se tome en cuenta para seleccionarlos, ya que en el género son más importantes los regalos nupciales (Bussière *et al.*, 2005), por lo que presentar el mismo tamaño corporal no es un factor que se este seleccionando y por lo tanto no debería haber diferencias significativas.

En EUA los adultos de *O. niveus* aparecen en agosto y están presentes hasta noviembre, mientras que en la REPSA los adultos se encuentran todo el año (Fulton, 1915; Walker, 1962), esta diferencia se debe a las variaciones en las

condiciones ambientales, ya que, en EUA el invierno es más frío y los adultos mueren, por lo que la generación no permanece todo el año (Alexander, 1968).

La proporción de adultos disminuye de febrero a junio, ya que en este periodo las ninfas están emergiendo, sin embargo, de julio a diciembre los adultos aumentan considerablemente, llegando a ser el 100% en diciembre, debido a que ya no hay reclutamiento de ninfas, y éstas a su vez, alcanzan el estado adulto (Fig. 5.16). En Zapotitlán Salinas, Puebla, Romero-Mata (2007) registró que la estructura poblacional de *O. niveus* varía a lo largo del año y que los estadios que se encontraron todo el año son del tercer estadio al adulto.

Los apareamientos se observaron de septiembre a noviembre, la oviposición en febrero y abril, y las ninfas del primer estadio se encontraron de enero a junio. Se ha observado que las hembras ovipositan el mismo día que se aparean (R. Cueva del Castillo, com. pers.) por lo que los eventos de oviposición en la REPSA son de septiembre a abril y los huevos eclosionan hasta enero. En EUA, los grillos del género *Oecanthus* presentan un periodo de diapausa en los meses más fríos en la etapa de huevo (Alexander, 1968), por lo que en la REPSA debe estar ocurriendo de noviembre a enero, ya que esta época se observaron apareamientos y oviposiciones, pero muy pocas ninfas.

Los primeros estadios de desarrollo no se encuentran durante todo el año. Las ninfas de los estadios I y II no están presentes en diciembre ni de julio a septiembre; asimismo, en febrero y junio se observa un aumento en el número de ninfas I, lo que puede sugerir que *O. niveus* presenta una generación por año,

semejante a lo que sucede en el norte de EUA (Alexander, 1968), con un periodo de diapausa en etapa de huevo durante los meses de noviembre y diciembre (Fig. 5.16).

La época de eclosión de los huevos coincide con la época de floración de una de las plantas en las que las hembras ovipositan, *Eupatorium petiolare*, la cual florece de enero a abril (Meave *et al.*, 1994) y en la que se observan con alta frecuencia las ninfas, lo cual denota que las hembras sí la seleccionan para ovipositar, a pesar que su cobertura relativa es reducida.

Romero-Mata (2007) llevó a cabo muestreos diurnos y encontró que todo el año las hembras de *O. niveus* están en la misma proporción que los machos. En contraste, en la REPSA, los machos se encontraron casi siempre en mayor proporción que las hembras. Esto se puede deber a la naturaleza de mi muestreo, ya que al realizarlo durante la noche los machos tienen mayor probabilidad de encuentro que las hembras, debido a su canto.

La densidad de *O. niveus* encontrada en la parcela poniente fue mayor que en la oriente. No hay diferencia en el número de especies de plantas en ambas parcelas pero la composición es distinta, ya que la parcela poniente contiene elementos no nativos de la REPSA y estos conforman la mayor parte de la cobertura y, según Fulton (1915) y Blatchley (1920), *O. niveus* prefiere estar en áreas perturbadas.

En Zapotitlán Salinas, Puebla, Romero-Mata (2007) registró una densidad mucho menor que en la REPSA, siendo la media anual de 39.8 ind/ha, esta

diferencia se debe principalmente a la diferencia del ambiente, ya que en Zapotitlán Salinas el clima es mucho más seco que en el Pedregal y la vegetación es muy escasa.

**6.4.2. Estructura poblacional de *Oecanthus californicus*.** Esta especie probablemente presenta una generación al año sin traslape de cohortes (Fig. 5.18), lo cual no difiere con lo descrito para la especie (Alexander, 1962). En la REPSA los adultos de *O. californicus* están presentes durante siete meses del año, de junio a enero, y en EUA están presentes durante medio año, de mayo a noviembre (Alexander, 1962; Walker, 1962), de febrero a junio no hay registro de adultos ni de ninfas en la REPSA. La baja abundancia de esta especie no permitió coleccionar los diferentes estadios ninfales, por lo que no es posible hacer inferencias acerca de los detalles de su ciclo de vida.

Sólo se observó un apareamiento de esta especie en noviembre, pero éstos probablemente continúan hasta febrero, que es cuando los adultos mueren. También es muy probable que la oviposición ocurra en esos mismos meses. En los dos meses en los que se registraron hembras, los machos estuvieron en mayor proporción que éstas, debido a que el muestreo se realizó durante el anochecer, cuando hay presencia de cantos, lo cual propicia que los machos tengan mayor probabilidad de encuentro que las hembras.

El tamaño corporal de los adultos es significativamente mayor al indicado por Fulton (1926a). Esta especie se distribuye principalmente al norte del continente, por lo que la ciudad de México constituye la localidad más sureña

donde se ha registrado en esta especie, lo cual puede implicar que el clima más cálido propicia un tamaño corporal mayor que en las poblaciones nortteñas (Alexander, 1968).

El registro de *O. californicus* en la REPSA es el primer reporte para el centro de México, ya que se ha colectado en el norte de México en los estados de Sonora, Sinaloa, Durango, Coahuila y Zacatecas (Walker, 1967). Esto puede deberse a la falta de estudios en la parte norte del país y a su muy baja densidad. Es importante realizar estudios encaminados a conocer más acerca de su biología.

## VII. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

### 7.1. Conclusiones.

Las conclusiones a las que llega este trabajo son las siguientes:

1. En la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) habitan dos grillos del género *Oecanthus*: *O. niveus* y *O. californicus*.
2. *Oecanthus niveus* está presente en la REPSA todo el año y presenta un tamaño corporal igual al de los individuos de esta especie que se distribuyen en EUA. Habita sobre 27 especies de plantas, de las cuales prefiere estar sobre *Eupatorium petiolare*, *Buddleia cordata*, *Iresine celosia* y *Wigandia urens*. La densidad de machos de *O. niveus* presenta dos picos de abundancia, el primero de febrero a marzo y el segundo en octubre. Presenta una generación por año, en la que los adultos están presentes todo el año, mientras que la época de reclutamiento de ninfas ocurre de enero a junio.
3. *Oecanthus californicus* se registra en su etapa adulta de agosto a enero y presentan un tamaño corporal significativamente mayor al de los individuos de esta especie en EUA. Habita sobre 14 especies de plantas, de las cuales prefiere estar sobre *Wigandia urens*, *Buddleia parviflora*, *B. cordata* y *Loeselia mexicana*. La mayor densidad de machos se presenta en octubre. Se encuentra en muy baja frecuencia en la REPSA. Probablemente presenta una generación por año, tal como está indicado para ésta y muchas otras especies del género.

## **7.2. Perspectivas.**

Es necesario llevar a cabo estudios de los ciclos de vida de ambas especies en la REPSA, y así poder entender mejor de su biología en los ambientes cálidos. Por ejemplo, sería interesante conocer el número de huevos que cada hembra ovípara y la cantidad de huevos que logran eclosionar, para poder conocer su fecundidad; estudiar el proceso de diapausa para conocer cuáles son las condiciones que disparan la eclosión; conocer la duración de cada estadio en laboratorio para compararlo con las observaciones en campo y saber el tiempo de permanencia y de supervivencia de cada estadio y realizar estudios de historia vida.

También sería importante realizar estudios ecológicos acerca de la selección sexual, relacionada con la densidad de adultos y la proporción sexual, para conocer si estos aspectos podrían estar influenciando la selección de pareja. Se requieren estudios de selección de hábitat, en los que se tomen en cuenta las variaciones en la cobertura vegetal a lo largo del año en la REPSA. Aún faltan observaciones de campo sobre la dieta de los grillos y sobre sus enemigos naturales. Sería interesante determinar el efecto de los disturbios sobre la abundancia de estas especies.

Finalmente, debido a que existen pocos registros de este género en México, es importante realizar un listado faunístico, así como estudios de la distribución del género, para poder conocer cuántas especies del género habitan en México, así como entender sus patrones de distribución y variaciones en sus ciclos de vida.

## Literatura citada

- Alexander, G. y J.R. Hilliard. 1969. Altitudinal and seasonal distribution of Orthoptera in the Rocky Mountains of Northern Colorado. *Ecological Monographs* 39: 385-432.
- Alexander, R.D. 1962. Evolutionary change in cricket acoustical communication (in Symposium on comparative biological studies of crickets). *Evolution* 16: 443-467.
- Alexander, R.D. 1968. Life cycle origins, speciation, and related phenomena in crickets. *The Quarterly Review of Biology* 43: 1-41.
- Arnett, R.H. 1993. *American Insects. A Handbook of America North of Mexico*. The Sandhill Crane Press, Florida, EUA.
- Ball, E.D., E.R. Tinkham, R. Flock y C.T. Vorhies. 1942. The grasshoppers and other Orthoptera of Arizona. *Arizona Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin* 93: 255-373.
- Begon, M., M. Mortimer y D.J. Thompson. 1996. *Population Ecology. A Unified Study of Animals and Plants*. Blackwell Science, Liverpool, Inglaterra.
- Blair, A.P. 1943. Population structure in toads. *The American Naturalist* 77: 563-568.
- Blatchley, W.S. 1920. *Orthoptera of Northeastern America*. The Nature Publishing Company, Indianápolis, EUA.
- Borror, D.J., D.M. de Long y C.A. Triplehorn. 1981. *An Introduction to the Study of Insects*. Saunders College Publishing, Filadelfia, EUA.
- Bougney, A.S. 1973. *Ecology of Populations*. MacMillan, Nueva York, EUA.

- Brown, W.D., J. Wideman, M.C.B. Andrade, A.C. Mason y D.T. Gwynne. 1996. Female choice for an indicator of male size in the song of the black-horned tree cricket, *Oecanthus nigricornis* (Orthoptera: Gryllidae: Oecanthinae). *Evolution* 50: 2400-2411.
- Brown, W.D. 1999. Mate choice in tree crickets and their kin. *Annual Review of Entomology* 44: 371-396.
- Bussière, L.F., H.A. Basit y G. Darryl. 2005. Preferred males are not always good providers: female choice and male investment in tree crickets. *Behavioral Ecology* 16: 223-231.
- Cano-Santana, Z. 1987. Ecología de la relación entre *Wigandia urens* (Hydrophyllaceae) y sus herbívoros en el Pedregal de San Ángel D.F. (México). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., México.
- Cano-Santana, Z. y K. Oyama. 1994. *Wigandia urens* (Hydrophyllaceae): Un mosaico de recursos para sus insectos herbívoros. *Acta Botánica Mexicana* 28: 29-39.
- Cantrall, I.J. 1943. *The Ecology of the Orthoptera and Dermaptera of the George Reserve, Michigan*. Miscellaneous Publications. Museum of Zoology. University of Michigan, Michigan, EUA.
- Castillo-Argüero, S., G. Montes-Cartas, M.A. Romero-Romero, Y. Martínez-Orea, P. Guadarrama-Chávez, I. Sánchez-Gallen y O. Núñez-Castillo. 2004. Dinámica y conservación de la flora del matorral xerófilo de la Reserva Ecológica del

- Pedregal de San Ángel (D.F., México). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 74: 51-75.
- César-García, F. 2002. Análisis de algunos factores que afectan la fenología reproductiva de la comunidad vegetal de la Reserva del Pedregal de San Ángel, D.F. México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., México.
- Costea, M., S.E. Weaver y F.J. Tardif. 2003. The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S. Watson and *A. hybridus* L. *Canadian Journal of Plant Science* 84: 631-668.
- Dawkins, R. 1987. Communication. Pp. 78-91. En: D. McFarland (eds.) *The Oxford Companion to Animal Behaviour*. Oxford University Press, Oxford, Inglaterra.
- Demchak, K. 2002. *Commercial Berry Production & Pest Management Guide 2002-04*. Penn State's College of Agricultural Sciences, Pensilvania, EUA.
- Drickamer C.L., S.H. Vessey y D. Meikle. 1996. *Animal Behaviour. Mechanisms, Ecology, Evolution*. Wm.C. Brown, Dubuque, EUA.
- Eades, D.C., Otte, D. y Naskrecki, P. 2007. *Orthoptera Species File Online*. Versión 2.0/3.0. <<http://Orthoptera.SpeciesFile.org>>. Fecha de consulta: 1-may-07.
- Ebenman, B. y L. Persson. 1988. *Size-Structured Populations*. Springer-Verlag, Berlín, Alemania.
- Fedor, P.J. y O. Majzlan. 2001. Distribution and infiltration of the tree cricket *Oecanthus pullezens* (Scopoli, 1763) to unoriginal conditions in Slovakia. *Bulletin de la Société des Naturalistes luxembourgeois* 102: 103-108.

- Fontes, E.M.G., D.H. Habeck y F. Slansky Jr. 1994. Phytophagous insects associated with Goldenrods (*Solidago* spp.) in Gainesville, Florida. *Florida Entomologist* 77: 209-221.
- Fulton, B.B. 1915. The tree crickets of New York: life history and bionomics. *New York Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin* 42: 3-47.
- Fulton, B.B. 1925. Physiological variation in the snowy tree-cricket *Oecanthus niveus* De Geer. *Annals of the Entomological Society of America* 18: 363-383.
- Fulton, B.B. 1926a. The tree crickets of Oregon. *Oregon Agricultural College Experimental Station Bulletin* 223: 7-20.
- Fulton, B.B. 1926b. Geographical variation in the nigricornis group of *Oecanthus* (Orthoptera). *Iowa State College Journal of Science* 1: 43-62.
- García, E. 1986. *Apuntes de Climatología*. Larios. México, D.F., México.
- Gloyer, W.O. y B.B. Fulton 1916. Tree crickets as carriers of *Leptosphaera coniothyrium* (Fckl.) Sacc. and other fungi. *New York Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin* 50: 1-26.
- Gray, D.A. y H.C. William. 1999. Quantitative genetics of sexual selection in the field cricket, *Gryllus integer*. *Evolution* 53: 848-854.
- 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. 1934. The Dermaptera and Orthoptera of Illinois. *Illinois Natural History Survey* 20: 125-279.
- Helfer, J. 1963. *How to Know the Grasshoppers, Cockroaches, and their Allies*. Pictured Key Nature Series. Dubuque, Iowa, EUA.

- Hewitt, G.M. y R.K. Bultin. 1997. Causes and consequences of population structure. Pp. 350-373. En: Krebs, J.R. y N.B. Davies (eds.). *Behavioural Ecology*. Blackwell Sci. Pub., Cambridge, Inglaterra.
- Howard, D.J. y R.G. Harrison. 1984. Habitat segregation in ground crickets: the role of interspecific competition and habitat selection. *Ecology*. 65: 69-76.
- Johnson, S.R. 1996. Spiders associated with early successional stages on a virginia barrier island. *The Journal of Arachnology*. 24: 135-140.
- Knopf, A.A. 1984. *The Audubon Society Field Guide to North American Insects and Spiders*. Universidad de New Hampshire, Nueva York, EUA.
- Kolluru, G.R. 1999. Variation and repeatability of calling behavior in crickets subject to a phonotactic parasitoid fly. *Journal of Insect Behavior* 12: 619-626.
- Krebs, C.J. 1985. *Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia*. Harla, México, D.F., México.
- Masaki, S. y T.J. Walker. 1987. Cricket life cycles. *Evolutionary Biology* 21: 349-423.
- Meave, J., J. Carabias, V. Arriaga y A. Valiente-Banuet. 1994. Observaciones fenológicas en el Pedregal de San Ángel. Pp. 91-105. En: Rojo, A. (comp.) *Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel: Ecología, Historia Natural y Manejo*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., México.
- Moran, V.C. y T.R.E. Southwood. 1982. The guild composition of arthropod communities in trees. *The Journal of Animal Ecology* 51: 289-306.
- Orians, H.G. y J.F. Wittenberger. 1991. Spatial and temporal scales in habitat selection. *The American Naturalist* 137: S29-S49.

- 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.
- Pigliucci, M. 2001. Environmental heterogeneity: temporal and spatial. En: *Encyclopedia of Life Sciences*. John Wiley and Sons, Ltd: Chichester <http://www.els.net/> [doi:10.1038/npg.els.0006101].
- Punzo, F. 2002. Early experience and prey preference in the lynx spider, *Oxyopes salticus* Hentz (Araneae: Oxyopidae). *Journal New York Entomological Society* 110: 255-259.
- 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.
- Romero-Mata, A. 2007. Estructura poblacional, preferencia de oviposición y selección de hábitat de *Oecanthus niveus* (De Geer) (Orthoptera: Gryllidae) en Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., México.
- Rosenzweig, M.L. 1981. A theory of habitat selection. *Ecology* 62: 327-335.
- Sholes, O.D.V. 1984. Responses of arthropods to the development of goldenrod inflorescences (*Solidago*: Asteraceae). *American Midland Naturalist* 112: 1-14.
- Shure, D.J. 1973. Radionuclide tracer analysis of trofic relationships in an old-field ecosystem. *Ecological Monographs* 43: 1-19.
- Thornhill, R., y J. Alcock. 1983. *The Evolution of Insect Mating Systems*. Harvard University Press, Boston, Massachussets, EUA.

- Toms, R.B. 1993. Incidental effects and evolution of sound-producing organs in tree crickets (Orthoptera: Oecanthidae). *International Journal of Insect Morphology and Embriology* 22: 207-216.
- Tooker, J.F. 2000. Influence of plant community structure on natural enemies of pine needle scale (Homoptera: Diaspididae) in urban landscapes. *Environmental Entomology* 29: 1305-1311.
- UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México. 2005. Acuerdo por el que se rezonifica, delimita e incrementa la Zona de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria. *Gaceta UNAM* (2 de junio de 2005): 20-21.
- Valiente-Banuet, A. y E. De Luna. 1990. Una lista florística actualizada para la Reserva del Pedregal de San Ángel, México D.F. *Acta Botánica de México* 9: 13-30.
- Vázquez, G.L. y A. Villalobos. 1987. *Zoología del Phylum Arthropoda*. Interamericana, México, D.F., México.
- Wagner, Jr. W.E. 1996. Convergent song preferences between female field crickets and acoustically orienting parasitoid flies. *Behavioral Ecology* 7: 279-285.
- Wagner, Jr.W.E., M.R. Smeds y D.D. Wiegmann. 2001. Experience affects female responses to male song in the variable field cricket *Gryllus lineaticeps* (Orthoptera, Gryllidae). *Ethology* 107: 769.
- Walker, T.J. 1962. The taxonomy and calling songs of the United States tree crickets (Orthoptera: Gryllidae: Oecanthinae). I. The genus *Neoxabea* and the *niveus* and *varicornis* groups of the groups of the genus *Oecanthus*. *Annals of the Entomological Society of America* 55: 303-322.

- Walker, T.J. 1967. Revision of Oecanthinae (Orthoptera: Gryllidae) of America South of the United States. *Annals of the Entomological Society of America* 60: 784-796.
- Walker, T.J. 1983. Diel patterns of calling in nocturnal Orthoptera. Pp. 45-72. En: Gwynne, D.T. y G.K. Morris (eds.) *Orthopteran mating systems. Sexual competition in diverse group of insects*. Westview Press, Boulder, Colorado, EUA.
- Wedell, N. y T. Sandberg. 1995. Female preference for large males in the bush cricket *Requena* sp. 5 (Orthoptera: Tettigoniidae). *Journal of Insect Behaviour* 8: 513-522.
- Wiegert, R.G., E.P. Odum y J.H. Schnell. 1967. Forb-arthropod food chains in a one-year experimental field. *Ecology* 48: 75-83.
- Willey, M.B. y H. Adler. 1989. Biology of *Peucetia viridans* (Araneae, Oxyopidae) in South Carolina, with special reference to predation and maternal care. *The Journal of Arachnology* 17: 275-284.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, Nueva Jersey, EUA.