



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL OAXACA**

PROTECCIÓN Y PRODUCCIÓN VEGETAL

**“DENSIDAD Y HÁBITAT DE Acridoideos (chapulines) EN SANTA MARÍA
ROALÓ, ZAACHILA OAXACA, MÉXICO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE
RECURSOS NATURALES**

PRESENTA:

MARÍA DE LOS ANGELES LÓPEZ MARTÍNEZ

DIRECTORES:

DR. RAFAEL PÉREZ PACHECO

M.C GRACIELA E. GONZÁLEZ PÉREZ

Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. Diciembre del 2015.



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 24 del mes de noviembre del 2015 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA)** para examinar la tesis de grado titulada: "Densidad y hábitat de Acridoideos (chapulines) en Santa María Roaló, Zaachila Oaxaca, México

Presentada por la alumna:

López

Apellido paterno

Martínez

materno

María de los Ángeles

nombre(s)

Con registro:


B	1	3	0	0	6	0
---	---	---	---	---	---	---

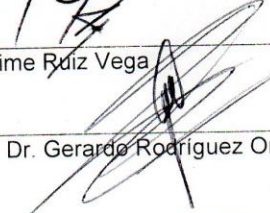
aspirante al grado de: **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**


Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA Directores de tesis


Dr. Rafael Pérez Pacheco

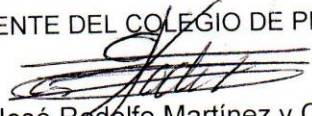

M. en C. Graciela Eugenia González Pérez


Dr. Jaime Ruiz Vega


Dr. Miguel Ángel Briones Salas


Dr. Gerardo Rodríguez Ortiz

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES


Dr. José Rodolfo Martínez y Cárdenas





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 25 del mes de noviembre del año 2015, el (la) que suscribe **María de los Ángeles López Martínez** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro B-130060 adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Rafael Pérez Pacheco y la M. en C. Graciela Eugenia González Pérez, y cede los derechos del trabajo titulado, "Densidad y hábitat de Acridoideos (chapulines) en Santa Saría Roaló, Zaachila Oaxaca, México", al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, e-mail: posgradoax@ipn.mx ó sadfair_19@hotmail.com se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

María de los Ángeles López Martínez



CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE INVESTIGACION PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
C.I.I.D.I.R.
UNIDAD OAXACA
IPN.

CONTENIDO

RESUMEN	I
ABSTRAC	II
AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIA	IV
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Antecedentes.....	4
3.2.2 Orden Orthoptera.....	5
3.2.3 Superfamilia Acridoidea.....	6
3.2.4 Acridoideos (chapulines).....	7
3.3 Morfología Acridoideos.....	7
3.3.1 Ciclo biológico.....	7
3.3.2 Reproducción.....	8
3.3.3 Huevos.....	9
3.3.4 Ninfas.....	9
3.3.5 Adultos.....	9
3.4 Hábitos.....	10
3.5 Comportamiento.....	10
3.6 Densidad y diversidad de Acridoideos.....	11
3.6.1 Distribución de Acridoideos en México.....	11
3.6.2 Distribución de Acridoideos en Oaxaca.....	12
3.6.3 Consumo de chapulines.....	12
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	14

4.1 Determinación del Área de muestreo en vegetación predominante de Valles Centrales	15
4.2 Muestreo de acridoideos.....	15
4.3 Identificación de acridoideos.....	17
4.4 Ortopterofauna asociada a los tres tipos de vegetación estudiada.....	17
4.5 Caracterización de la vegetación del hábitat	18
4.6 Análisis del diseño experimental.....	19
4.6.1 Análisis estadístico del diseño experimental	19
V. RESULTADOS.....	20
5.2 Densidad de acridoideos en Santa María Roaló Zaachila, Oaxaca	20
5.2.2 Densidad de especies de Acridoideos por tipos de vegetación.....	23
5.3 Especies identificadas de Acridoideos en los tres tipos de vegetación	24
5.4 Diversidad de especies	30
5.5 Caracterización de la vegetación del hábitat	32
5.7 Insectos asociados a los chapulines en diferentes tipos de vegetación	35
5.8 Ciclo biológico del chapulín en Santa María Roaló Zaachila, Oaxaca, en el año 2014.....	35
VI. DISCUSIONES	37
6.1 Densidad de Acridoideos.....	37
6.2 Especies de Acridoideos.....	38
6.3 Diversidad de especies	40
6.4 Caracterización de la vegetación del hábitat	40
VII. CONCLUSIONES.....	43
VIII. LITERATURA CITADA.....	44
IX. ANEXOS	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Densidad relativa evaluada en vegetación de Santa María Roaló.....	20
Cuadro 2. Densidad de chapulines (individuos en 10 m ⁻²) en matorral y cultivos de maíz y alfalfa durante su ciclo biológico de desarrollo en Santa María Roaló, Zaachila.....	22
Cuadro 3. Especies de Acridoideos registrados en cada uno de los cultivos muestrados.....	23
Cuadro 4. Lista de especies de chapulines (Orthoptera: Acridoidea) identificadas en el área de Santa María Roaló, Oaxaca.....	25
Cuadro 5. Frecuencia de individuos por especie, en todas las unidades de muestreo de chapulines, durante los meses de junio a noviembre del 2014.....	30
Cuadro 6. Coeficientes de correlación y significancia entre vegetación y densidad de acridoideos durante el periodo de junio a noviembre 2014, en Santa María Roaló.....	33
Cuadro 7. Especies de plantas identificadas en los tipos de vegetación muestreados de junio a noviembre del 2014.....	34
Cuadro 8. Entomofauna asociada a cultivos de maíz y alfalfa en Santa María Roaló.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida del chapulín (Huerta y Espinoza, 2014).....	08
Figura 2. Mapa de ubicación de las unidades de muestreo en las zonas de cultivo Santa María Roaló, Municipio de Trinidad Zaachila, Oaxaca, México.....	14
Figura 3. Muestreo de chapulines en cultivo de alfalfa, con red entomológica.....	16
Figura 4. Densidad absoluta de Acridoideos en las unidades de muestreo en Santa María Roaló, durante los meses de junio a noviembre de 2014.....	21
Figura 5. Especies de chapulines identificadas en el cultivo de maíz en periodo de junio a noviembre 2014.....	26
Figura 6. Especies de chapulines identificadas en el cultivo de alfalfa durante el periodo de junio a noviembre 2014.....	27
Figura 7. Especies de chapulines identificadas en matorral durante el periodo de junio a noviembre 2014.....	28
Figura 8. Clasificación jerárquica de las unidades de muestreo y sus repeticiones, mediante, factores como abundancia, vegetación, área foliar y cobertura.....	29
Figura 9. Área foliar registrada durante los meses de junio a noviembre del 2014.....	34
Figura 10. Eventos biológicos de los chapulines en relación con la densidad y la vegetación; observados y estudiados en campo durante la etapa de colecta en los meses de junio a noviembre del 2014.....	36

RESUMEN

El chapulín (Orthoptera: Acridoidea) es un insecto que se ha visto como plaga local en estados del norte de México; sin embargo, en el estado de Oaxaca es comestible, y se hace importante su conservación y el estudio de sus poblaciones actuales en diferentes tipos de vegetación. El objetivo fue determinar la densidad y diversidad de acridoideos en cultivos de maíz, alfalfa y matorral de la comunidad de Santa María Roaló, caracterizando estos tipos de vegetación. Durante el año 2014 se realizaron muestreos consecutivos en nueve unidades experimentales, cuya superficie fue de 100 m² cada una, para evaluar densidad y diversidad de chapulines durante su ciclo de vida. Los muestreos se establecieron con un diseño experimental aleatorio, considerando a los tipos de vegetación como tratamientos con tres repeticiones. Los datos obtenidos de las variables medidas (densidad, área foliar, cobertura vegetal) se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) para determinar la diferencia entre tratamientos, y se realizó una comparación de medias mediante la prueba Tukey, 0.05. Se obtuvo el área foliar a partir de un programa ImageJ®, el cual muestra altos niveles de precisión del área de cada hoja de la planta. La densidad de acridoideos estuvo comprendida entre 20,816 y 21,550 individuos ha⁻¹, encontrándose la mayor densidad ($p = 0.0004$) en el mes de septiembre en el cultivo de alfalfa (73 200 individuos ha⁻¹). Se colectó un total de 6,772 individuos, de los cuales se identificaron 17 especies de acridoideos, registrándose *Sphenarium purpuracens* y *Melanoplus mexicanus* como las especies más abundantes en los diferentes tipos de vegetación, estas especies son las más comestibles y las que han causado mayor pérdida en los cultivos agrícolas por ser las más abundantes. Los meses con mayor densidad fueron agosto, septiembre y octubre, coincidiendo con el ciclo biológico de los ortópteros. El matorral fue la vegetación donde más abundaron los chapulines. Este estudio es una contribución al conocimiento de los chapulines (Orthoptera: Acridoideos) de Valles Centrales del estado de Oaxaca.

Palabras clave: Acridoideos, abundancia, cultivos, vegetación.

ABSTRACT

The grasshopper (Orthoptera: Acridoidea) is an insect that has been seen like a local pest in northern Mexico; nevertheless, in Oaxaca State it is edible, and it's important their conservation and populations study. The objective was to determine the density and diversity of Acridoidea in corn, lucerne and coppice in Santa Maria Roaló community, characterizing vegetation forms. During 2014 sequential samplings were conducted in 12 experimental units (100 m²) in order to assess density and diversity of grasshoppers during its life cycle. Samplings were management under a completely randomized design using vegetation types like as treatments with three replications. Data were analyzed by analysis of variance test (Tukey, 0.05), under a completely randomized design. Leaf area was measure with ImageJ® program that has high accuracy level in leaf-area of the plant. The Acridoidea density was between 20.816 and 21,550 individuals ha⁻¹, finding the highest density (p = 0.0004) in September in the lucerne (73 200 individuals ha⁻¹). A total of 6,772 individuals were collected, of which were identified 17 acridoideos species, registering *Sphenarium purpuracens* and *Melanoplus mexicanus* as the most abundant species in different vegetation types generating major loss in agricultural crops. From August to October was registered the greater abundance, coinciding with the life cycle of the Orthoptera. The study is a contribution to knowledge of the grasshoppers (Orthoptera: Acridoideos) from Central Valleys of Oaxaca.

Keywords: Acridoideos, abundance, crops, vegetation.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional por el apoyo económico brindado mediante la Beca de Estimulo Institucional de Formación de Investigadores (BEIFI-IPN), a través del financiamiento de los proyectos aceptados.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico recibido a través de la beca, para la realización de mis estudios de Maestría.

A la M. en C. Graciela González Pérez mi especial y sincero reconocimiento por todo su apoyo en campo, por ser una excelente persona, y por qué siempre estuvo constante a lo largo del desarrollo del proyecto.

Al Dr. Rafael Pérez Pacheco mi total reconocimiento por su colaboración ardua y apoyo desde inicios de la maestría en esta institución.

Al Dr. Gerardo Rodríguez Ortiz mi sincero reconocimiento por enorme colaboración, mediante la realización de este proyecto en todo momento.

A los miembros del comité tutorial y de la comisión revisora: Dr. Jaime y Dr. Briones por su colaboración en la revisión y aportación para el proyecto.

DEDICATORIA

A mis padres Beatriz y Apolinar, que han sido la base de todo lo que soy, su apoyo en todo momento pero sobre todo su amor.

A mis hermanos Reynaldo, Nicanor, Abraham, Emmanuel, Rosario, Anastasio y Edel, por estar siempre apoyándome en todas las metas a seguir.

A mis abuelas Felipa y Francisca por todo su cariño y amor.

En memoria de mi abuelo Anastasio (†), que siempre me enseñó a luchar por lo que se quiere, pero sobre todo a nunca rendirse, y porque siempre fue un padre para mí, el cual formo parte de mi educación durante la niñez.

I. INTRODUCCIÓN

El estudio de los ortópteros en particular, tiene una gran relevancia ya que se les considera de importancia económica, debido a que una gran variedad de especies se convierten en plagas agrícolas y forestales y algunas otras como fuente de alimento. También son importantes en la conservación de los ecosistemas ya que proveen servicios ecológicos a las comunidades y al paisaje (Guevara-Alvarado *et al.*, 2009).

En los estados del norte del país se han realizado estudios enfocados a estos insectos, vistos como plaga agrícola local, debido a la afectación de cultivos lo cual reduce la producción a gran escala (Anaya *et al.*, 2000).

Los chapulines son insectos que pertenecen a la superfamilia Acridoidea, cuyo tamaño es de dos a siete cm de longitud, tienen patas posteriores grandes para brincar, dos pares de alas, y ojos sobresalientes (Barrientos-Lozano y Almaguer-Sierra, 2009). Estos insectos son activos de día, presentan fototropismo y son considerados de sangre fría (poiquiloterms), ya que ganan y pierden calor del ambiente; a bajas temperaturas buscan protección y permanecen inmóviles (Anaya *et al.*, 2000).

El ciclo biológico de los chapulines consta de tres fases que son huevo, ninfa y adulto (Fontana *et al.*, 2008). Son básicamente herbívoros y se alimentan de una o varias plantas, generalmente de pastos, mezcla de ellos y de arbustos, aunque también algunos se alimentan solo de arbustos (García-Gutiérrez *et al.*, 2006), ya que el hábitat de estos insectos no sólo se restringe a áreas ecológicas de pastizales, planicies y desiertos, por lo que es importante realizar estudios ecológicos de sus comunidades y de las poblaciones que las componen. Estos insectos tienen importancia económica ya que son parte de la alimentación en diferentes Estados del país, por lo que en las zonas rurales es comercializado y en su caso exportado, principalmente los géneros *Sphenarium*, *Melanoplus* y *Brachystola* que se distribuyen por todo el territorio nacional y tienen una amplia adaptación a diferentes condiciones del medio (Garza, 2005). Provocan cuantiosas pérdidas en la agricultura, sobre todo en cultivos de frijol y maíz, y en

pastizales naturales en los estados cuya altitud es superior a los 2,000 m como: Chihuahua, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Hidalgo, México, Michoacán, Puebla, Tlaxcala y Guanajuato. En estos se han registrado los géneros *Melanoplus*, *Boopedum*, *Mermiria*, *Sphenarium* y *Brachystola* (García y Lozano, 2011). También los géneros *Shepenarium*, *Schistocerca*, *Taeniopoda*, *Trimerotropis*, *Spharagemon*, *Plectotera* y *Melanopus* se aprovechan como recurso alimenticio (Anaya *et al.*, 2000) como es en el caso del Estado de Oaxaca y Puebla, que son parte de la gastronómica local.

En Oaxaca los chapulines tienen importancia social, cultural, económica y sobre todo ecológica. Estos insectos tienen gran demanda como alimento, formando parte de la dieta de los Oaxaqueños, ya que son importantes en la gastronomía local. Se distribuyen por todo el territorio pero principalmente en las comunidades de la región de los Valles Centrales, donde existen colectores y comerciantes que los venden en mercados locales y regionales. A pesar de la gran importancia, se desconoce la situación actual de sus poblaciones y su diversidad, hasta el momento no hay estudios científicos en el estado que contribuyan al conocimiento de su abundancia, distribución y requerimiento de su hábitat.

Este conocimiento permitirá entender con una base científica, cuales son algunos de los factores ambientales que influyen en la densidad y diversidad de especies de Acridoideos en diferentes tipos de vegetación y con ello contribuir a diseñar estrategias útiles para la conservación de poblaciones actuales de Acridoideos en Valles Centrales de Oaxaca. Considerando la importancia ecológica y económica de los chapulines, el objetivo central de este trabajo fue conocer el estado actual de las poblaciones de chapulines en una en Santa María Roaló en Valles Centrales con base en la estimación de densidad, diversidad y hábitat, y así contribuir en una adecuada planeación de los métodos para manejo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Estimar la densidad y diversidad de chapulines en áreas de cultivo y matorral, así como caracterizar su hábitat en la comunidad de Santa María Roaló, Zaachila, Oaxaca.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Estimar la densidad de los chapulines en cultivos de maíz y alfalfa y en áreas de matorral.
- ✓ Determinar la diversidad de chapulines del área estudiada durante la época lluviosa.
- ✓ Caracterizar el hábitat del chapulín con base en elementos bióticos y físicos.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Antecedentes

Los ortópteros, representados por unas 25,000 especies, constituyen un componente común de la fauna de insectos terrestres, y se distribuyen en la mayoría de las regiones biogeográficas del mundo. Son de gran importancia en la dinámica de las redes tróficas de los biomas tropicales por constituir una fuente primaria de proteínas para aves, arañas y otros insectos. Los Acridoidea conocidos como tucuras o saltamontes, son los herbívoros dominantes en la mayoría de los sistemas de pastizal. Sin embargo como consumidores primarios son importantes en el ciclo de nutrientes y de energía, y en años de explosiones poblacionales, compiten con el ganado y la fauna silvestre por el forraje. Dado su carácter de insectos herbívoros, un gran número de especies de Orthoptera son consideradas perjudiciales para las actividades agrícolas (Pocco et al., 2010).

La historia de la investigación de ortopteroides de México es muy interesante enfocada principalmente a listados taxonómicos y estudios de control como plaga agrícola. La mayoría de los grandes ortopterólogos del pasado han estudiado la fauna mexicana y, si se observa la lista de especies conocidas para México, es posible reconocer cómo se ha ido generando el conocimiento sobre este grupo en el transcurso de la historia. El periodo más productivo en publicaciones de ortopteroides mexicanos ocurrió a partir de la segunda mitad del siglo XIX hasta la primera mitad del siglo XX. También es claro que el orden Orthoptera ha sido el más estudiado, con algunas especies descritas recientemente (Cano-Santana *et al.*, 2012).

Considerando el valor comercial y alimenticio que tienen estos insectos, en México son escasos los trabajos científicos sobre diversidad y abundancia de chapulines. Se ha determinado su densidad en Irapuato (Guanajuato), señalando los géneros y especies (Salazar-Solis, 2009), esta se determinó con base en el número de individuos por unidad de superficie (m^2 o hectárea). Se les considera de mayor importancia por la pérdidas que causan en las zonas agrícolas (Barrientos-Lozano y Amalguer-Sierra, 2009).

En México antes de la introducción del ganado bovino, ovino, caprino y porcino, los antiguos habitantes se las ingeniaron para obtener proteína de otras fuentes como los insectos, crustáceos, peces y batracios; de esa manera se adaptaron a las condiciones climáticas y geográficas prevalecientes en la época. Los chapulines fueron un alimento estacional importante para los aztecas, quienes les quitaban alas, cabeza y patas, para luego cocinarlos (Viesca y Romero, 2009).

En México entre las revisiones más recientes se tiene la de Barrientos-Lozano y Almaguer-Sierra, (2009), quiénes indican que en México se conocen 920 especies del orden Orthoptera, a diferencia de Fontana *et al.*, (2008) que reporta 651 especies. En un listado sobre ortopteroides de la Reserva de la Biósfera El Cielo, reportaron 69 especies de ortopteroides de las cuales el orden Orthoptera presentó la mayor diversidad con 59 especies (Guevara-Alvarado *et al.*, 2009). Por lo tanto en Oaxaca el único estudio realizado es de Cano- Santana, et al (2012) donde muestra la riqueza específica no solo de Orthoptera, también de Mantodea y Phasmatodea, en la que colectaron 105 especies, de las cuales 66 eran nuevos registros para el Estado.

3.2.2 Orden Orthoptera

Los ortopteroides son un grupo polifilético de insectos que comprende a los órdenes *Orthoptera*, *Mantodea*, *Phasmatodea*, *Embioptera*, *Zoraptera* y *Gryllo*. Los ortópteros, llamados comúnmente saltamontes, grillos y langostas, constituyen un gran orden de insectos que comprende más de 20 mil especies, principalmente distribuidas en las regiones cálidas del planeta (Fontana *et al.*, 2007).

Los Ortópteros son insectos con una cabeza grande más o menos hundida en el pronoto y generalmente son hipognatos. Sus antenas son filiformes o moniliformes y sus ojos compuestos están bien desarrollados. Sus ocelos (ojos simples) a menudo están presentes en número de tres y su aparato bucal es masticador. Su protórax es más grande que el meso y el metatórax, es muy robusto y tiene forma de silla. Las patas posteriores son generalmente saltatorias y se caracterizan por tener los fémures engrosados. Las alas posteriores son membranosas y en posición de reposo se encuentran plegadas sobre el

abdomen. El órgano copulador del macho está muy diversificado entre las familias y es simétrico (Cano-Santana *et al.*, 2012).

Una característica particular de los ortópteros está dada por sus dimensiones promedio superiores a cualquier otro orden de insectos, ya que pueden ser alados o ápteros; usualmente las formas aladas tienen cuatro alas. Las alas anteriores (AA) son largas, angostas, multivenadas y de consistencia endurecida; se les denominan tegminas (Domínguez, 2000). Por otra parte, son peculiares las patas posteriores de tipo saltatorio y la presencia difundida de los órganos estriduladores. Los ortópteros también tienen un origen muy antiguo (Cano-Santana *et al.*, 2012).

En el orden Orthoptera se encuentra el suborden Ensifera en el cual los chapulines se caracterizan por tener antenas más largas que el cuerpo, el ovipositor bien desarrollado; a comparación del suborden Caelifera en el que se encuentran los chapulines de la superfamilia Acridoidea con antenas más cortas y con ovipositor robusto y corto (Huerta y Espinoza, 2014).

3.2.3 Superfamilia Acridoidea

Esta superfamilia agrupa insectos comúnmente conocidos como chapulines, langostas y saltamontes, son reconocidos porque las patas posteriores son grandes y robustas por lo que están adaptadas para saltar; sus antenas son en la mayoría cortas, ovipositor corto, y el tímpano u órgano auditivo se sitúa en el aspecto dorso-lateral del primer segmento abdominal, los tarsos son invariablemente de tres segmentos, pueden ser alados, braquiópteros (alas cortas) o ápteros. Otro rasgo característico es el sonido que emiten cuando sus patas posteriores, se frota contra las tegminas produciendo un sonido conocido como estridulación y cuya función se asocia básicamente con actividades de cortejo y apareamiento (Anaya *et al.*, 2000).

La superfamilia Acridoidea es la más importante desde el punto de vista del número de especies que afectan a los cultivos en México (Anaya *et al.*, 2000).

3.2.4 Acridoideos (chapulines)

El término de chapulín se denomina a aquellos acridoideos cuyo tamaño es de pequeño a mediano. Por otro lado existen ciertos cambios de coloración aunque con mayor frecuencia se asocian como un carácter de dimorfismo (Anaya *et al.*, 2000).

Los chapulines pueden ser muy abundantes, presentarse en áreas geográficas muy extensas y ocasionar daños muy severos en cultivos agrícolas, disminuyendo la producción; carecen de una transformación física y de un área geográfica de multiplicación y gregarización. El incremento de una población puede ocurrir en cualquier lugar del área de distribución de la especie, si las condiciones climáticas y ecológicas son apropiadas (Barrientos *et al.*, 1992). Se alimentan básicamente de una o varias plantas, generalmente de pastos, de la mezcla entre ellos y de arbustos, algunos se alimentan solo de arbustos. El estado adulto y el quinto estadio ninfal son las formas más voraces que afectan significativamente a los cultivos y pastizales (García-Gutiérrez *et al.*, 2006).

3.3 Morfología Acridoideos

Los estados de desarrollo de los chapulines son el huevo, ninfa (antes de ninfa, un periodo en forma de gusano o vermiforme) y adulto (conocido como imago cuando recién ha mudado), presentan metamorfosis simple o incompleta. Las ninfas son similares a los adultos, pero éstas no poseen el pronoto, las alas ni los genitales bien desarrollados, y tienen menos segmentos en las antenas. Los ortópteros presentan entre cinco y seis instares (Fontana *et al.*, 2008).

3.3.1 Ciclo biológico

El ciclo biológico del chapulín es anual (Fig. 1), sin embargo, bajo condiciones de laboratorio llega a durar como mínimo doscientos treinta días y como máximo trescientos cincuenta días (Huerta y Espinoza, 2014).

Las primeras ninfas nacen aproximadamente a finales del mes de mayo y durante su desarrollo atraviesan por cinco estadios antes de llegar a etapa adulta. Los primeros

adultos emergen a finales de agosto y el pico de reclutamiento de estos se alcanza a mediados de octubre, que es cuando se encuentra una alta frecuencia de parejas en copula (Cueva-del Castillo y Cano-Santana, 2001).

A partir de octubre la abundancia de adultos decrece hasta llegar a cero en los meses de diciembre o enero. Las hembras mueren poco después de concluir la oviposición por el esfuerzo reproductivo, mientras que los machos reducen su abundancia al enfrentarse a las condiciones secas y frías y a la baja disponibilidad de alimento que ocurre en invierno (Cueva-del Castillo y Cano-Santana, 2001).

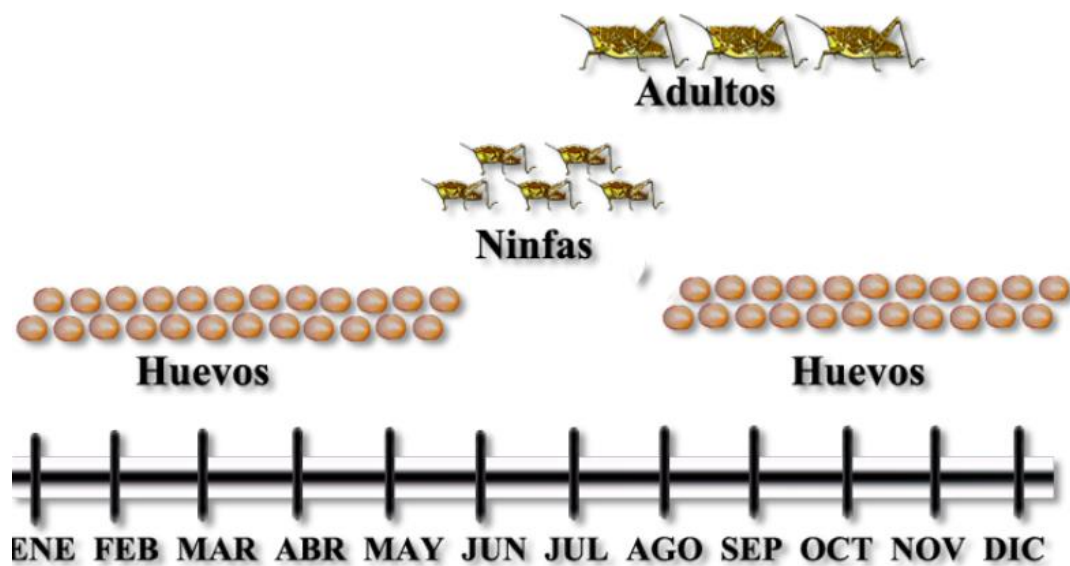


Figura 1. Ciclo de vida del chapulín (Huerta y Espinoza, 2014).

3.3.2 Reproducción

La hembra deposita las ootecas (conjunto de huevecillos) al introducir su abdomen en el suelo, enterrándolas a una profundidad de 3 a 5 cm, en las orillas de ríos, terrenos baldíos, caminos, y algunas especies ovipositan en terrenos de cultivo. El potencial reproductivo puede considerarse elevado en virtud de la predominancia de hembras (Anaya *et al.*, 2000).

3.3.3 Huevos

Los chapulines pasan la temporada de invierno en estado de huevo presentando diapausa (Anaya *et al.*, 2000). Las hembras adultas depositan de seis a ocho masas de huevecillos denominados “ooteca”, cada una contiene de veinte a cuarenta huevos unidos entre sí. Morfológicamente son alargados y ovalados (6 x 1.5 mm), de coloración crema al ser recién ovipositados tornándose a pardo brillante durante su desarrollo, todas estas características dependen de la especie de chapulín (Huerta y Espinoza, 2014).

3.3.4 Ninfas

Se les conoce como ninfas a los chapulines que aún no se han convertido en adultos, son de tamaño menor y carecen de alas. Presentan de cinco a siete estadios (según la especie) durante el cual crecen de 5 ± 1 mm a 18 ± 1.2 mm, cambian de coloración de pardo a un color más definido, las antenas pasan de ser cortas y gruesas a largas y delgadas pasando de tener 8 a 14 artejos y presentando ojos globulosos grandes y de color negro (Huerta y Espinoza, 2014).

3.3.5 Adultos

Los adultos del chapulín presentan dimorfismo sexual, con dos pares de alas, y según el sexo se aprecian distintas características. Los machos son más delgados que las hembras, midiendo 2.5 ± 0.5 cm de largo por 0.7 ± 0.7 cm en su parte más ancha; presentan ojos prominentes en relación al tamaño de la cabeza que es de forma triangular. Las hembras se logran distinguir con mayor facilidad tanto por su tamaño y coloración. Miden 3 ± 0.5 cm de largo por 0.8 ± 0.09 cm en su parte más ancha presentando coloración más notoria, a excepción de cuando han ovipositado ya que sufren cambio de tonalidad. La cabeza es más ancha que larga, con antenas más cortas que en el macho y ojos más pequeños (Huerta y Espinoza, 2014).

3.4 Hábitos

La diversidad, composición, densidad, abundancia y apariencia de la vegetación influyen en el comportamiento de los chapulines, ya que las plantas sirven como sitios de alimentación, de apareamiento, asentamiento, de ovoposición, y de refugio (Barrientos *et al.*, 2009) dependiendo de la variación temporal y espacial de las plantas (Anaya *et al.*, 2000). Estas características también promueven la heterogeneidad espacial de los acrídidos, ya que la baja cobertura de pastos, la vegetación dispersa, y el suelo escabroso y desnudo, proporcionan gran cantidad de micro hábitats que favorecen la colonización por acrídidos (García y Lozano *et al.*, 2011). Sin embargo se adaptan al deterioro de los ambientes naturales, al haber sobrepastoreo por etapas prolongadas, la cobertura de especies vegetales puede cambiar pero esta afecta la composición de la misma comunidad; por lo tanto algunas especies con mayores posibilidades para adaptarse a ese tipo de alteraciones, modifican sus hábitos alimenticios como el caso de *Melanopus spp* (Rivera, 2011).

3.5 Comportamiento

En las mañanas los chapulines no presentan movilización, permanecen por un periodo sobre el pasto y malezas, antes de arribar hacia los cultivos, al incrementarse la temperatura (de las 9 a 10 am aproximadamente), inicia el arribo, después del medio día se encuentran activos dentro del cultivo, presentan fototropismo o atracción a la luz, son considerados de sangre fría (pikilotermos), ya que ganan y pierden calor del medio ambiente; a bajas temperaturas buscan protección y permaneces inmóviles mientras que a altas temperaturas permanecen activos y respiran con dificultad (Anaya *et al.*, 2000). Se encuentran en la parte baja de las plantas de diferentes cultivos, ocultándose del sol, disminuyendo su actividad (alimentación), después de la puesta de sol, inician la migración fuera del cultivo en dirección a los agostaderos donde permanecen hasta el día siguiente, en esta etapa del día también se registra la mayor actividad de apareamiento. Las parcelas de cultivos agrícolas establecidas cerca de agostaderos son invadidas más

rápidamente, mientras que las más alejadas su invasión es más lenta (Ríos-Velasco *et al.*, 2014).

3.6 Densidad y diversidad de Acridoideos

Las comunidades de Acrídidos, como otros grupos de insectos, suelen exhibir una gran variabilidad en la composición y abundancia de especies, debido a que las poblaciones de las distintas especies tienden a responder en forma diferencial a la interacción de factores externos (condiciones climáticas, vegetación, suelo) e internos (interacciones bióticas) que varían espacial y temporalmente. En la mayoría de los ecosistemas de pastizales, la mayor riqueza de especies de insectos se asocia de manera positiva con una mayor riqueza de plantas y una mayor heterogeneidad en la estructura de la vegetación (Mariottini *et al.*, 2012).

La abundancia, diversidad e importancia económica de las principales especies de Acridoideos varía según las áreas de estudio y el tiempo considerado (Luna-Rodríguez y Leucona, 2002).

3.6.1 Distribución de Acridoideos en México

La distribución del chapulín a lo largo de grandes extensiones territoriales puede ser caracterizada por los cambios climáticos. Se distribuyen por todo el territorio nacional y tienen una amplia adaptación a diferentes condiciones del medio (Garza, 2005). Al parecer se restringen en áreas ecológicas de pastizales, planicies y desiertos; sin embargo, no se han realizado estudios en otros ecosistemas y por lo tanto se desconocen los sitios de distribución específicos en áreas de mayor abundancia (García *et al.*, 2006; Pocco *et al.*, 2010).

Por las cuantiosas pérdidas provocadas distribuyen en Chihuahua, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Hidalgo, México, Michoacán, Puebla, Tlaxcala y Guanajuato, donde se registran los géneros *Melanoplus*, *Boopedum*, *Mermiria*, *Sphenarium* y *Brachystola* (García y Lozano, 2011). Sin embargo también se aprovechan como recurso alimenticio como por ejemplo los géneros *Sphenarium*, *Schistocerca*,

Taeniopoda, *Trimerotropis*, *Spharagemon*, *Plectotera* y *Melanoplus*, también se han usado para elaboración de alimentos procesados como es el caso del chapulín *Sphenarium histrio* Gers (Anaya *et al.*, 2000).

Las especies más comunes y de mayor importancia en México son: *Melanoplus spp.*, *Sphenarium mexicanum* (Saussure, 1859), *Sphenarium purpurascens* (Charpentier, 1841), *Brachystola magna* y *Taeniopoda eques* (Burmeister) (García y Lozano, 2011).

3.6.2 Distribución de Acridoideos en Oaxaca

En Oaxaca se encuentran muchas especies endémicas, que se distribuyen principalmente en la región de los Valles Centrales, la Mixteca y la Sierra Sur, que comprenden áreas muy distintas entre sí por sus tipos de especies, estructuras de las poblaciones, por sus microhábitat y su ecología (Cano-Santana *et al.*, 2012).

Actualmente el conocimiento de los Acridoideos se halla disperso en distintas áreas rurales. La integración del conocimiento constituirá una herramienta básica para los estudios posteriores de ortopteroides y una llave interpretativa de la Ortopterofauna peculiar del estado y del país y de sus problemas particulares de conservación y ecología (Cano-Santana *et al.*, 2012).

3.6.3 Consumo de chapulines

Los chapulines son un recurso alimentario que la gente del área rural y muy poca parte de la gente de área urbana de muchas partes del mundo los consume, pero que no es tan común en la alimentación, y el concepto que la gente rural tiene, es el de ser “animalitos sanos y limpios. Los chapulines constituyen una fuente de proteínas, incluso se conservan secos o preparados, para tener alimento en periodos de escasez para las comunidades (Ramos-Elorduy y Vázquez, 2009).

En México hasta la fecha existen 54 especies registradas de chapulines comestibles, son las pertenecientes al género *Sphenarium* las más buscadas y comercializadas y dentro de este *S.purpurascens* y *S. histrio* son las más consumidas. *Sphenarium purpurascens* o chapulín de la milpa es una de las especies más abundantes

y comestibles, la cual tiene cuerpo robusto, aguzado hacia los extremos anteriores y posteriores, sin alas, de coloración de pardo oscuro a verde olivo con manchas negras en todo el cuerpo. Los machos son más delgados que las hembras y miden de 0.17 a 2.75 cm de largo y las hembras de 0.19 a 2.10 cm de largo (CESAVEG, 2008).

En este caso, existe el “prestigio” de la especie, que se cotiza más cara y tiene mucha demanda, destacando los provenientes del Estado de Oaxaca debido a la tradición de su consumo, tanto a nivel nacional como internacional. La forma de exponerlos en los mercados es atractiva para los turistas que los ven como un platillo exótico y simbólico del estado, por lo mismo se elaboran artesanías en diferentes materiales con figuras de chapulines (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la área de cultivos localizados en las coordenadas 16°55' N y 96°48' O, a una altitud de 1490 m en la agencia de Santa María Roaló, Municipio de Trinidad, distrito de Zaachila, Estado de Oaxaca, México (Fig. 2). El clima que predomina es templado, con una temperatura media anual de 17.5°C, donde las lluvias ocurren entre los meses de junio a octubre (Oaxaca, 2002).

Se caracteriza por ser una región accidentada, de tipo montañoso y lomerío en su mayor parte, posee una inclinación promedio de 28 a 35° de pendiente en su relieve. La vegetación predominante en las partes de lomerío es de pastizal, matorrales y árboles de especies variadas. En el municipio se encuentran principalmente dos tipos de suelo; el regosol y el vertisol: se trata de un suelo joven y poco desarrollado que presenta nutrientes como arcilla, carbonato de calcio, fierro, manganeso, es de moderada o de alta susceptibilidad a la erosión. (Oaxaca, 2002).

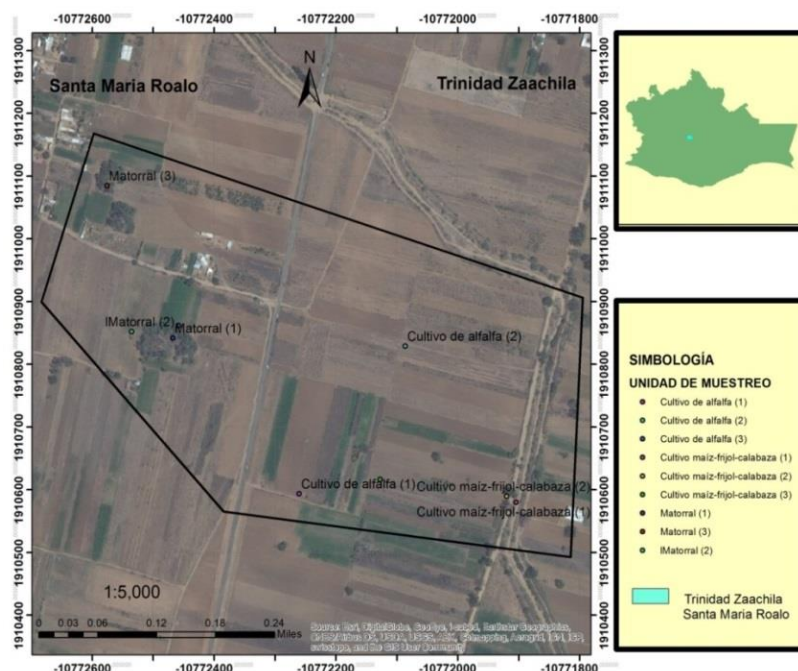


Figura 2. Mapa de ubicación de las unidades de muestreo en las zonas de cultivo Santa María Roaló, Municipio de Trinidad Zaachila, Oaxaca, México.

En el municipio de Trinidad Zaachila la mayor parte de la gente se dedica al cultivo de hortalizas. En la mayoría de sus cultivos se observa la abundancia de chapulines y de otros insectos. A diferencia de los estados del norte del país en los Valles Centrales de Oaxaca no se ven como una plaga, para la mayoría de la gente es parte de la dieta. Los habitantes de la comunidad mencionan que hace aproximadamente 10 años había más chapulines en los cultivos, con el paso del tiempo ha disminuido constantemente, debido al uso de agroquímicos y por el cambio de uso de suelo que se le ha dado a sus terrenos.

En la presente investigación se estudió la densidad relativa y la diversidad en relación a los diferentes tipos de vegetación como matorral, maíz y frijol; así mismo se comprendió la Ortopetrofauna de cada tipo de vegetación muestreada, identificando únicamente especies de la Superfamilia Acridoidea, ya que han sido escasos los estudios enfocados en este tema y ninguno de especies comestibles formalmente registrado.

4.1 Determinación del Área de muestreo en vegetación predominante de Valles Centrales

Bajo un esquema de un diseño completamente aleatorio, se seleccionaron 3 tipos de vegetación predominante, y 3 unidades experimentales de cada tipo de vegetación (matorral, maíz y alfalfa), que representan tres tratamientos con tres repeticiones, dando un total de 9 unidades experimentales las cuales fueron de un área de 10m por 10m (100 m²), las cuales se mantuvieron constantes durante todo el estudio. La selección fue de manera dirigida o selectiva tratando de incluir sitios con el menor grado de perturbación debido al manejo y cambio de uso de suelo.

4.2 Muestreo de acridoideos

Los muestreos mensuales se efectuaron de junio a noviembre de 2014, ya que en junio inicia la época de lluvia pero sobre todo empiezan a eclosionar los huevecillos. Se utilizó el método de captura mediante una jama o red entomológica, que es considerado un instrumento para captura de insectos (Alvarez, 2006). Esta técnica permite la colecta

de insectos que están en las plantas, debido a que tienen la conducta de dejarse caer cuando se encuentran en peligro (Fig. 3). Para realizar los muestreos fue necesario el uso de 6 redes entomológicas, para facilitar y agilizar la colecta, ya que es recomendable que las colectas se efectúen lo más temprano posible, entre las 6:00 a 8:00 de la mañana antes de que el sol los torne sumamente activos (Anaya *et al.*, 2000).

La captura consistió en 200 golpes o barridos con red entomológica de 40cm de diámetro y 75cm de profundidad, a paso lento a un diámetro de 50 cm en el área de 100 m². Los insectos colectados se colocaron en bolsas plásticas y posteriormente se clasificaron de acuerdo al orden que pertenecen, considerando poner en frascos únicamente los ortópteros pertenecientes a la superfamilia Acridoidea, los cuales fueron llevados al laboratorio para su conteo e identificación (especie). Posteriormente, se depositaron en frascos de plástico de 500 ml con alcohol al 70% por cada unidad experimental, tipo de vegetación y fecha de colecta. Otros ejemplares fueron sacrificados usando una cámara letal con acetato de etilo que provoca asfixia (Márquez, 2005), los cuales se montaron con alfileres entomológicos del número tres y se colocaron en placas de unicel, para su posterior identificación.



Figura 3. Muestreo de chapulines en cultivo de alfalfa, con red entomológica.

4.3 Identificación de acridoideos

Todos los Acridoideos colectados se identificaron tomando como referencia el listado preliminar de ortópteros mexicanos de Fontana *et al.* (2008), las claves taxonómicas de García *et al.*, (2006) y el “Manual de diagnóstico para las especies de chapulín (Orthoptera: Acridoidea) del estado de Tlaxcala y estados adyacentes” (Anaya *et al.*, 2000); así como el apoyo de algunos especialistas en el Orden. Ya que la base de cualquier estudio entomológico es la identificación o determinación de la especie a la que pertenece el insecto en cuestión, se cuidó la técnica de preservación, la forma de capturar y matar al ejemplar, a fin de no deteriorar coloraciones o estructuras, externas o internas, que pudieran ser importantes para lograr la identificación precisa (Morón y Terrón, 1988).

4.4 Ortopterofauna asociada a los tres tipos de vegetación estudiada

Se obtuvo una lista total de las especies de Acridoideos, mediante el índice de dominancia de Simpson para las unidades experimentales en cada muestreo mensual. Este índice es útil para localizar la presencia de especies con valores altos de abundancia dentro de la comunidad. A fin de evaluar la similitud de las comunidades de Acridoideos presentes en los diferentes tipos de vegetación.

El análisis de diversidad de Simpson fue empleado para mostrar la representatividad de las especies con mayor valor de importancia, sin evaluar la contribución del resto de las especies (Moreno, 2001).

Índice de Simpson = $\lambda = \sum pi^2$

$$Si_D = 1 - \sum_{i=1}^s Pi^2 = 1 - D_{Si}$$

$$D'si = \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i - 1)}{n(n - 1)}$$

Dónde:

λ = su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1/\lambda$.

P_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

n_i = Número de individuos por especie.

n = Número total de individuos.

El índice manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$ (Moreno, 2001).

Los datos descriptivos de las unidades de muestreo se arreglaron en una base de datos, con los cuales se realizó un análisis de conglomerados (cluster) que involucró variables cualitativas y cuantitativas (densidad, diversidad, temperatura, precipitación, área foliar (m^2), altura (m), número de plantas) para caracterizar las unidades experimentales. Las pruebas de bondad de ajuste con χ^2 ($\alpha = 0.05$) se utilizaron para verificar dependencia de los factores bióticos y abióticos así como la diversidad de especies de Acridoideos. La correlación entre la densidad y las distintas variables abióticas se calculó aplicando el coeficiente de correlación de Pearson ($\alpha = 0.05$).

4.5 Caracterización de la vegetación del hábitat

En cada unidad experimental se realizó la descripción de la vegetación (matorral, maíz y alfalfa) y se estimó el área foliar y la cobertura de las diferentes especies vegetales (Mariottini, 2009). Los muestreos de la vegetación se realizaron en agosto, coincidiendo con el momento de mayor productividad vegetal.

La determinación del área foliar, se realizó por método directo o muestreo destructivo, donde se colectaron plantas en un área de $20cm^2$, se utilizaron todas las hojas de cada planta colectada para ser fotocopiada y luego realizar una relación peso: área, a partir de un programa ImageJ®, el cual muestra altos niveles de precisión del área de cada hoja (Astegiano *et al.*, 2001).

Se obtuvieron datos de precipitación mensual (mm) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2014) para el estado de Oaxaca, desde el mes de marzo a noviembre, considerando con mayor precipitación al mes de junio con 258.9 mm, siguiendo el mes de septiembre con 255.4 mm; lo cual indicó que estos meses fueron de mayor humedad y en consecuencia hay mayor abundancia de vegetación.

4.6 Análisis del diseño experimental

4.6.1 Análisis estadístico del diseño experimental

Los muestreos se establecieron con un diseño experimental, los tipos de vegetación como tratamientos con tres repeticiones. A todas las variables (densidad, área foliar y cobertura vegetal) se les probó los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk), homogeneidad e independencia (Bartlett) antes de realizar el ANOVA, todas cumplieron con estos supuestos. Se hizo un análisis de varianza (ANOVA) a las variables del diseños experimental, para determinar la diferencia entre tratamientos, se realizó una comparación de medias mediante la prueba de medias (Tukey, 0.05) (Castillo, 2005).

Densidad

La densidad es la abundancia por unidad espacial (superficie o volumen) (Martella *et al.*, 2012), se obtuvo mediante muestreos de individuos presentes en las nueve unidades experimentales; de esas colectas se determinó el número de individuos obtenidos y se realizó una base de datos con las especies, número de individuos por especie, tipo de vegetación y número de especies. La densidad fue empleada como variable dependiente, y como variables independientes las características de vegetación como número de plantas, área foliar y altura (Suárez-Villasmil *et al.*, 2012).

V. RESULTADOS

5.2 Densidad de acridoideos en Santa María Roaló Zaachila, Oaxaca

En total se colectaron 6,772 ejemplares de ninfas y adultos que corresponde a 677,200 individuos ha^{-1} de los cuales se obtuvo un promedio mensual (del mes de junio a noviembre) de 140,800 ind ha^{-1} . En el Cuadro 1 se presentan los resultados de la densidad relativa obtenida durante los seis meses de muestreo.

Cuadro 1. Densidad relativa evaluada en vegetación de Santa María Roaló

Tipo de vegetación	Densidad
Maíz	14,833 ind ha^{-1}
Alfalfa	43,100 ind ha^{-1}
Matorral	121,800 ind ha^{-1}

La densidad de chapulines evaluada durante los meses de junio a noviembre de 2014 determina que el mes con mayor densidad fue septiembre en el cultivo de alfalfa ($732\,000 \pm 43\,090$ individuos ha^{-1}), seguido del mes de agosto ($438\,300 \pm 98\,160$ individuos ha^{-1}) en el mismo cultivo, el cual fue estadísticamente similar a la densidad encontrada en el matorral.

Durante el mes de julio se registro un aumento de densidad en el matorral ($316\,670 \pm 84\,600$ individuos ha^{-1}), debido a la eclosión de huevecillos, por lo cual empezaron a salir ninfas. Por esta razón, la densidad de Acridoideos durante todos los meses de muestreo fue diferente en los tres tipos de vegetación evaluados ($p \leq 0.01$) (Figura 4 y Cuadro 2).

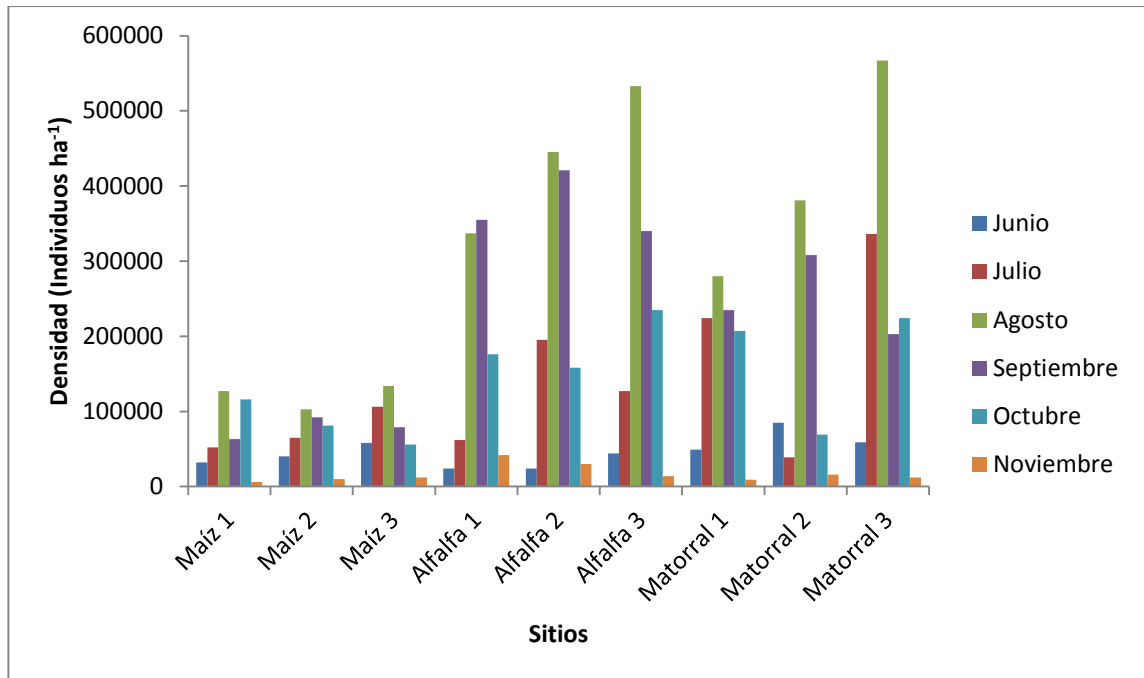


Figura 4. Densidad absoluta de Acridoideos en las unidades de muestreo en Santa María Roaló, durante los meses de junio a noviembre de 2014.

Como muestra la Fig.4 que durante el mes de noviembre se encontró la menor densidad promedio (1677 ind/ha^{-1}) en los tres tipos de vegetación. De manera general, se observa que en el cultivo de alfalfa se mostraron las mayores densidades de acridoideos entre los meses de julio, agosto y septiembre, aunque en matorral también hubo una densidad mayor en la unidad experimental 3 durante el mes de julio y agosto que va de 33,600 a $56,700 \text{ ind ha}^{-1}$ (Fig. 4 y Cuadro 2).

Cuadro 2. Densidad de chapulines (individuos en 10 m⁻²) en matorral y cultivos de maíz y alfalfa durante su ciclo biológico de desarrollo en Santa María Roaló, Zaachila.

Variable y significancia	Maíz	Alfalfa	Matorral
Densidad junio (p =0.07)	30.67 ± 11.5 a	43.33 ± 13.3 a	64.33 ± 18.5 a
Densidad julio (p =0.0084)	74.33 ± 28.1 b	128.00±66.5 b	316.67 ± 84.6 a
Densidad agosto (p =0.016)	121.3 ±16.2 b	438.3 ± 98.16 a	409.33 ± 145.5 a
Densidad septiembre (p=0.0004)	78.00 ± 14.5 c	732.0 ± 43.09 a	248.67 ± 53.8 b
Densidad (ha) octubre (p=0.1363)	84.33±30.1 a	189.67±40.2 a	166.67±85.0 a
Densidad noviembre (p=0.065)	9.33±3.05 a	28.66±14.04 a	12.33±3.51a
Área foliar (por 10 m ⁻²) (p=0.0158)	110.49 ± 29.4 b	312.17± 98.7 a	165.92 ± 16.7 b a
Temperatura (°C) (p=0.0001)	16.33 ± 0.57 b	16.00 ± 0 b	20.66 ±0.57a

Letras distintas en hileras indican diferencia significativa (Tukey, 0.05). La media se acompaña de ± la desviación estándar.

En el mes de julio se observa una densidad en matorral con 317 000 ind ha⁻¹ ($p = 0.0084$), superior al maíz y a la alfalfa, también muestra una mayor variabilidad en densidad (84.6), es un indicativo que en este tipo de vegetación se encuentra la mayor diversidad de especies de chapulines y considerando además la época del ciclo biológico de estos insectos; en este mes destacan ninfas de primer y segundo instar, por consiguiente la densidad fue mayor (Cuadro 2).

5.2.2 Densidad de especies de Acridoideos por tipos de vegetación

La densidad de especies muestra una $\chi^2 = 0.5535$ ($p > 0.05$), la cual determina que las especies se distribuyen homogéneamente en los diferentes cultivos, por lo que no hay diferencia significativa (Cuadro 3). La presencia de especies y su densidad es independiente del tipo de vegetación ($p = 0.5535$). La especie con mayor densidad fue ninfa de *Sphenarium purpuracens* (NSP) con un 13.1% del total de individuos; los datos que muestran cero en algún cultivo no presentaron individuos de la especie correspondiente.

Cuadro 3. Especies de Acridoideos registrados en cada uno de los cultivos muestrados.

SP	CULTIVO			TOTAL
	ALFALFA	MAIZ	MATORRAL	
AMM	2(2.38)	2(2.38)	2(2.38)	6(7.14)
AZZ	3(3.57)	0	3(3.57)	6(7.14)
BDA	0	0	1(1.19)	1(1.19)
BRU	1(1.19)	0	2(2.38)	3(3.57)
CIC	3(3.57)	1(1.19)	2(2.38)	6(7.14)
CMA	3(3.57)	2(2.38)	0	5(5.95)
MM	0	2(2.38)	0	2(2.38)
MME	3(3.57)	0	3(3.57)	6(7.14)
NMM	3(3.57)	4(4.76)	3(3.57)	10(11.9)
NPH	0	0	1(1.19)	1(1.19)
NRV	1(1.19)	0	0	1(1.19)
NSP	6(7.14)	2(2.38)	3(3.57)	11(13.1)
PHA	1(1.19)	2(2.38)	2(2.38)	5(5.95)
RVV	3(3.57)	2(2.38)	1(1.19)	6(7.14)
SIN	1(1.19)	1(1.19)	0	2(2.38)
SME	0	0	1(1.19)	1(1.19)
SPU	3(3.57)	3(3.57)	3(3.57)	9(10.71)
SSP	3(3.57)	0	0	3(3.57)
TOTAL	36(42.86)	21(25)	27(32.14)	84(100)

El dato del lado izquierdo muestra la densidad absoluta y dato del lado derecho muestra la densidad relativa de las especies. Las especies AMM (*Aidemona amrami*), AAZ (*Aidemona azteca*), BDA (*Boopedon dampfi*), BRU (*Boopedon rufipes*), CIC (*Conocephalus ictus*), CMA (*Conocephalus magdalenae*), MME (*Melanoplus mexicanus*), NMM (*Ninfa de Melanoplus mexicanus*), NPH (*Ninfa de Pyrgocorypha hamata*), NRV (*Ninfas Rhammatocerus viatorius*), NSP (*Ninfa de Sphenarium purpuracens*), PHA (*Pyrgocorypha hamata*), RVV

(*Rhammatocerus viatorius viatorius*), SIN (*Schistocerca nitens*), SPU (*Sphenarium purpuracens*) y SSP (*Syrbula sp*).

En el cultivo de maíz la especie de mayor densidad fue NMM- ninfa de *Melanoplus mexicanus* con 11.9%. En el caso del matorral hubo densidades similares de las especies SPU-*Sphenarium purpuracens*, NSP-Ninfa de *Sphenarium purpuracens*, MME-*Melanoplus mexicanus* y AZZ- *Aidemonia azteca*.

5.3 Especies identificadas de Acridoideos en los tres tipos de vegetación

De los 6,772 individuos capturados pertenecen a tres familias, seis subfamilias y 17 especies de la superfamilia Acridoidea. En la familia Pyrgomorphidae se registró el mayor número de especies e individuos.

Las 17 especies de acridoideos pertenecen a las subfamilias Melanoplineae, Cyrtacanthacridinae, Orthacridinae, Gomphocerinae, Conocephalinae y Tettigonioidea, que se encontraron generalmente asociadas a cultivos agrícolas como maíz y alfalfa, y las familias Tettigoniidae, Pyrgomorphidae y Acrididae asociadas a vegetación de matorral.

La familia Pyrgomorphidae registro el 66.0% del total de especies identificadas, la familia Acrididae el 28.9% y familia Tettigoniidae el 3.8% distribuidas en el área de estudio.

La especie que contribuyó con mayor número de individuos fue *Sphenarium purpuracens* con el 61.8% del total de individuos colectados (31.3% fueron ninfas y 30.5% fueron adultos), aunque la especie de *Melanoplus mexicanus* se registró con el 24.3% del total de especies colectadas Fig. 6. Mientras que las especies *Schistocerca nitens* y *Boopedon dampfi*, fueron las menos representadas en las colectas realizadas con solo seis ejemplares para cada especie que representa el 0.1%, como se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Lista de especies de chapulines (Orthoptera: Acridoidea) identificadas en el área de Santa María Roaló, Oaxaca.

Familia	Subfamilia	Especie	Número de individuos total (todas las UM)	%
Acrididae	Melanoplinae	<i>Melanoplus mexicanus</i> (Saussure, 1861)	846	14.1
Acrididae	Melanoplinae	<i>Ninfas melanoplus mexicanus</i> (Saussure, 1861)	616	10.2
Acrididae	Melanoplinae	<i>Aidemona azteca</i>	208	3.4
Acrididae	Melanoplinae	<i>Aidemona amrami</i>	67	1.1
Acrididae	Cyrtacanthacridinae	<i>Schistocerca nitens</i> (Scudder S. H., 1899)	6	0.1
Pyrgomorphidae	Orthacridinae	<i>Sphenarium purpurascens</i> (Charpentier, 1842)	1835	30.5
Pyrgomorphidae	Orthacridinae	<i>Ninfas Sphenarium purpurascens</i> (Charpentier, 1842)	1880	31.3
Pyrgomorphidae	Gomphocerinae	<i>Boopedon rufipes</i>	111	1.8
Pyrgomorphidae	Gomphocerinae	<i>Boopedon dampfi</i>	6	0.1
Pyrgomorphidae	Gomphocerinae	<i>Syrbula sp</i> (Stål, 1873)	64	1
Pyrgomorphidae	Gomphocerinae	<i>Ninfa Syrbulula sp</i> (Stål, 1873)	33	0.5
Pyrgomorphidae	Gomphocerinae	<i>Rhammatocerus viatorius viatorius</i> (Bruner L., 1904)	66	1.1
Pyrgomorphidae	Gomphocerinae	<i>Ninfas Rhammatocerus viatorius viatorius</i>	40	0.6
Tettigoniidae	Conocephalinae	<i>Conocephalus ictus</i>	84	1.4
Tettigoniidae	Conocephalinae	<i>Conocephalus magdalanae</i>	103	1.7
Tettigoniidae	Tettigonioidea	<i>Pyrgocorypha hamata</i> (Scudder S. H., 1878)	35	0.5
Tettigoniidae	Tettigonioidea	<i>Ninfa de Pyrgocorypha hamata</i> (Scudder S. H., 1878)	12	0.2

Se colectó un total de 934 ejemplares en el cultivo de maíz como se muestra en la Figura 5., de los cuales la especie *Sphenarium purpurascens* fue la especie dominante, con un 32.11% de ninfas y de adultos con un 32.97 %., las ninfas de *Melanoplus mexicanus* representan el 14.23%.

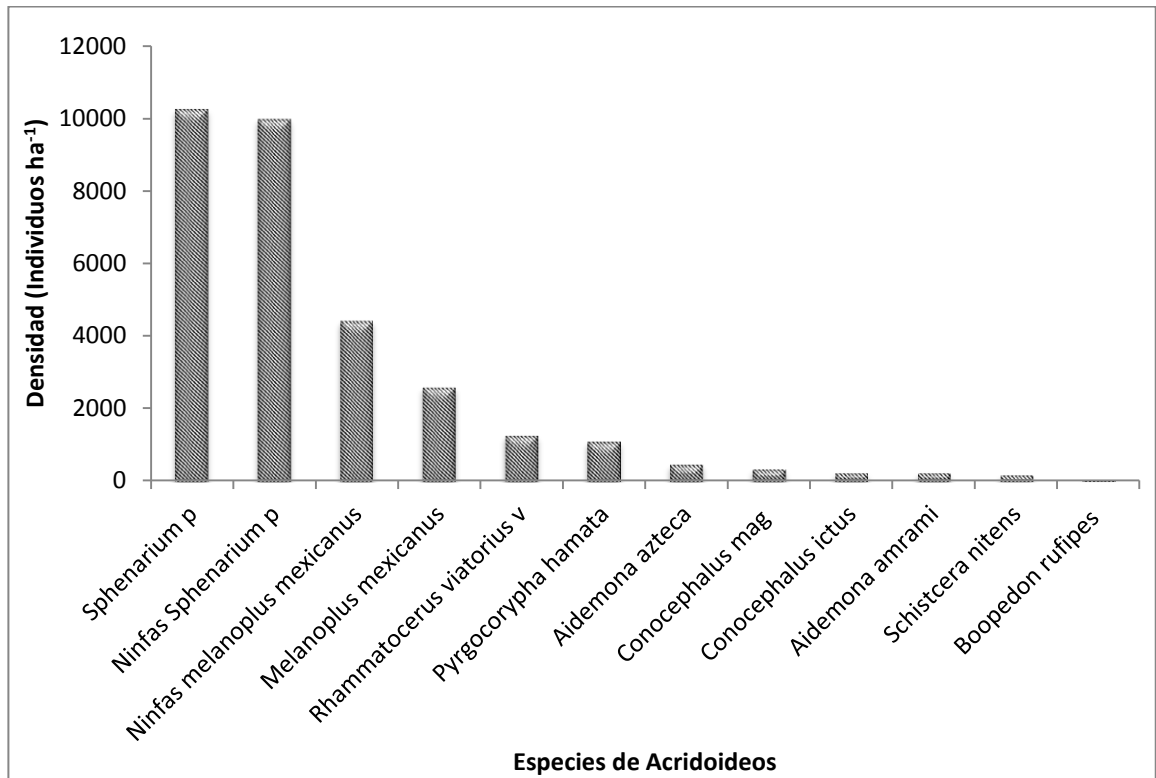


Figura 5. Especies de chapulines identificadas en el cultivo de maíz en periodo de junio a noviembre 2014.

En relación a la Fig. 6 se muestran las especies de acridoideos registrados el cultivo de alfalfa donde se encontró mayor densidad en las especies *Sphenarium purpurascens* y *Melanoplus mexicanus*, tanto en ninfas como en adultos, en este cultivo se encontraron 15 especies del total y mayor número de individuos colectados, ya que este cultivo es parte de la alimentación de la mayoría de acridoideos; se registró solo un individuo de *Schistocerca nitens*.

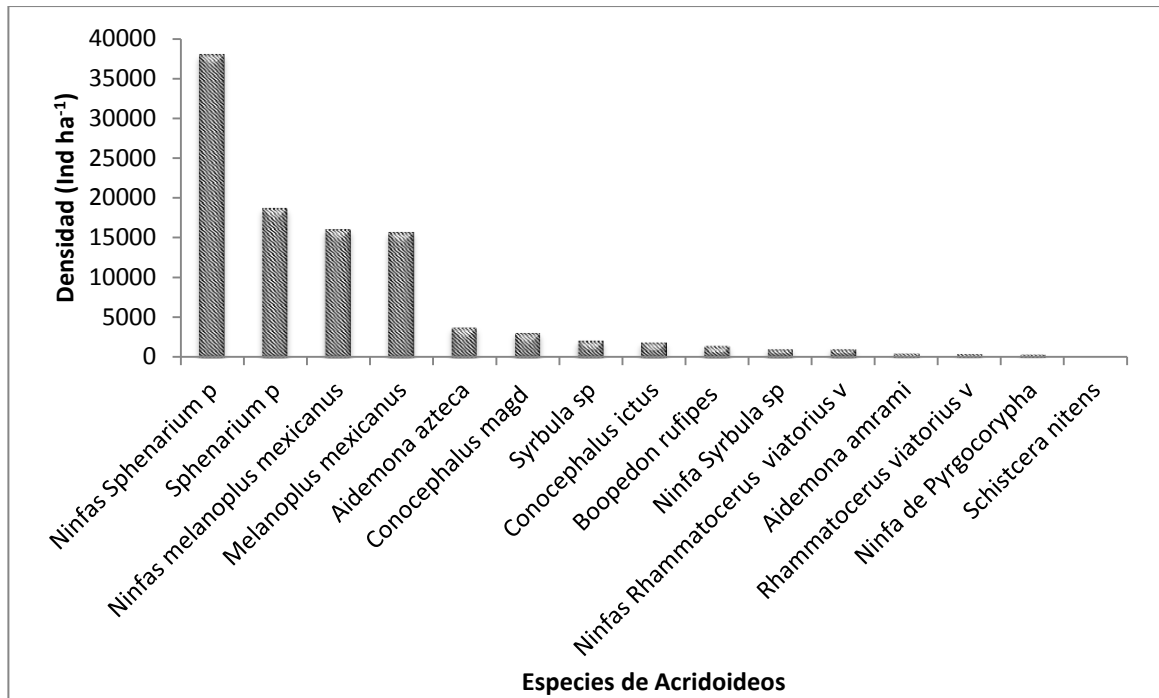


Figura 6. Especies de chapulines identificadas en el cultivo de alfalfa durante el periodo de junio a noviembre 2014.

Las especies con más densidad registradas en el cultivo de alfalfa fueron *Sphenarium purpurancens* y *Melanoplus mexicanus*, de la misma manera que se ha visto en los diferentes tipos de vegetación estudiada.

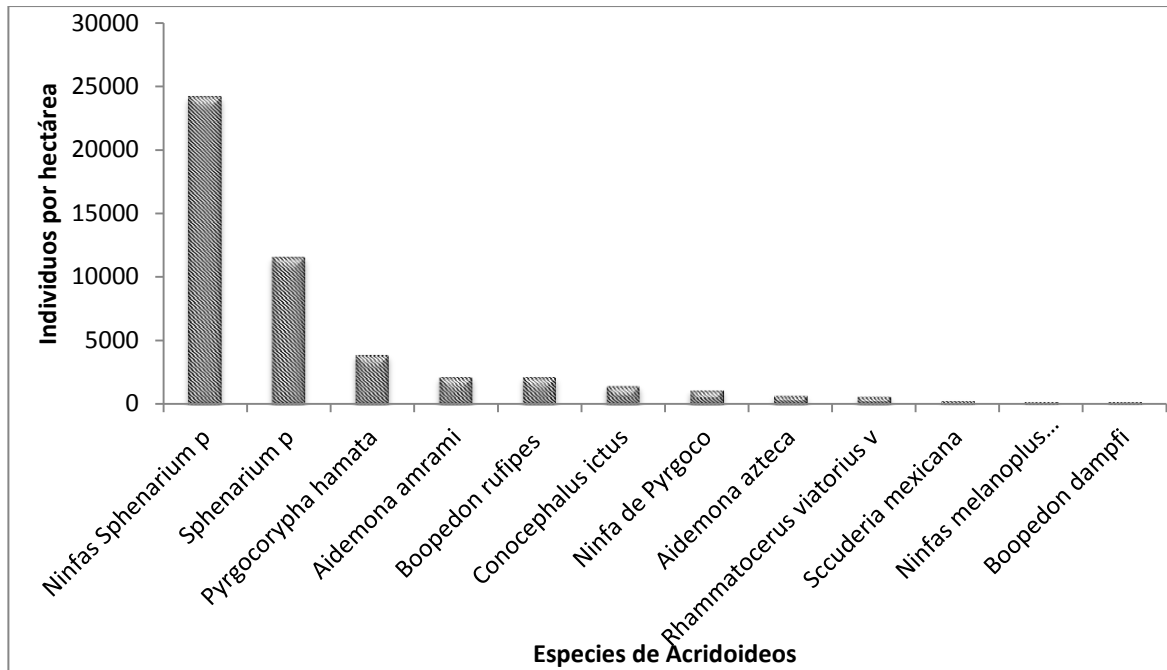


Figura 7. Especies de chapulines identificadas en matorral durante el periodo de junio a noviembre 2014.

En matorral se registró una densidad mayor para las especies *Sphenarium purpuracens* y *Melanoplus mexicanus*. En el caso de las ninfas de *Sphenarium purpuracens* se tiene 242 333 ind ha⁻¹ y que representa el 48.2% del total de especies registradas. Y en el caso de adultos de la especie *Sphenarium purpuracens* 11 600 ind ha⁻¹, para el resto de las especies la densidad es menor a 3 900 ind ha⁻¹.

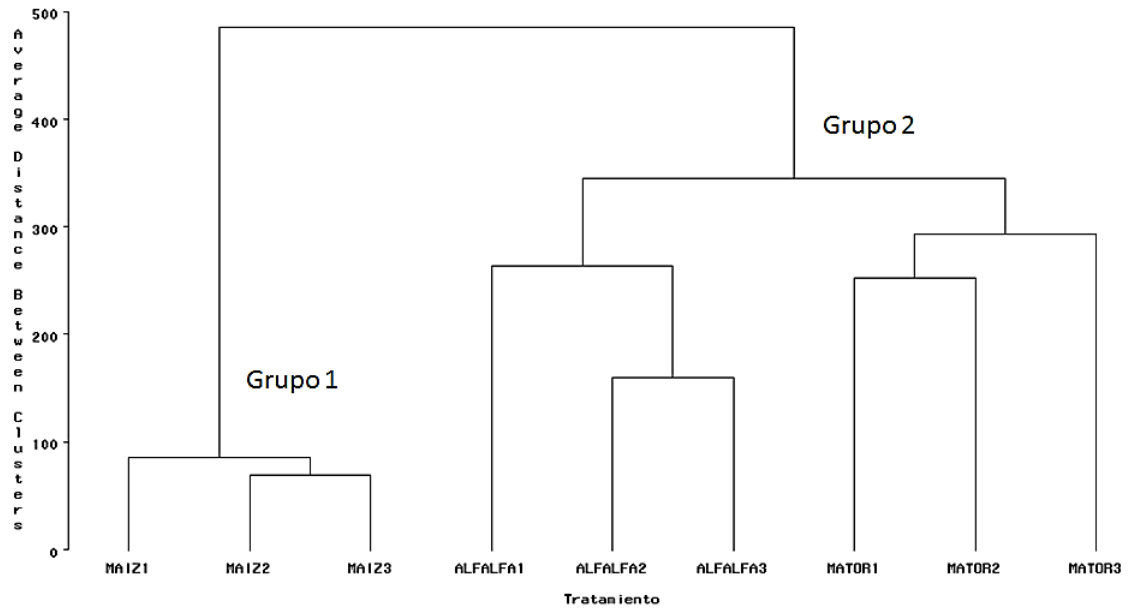


Figura 8. Clasificación jerárquica de las unidades de muestreo y sus repeticiones, mediante, factores como abundancia, vegetación, área foliar y cobertura.

De la matriz de datos para el análisis Cluster se obtuvieron dos grupos a una distancia de separación de 480, el primer grupo está conformado por las tres unidades experimentales establecidas en el cultivo de maíz; y el segundo grupo lo conforman las unidades de muestreo establecidas en el cultivo de alfalfa y matorral. El primer grupo tiene una separación euclidiana de 85 entre sus unidades; se observa una separación corta ya que las unidades de cultivo de maíz mostraron menor abundancia de acridoideos, así como menos área foliar, a comparación del segundo grupo que está formado por el cultivo de alfalfa y matorral (Fig. 8).

Las unidades del segundo grupo mostraron una separación de 350 entre los cultivos de alfalfa y matorral; en el cultivo de alfalfa los sitios 2 y 3 tienen una separación euclidiana de 160.11 con una diferencia de 7 individuos promedio ya que el cultivo 2 presenta 248 individuos promedio y el cultivo 3 presenta 255 individuos promedio; sin embargo, se observó que el cultivo 1 mostró una separación de 263.54 cluster y con 10 individuos promedio de diferencia. En los cultivos de matorral el cultivo uno y dos

formaron un grupo ya que presentan la misma cantidad de individuos promedio en abundancia y con el cultivo tres presento una separación euclidiana de 292.61 Cluster.

5.4 Diversidad de especies

Se obtuvieron valores de dominancia para cada tipo de vegetación, en el cultivo de maíz se obtuvo un valor de 0.23 (12 especies), en la alfalfa un valor de 0.12 (13 especies) y en matorral un valor de 0.26 (15 especies).

Del total de especies, el 42.86% se registró en el cultivo de alfalfa, el 32.14% en el matorral y el 25% en el cultivo de maíz. Este último fue el cultivo con menor frecuencia de especies, quizá debido a que en estas áreas ocurre una mayor perturbación humana como parte del proceso de cosecha del maíz (Cuadro 5). La χ^2 fue de 0.1306 la cual muestra que no hubo diferencia significativa y que las especies son similares entre los tipos de vegetación.

Cuadro 5. Frecuencia de individuos por especie, en todas las unidades de muestreo de chapulines, durante los meses de junio a noviembre del 2014.

Especie	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta acumulativa	Porcentaje acumulativo
AAM	6	0.0714	6	7.14
AAZ	6	0.0714	12	14.29
BDA	1	0.0119	13	15.48
BRU	3	0.0357	16	19.05
CIC	6	0.0714	22	26.19
CMA	5	0.0595	27	32.14
MME	6	0.0714	35	41.67
NMM	10	0.0119	45	53.57

Especie	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta acumulativa	Porcentaje acumulativo
NPH	1	0.0119	46	54.76
NRV	1	0.0119	47	55.95
NSP	11	0.131	58	69.05
PHA	5	0.0595	63	75.00
RVV	6	0.0714	69	82.14
SIN	2	0.0238	71	84.52
SME	1	0.0119	72	85.71
SPU	9	0.1071	81	96.43
SSP	3	0.0357	84	100.00

Las especies AMM (*Aidemona amrami*), AAZ (*Aidemona azteca*), BDA (*Boopedon dampfi*), BRU (*Boopedon rufipes*), CIC (*Conocephalus ictus*), CMA (*Conocephalus magdalenae*), MME (*Melanoplus mexicanus*), NMM (*Ninfa de Melanoplus mexicanus*), NPH (*Ninfa de Pyrgocorypha hamata*), NRV (*Ninfas Rhammatocerus viatorius viatorius*), NSP (*Ninfa de Sphenarium purpuracens*), PHA (*Pyrgocorypha hamata*), RVV (*Rhammatocerus viatorius viatorius*), SIN (*Schistocerca nitens*), SPU (*Sphenarium purpuracens*) y SSP (*Syrbula sp.*).

Existe una alta dependencia entre la densidad de individuos y el número de especies diferentes de Acridoideos ($p = 0.0040$); se registró una mayor frecuencia (11 individuos) en la especie de ninfa de *Sphenarium sp.* (NSP), siguiendo la ninfa de *Melanoplus mexicanus* (NMM) con 0.0119 de frecuencia relativa. Estas dos especies son las de mayor densidad, ya que son las únicas que se consumen en el estado de Oaxaca.

5.5 Caracterización de la vegetación del hábitat

El análisis de asociación presenta una correlación significativa con la cobertura vegetal y la densidad de chapulines colectados en junio ($p = 0.009$, $r = -0.80$). En el mes de julio se observó la mayor densidad de chapulines y una disminución en la cobertura de plantas. Esto también coincide con el inicio de desarrollo de ninfas en la vegetación de alfalfa, maíz y matorral. En el resto de los meses de muestreo no se presentaron correlaciones significativas entre la cobertura vegetal y la densidad poblacional (Cuadro 6).

La correlación entre la densidad de chapulines y la altura de vegetación, que se observó en el mes de julio, se debe al registro de aumento de temperatura ($p = 0.03$, $r = 0.70$), condiciones que se presentaron en el matorral, registrando mayor densidad que los diferentes cultivos. Sin embargo., los cultivos de temporal (maíz y alfalfa) propician las condiciones de humedad, lo cual favorece el desarrollo de poblaciones de ortópteros (Cuadro 6).

De acuerdo con el análisis de correlación, el área foliar no tuvo efecto en la densidad de chapulines ($p \geq 0.17$), ni se asoció con la temperatura.

Cuadro 6. Coeficientes de correlación y significancia entre vegetación y densidad de acridoideos durante el periodo de junio a noviembre 2014, en Santa María Roaló.

	Altura	Área foliar	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Temperatura
Cobertura vegetal	-0.52 (p=0.14)	0.24 (p=0.52)	-0.80 (p=0.009)	-0.62 (p=0.07)	-0.34 (p=0.36)	0.06 (p=0.85)	-0.13 (p=0.72)	0.47 (p=0.19)	-0.24 (p=0.53)
Altura de planta		-0.43 (p=0.24)	0.55 (p=0.12)	0.69 (p=0.03)	0.13 (p=0.72)	-0.24 (p=0.52)	0.13 (p=0.73)	-0.48 (p=0.18)	0.70 (p=0.03)
Área foliar			-0.23 (p=0.53)	0.05 (p=0.89)	0.30 (p=0.41)	0.49 (p=0.17)	0.04 (p=0.90)	0.23 (p=0.53)	-0.22 (p=0.56)
Densidad junio				0.74 (p=0.02)	0.13 (p=0.72)	-0.15 (p=0.69)	-0.29 (p=0.43)	-0.45 (p=0.22)	0.56 (p=0.11)
Julio					0.58 (p=0.09)	0.33 (p=0.38)	-0.29 (p=0.43)	-0.45 (0.22)	0.56 (p=0.11)
Agosto						0.73 (p=0.02)	0.72 (p=0.02)	0.30 (p=0.42)	-0.07 (p=0.85)
Septiembre							0.48 (p=0.18)	0.71 (p=0.30)	-0.23 (p=0.54)
Octubre								0.16 (p=0.66)	-0.10 (P=0.78)
Noviembre									-0.46 (p=0.20)

En los meses de junio, julio y agosto se registró la mayor precipitación promedio de 174.03 mm/mes.

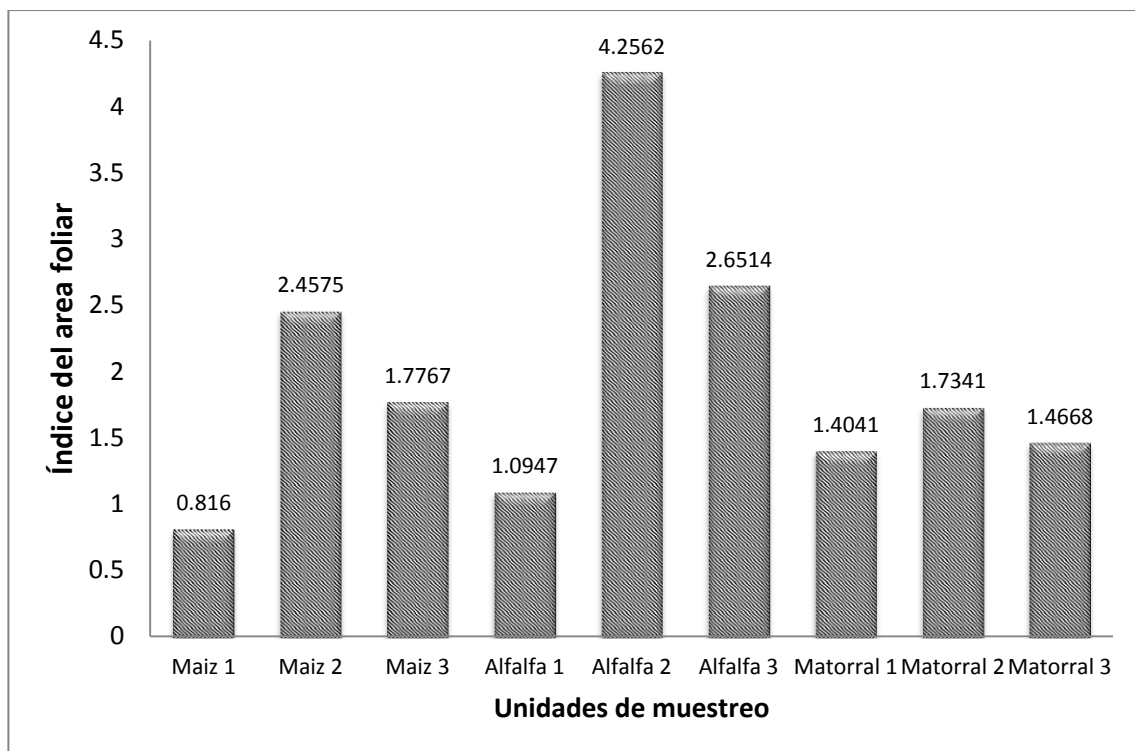


Figura 9. Área foliar registrada durante los meses de junio a noviembre del 2014.

Cuadro 7. Especies de plantas identificadas en los tipos de vegetación muestreados de junio a noviembre del 2014.

Sitio	Nombre común	Nombre científico
Cultivo maíz	Maíz	<i>Zea mays</i>
Cultivo maíz	Acahual	<i>Melampodium divaricatum</i>
Cultivo alfalfa	Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>
Matorral	Malvavisco	<i>Althaea officinalis</i>
Matorral	Pasto	<i>Lantana camarena</i>
Matorral	Leguminosae	<i>Leguminosae</i>
Matorral	Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i>
Matorral	Grillal	<i>Ramericus tapiñadicus</i>

5.7 Insectos asociados a los chapulines en diferentes tipos de vegetación

Cuadro 8. Entomofauna asociada a cultivos de maíz y alfalfa en Santa María Roaló.

Nombre Común	Nombre científico	Familia	Orden
Mantis	<i>Mantis religiosa</i> (autor)	Mantidae	Mantodea
Chinche	<i>Nezorz Viridula</i>	Petatomidae	Hemiptera
Chinche	genero <i>Rhaphigaster</i>	Petatomidae	Hemiptera
Hospedera	<i>Mormidea pama</i>	Petatomidae	Hemiptera
Hedionda	genero <i>Euschistus</i>	Petatomidae	Hemiptera
Chinche roja	<i>Oxycarenus lavaterae</i>	Lygaeidae	Hemiptera
Chinche foliada	<i>Leptoglossus sp</i>	Coeridae	Hemiptera
Chinche	<i>Hesperolabo ps gelastops</i>	Miridae	Hemiptera
Mosca domestica	<i>Musca domestica</i>	Muscidae	Díptera
Zancudo	Genero <i>culex</i>	Culicidae	Díptera
Araña lince verde	<i>Peucetia viridans</i>	Oxyopidae	Araneae

Los insectos asociados al cultivo de alfalfa y maíz, muestran la diversidad que se pueden encontrar en los diferentes tipos de vegetación y que presenta desarrollo biológico similar que los chapulines; sin embargo, hay muchos insectos que son depredadores de estos lo que indica una disminución en la colecta y en densidad a obtener.

En algunos casos hay parásitos y parasitoides de distintos grupos de Diptera, Hymenoptera, Nematoda y Acari que pueden disminuir la cantidad de ortópteros presentes en los cultivos agrícolas (Cano-Santana *et al*; 2012).

5.8 Ciclo biológico del chapulín en Santa María Roaló Zaachila, Oaxaca, en el año 2014

Las ninfas en etapa 1 y 2 que son las primeras en salir, se observaron a partir del mes de junio, asociadas a muchos insectos de otras familias, no obstante en el mes de julio se encontró mayor número de ninfas desde el primero al tercer instar de desarrollo

como se muestra en la Fig. 12, cabe señalar que estos meses abunda la planta de alfalfa, dado que la época de lluvia aumentó en junio y julio.

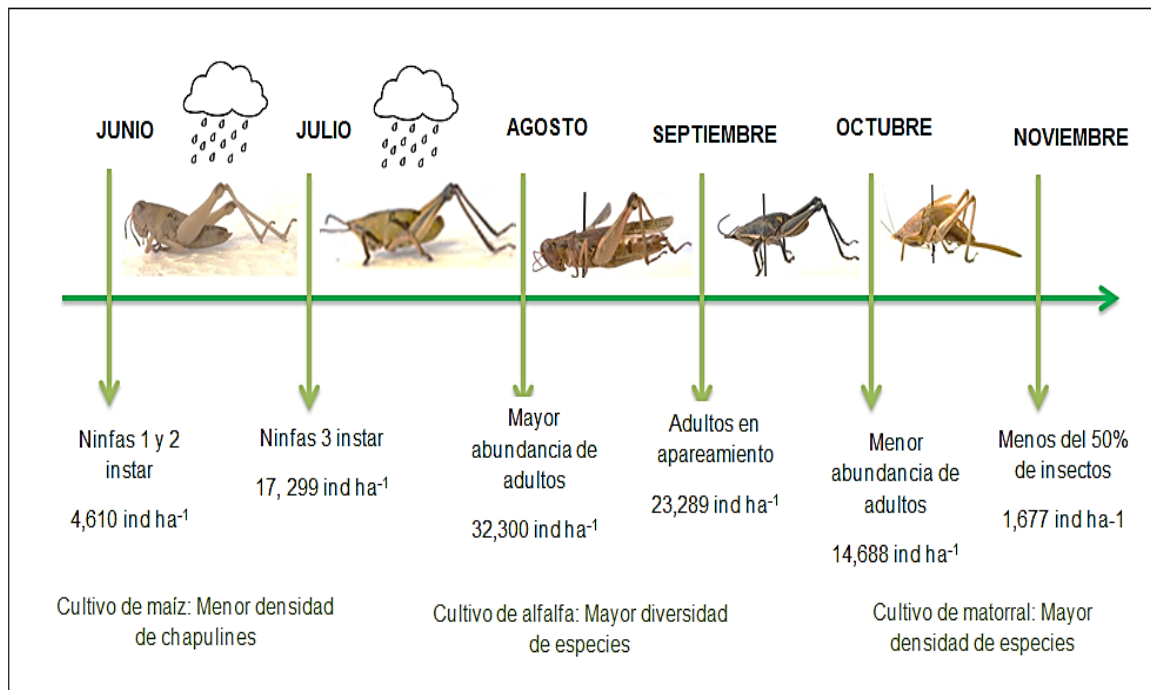


Figura 10. Eventos biológicos de los chapulines en relación con la densidad y la vegetación; observados y estudiados en campo durante la etapa de colecta en los meses de junio a noviembre del 2014.

A partir del mes de agosto se colectaron adultos, los cuales empezaron etapa de apareamiento en el mes de septiembre, por lo tanto en el mes de noviembre las hembras ya empezaron a enterrar las ootecas (huevecillos) en las orillas de los ríos y de terrenos de cultivo.

Durante el año 2014 en el mes de noviembre disminuyó considerablemente la densidad de chapulines en la comunidad, considerando la afectación antrópica. Sin embargo en años anteriores se había colectado mayor cantidad de chapulines, es lo que observan los campesinos y originarios de la comunidad, y esto se observa en la mayoría de las comunidades de Valles Centrales de Oaxaca.

VI. DISCUSIONES

6.1 Densidad de Acridoideos

Los resultados obtenidos en relación a la densidad de chapulines registrada de marzo a noviembre, indican que de acuerdo al ciclo biológico y conocimiento cultural local, durante los meses de marzo a mayo no se encuentran chapulines por ser época seca (Huerta y Espinoza, 2014). Desde el mes de septiembre a finales de mayo se encontraron ootecas (paquetes de huevecillos en desarrollo), a partir del mes de junio a agosto se encontraron ninfas; y a finales de agosto, durante septiembre y octubre se encontraron adultos en etapa de apareamiento.

En el mes de julio se encontraron ninfas de tercer instar, y en el mes de agosto se registró la mayor densidad de chapulines de los tres tipos de vegetación, debido a que este mes la densidad fue mayor en especies adultas ya que se encuentran muy activos, lo que pudo facilitar su captura en los diferentes cultivos.

La densidad de especies de acridoideos evaluada en matorral registro una densidad de 20,300 ind ha⁻¹ y en alfalfa con 43,100 ind ha⁻¹ lo cual coincide con los resultados de estudios realizados en Durango, en pastizales de la "región de los llanos" en donde la mayor densidad se registró en sitios sin pastoreo, durante los meses de junio a noviembre (García *et al.*, 2006). Por lo tanto el incremento de una población puede ocurrir en cualquier lugar del área de distribución de la especie, si las condiciones climáticas y ecológicas son apropiadas para el desarrollo del individuo (Barrientos *et al.*, 1992).

En un estudio de distribución geográfica de los ortópteros (Insecta: Orthoptera) presentes en las provincias biogeográficas de Atacama y Coquimbo (Chile) se registró el mayor número de especies en Matorral, entre estas se identificaron tres familias de acridoideos, como *Romaleidae*, *Acrididae* y *Tettigoniidae* (Alfaro *et al.*, 2013), ya que algunas especies chapulines son exclusivamente fitófagos, es decir comen hojas y solo consumen un reducido número de plantas aceptadas por sus preferencias individuales como es el caso del cultivo de alfalfa y matorral que contiene vegetación secundaria

como pastos y arbustos de hojas pequeñas (Tamayo-Mejía, 2006). En el matorral no se presentó grado de perturbación humana, lo cual puede causar incrementos en la intensidad lumínica, la temperatura, la evaporación y la exposición al viento y a diversos contaminantes, así como una disminución de la humedad. Sin embargo, en cultivos de alfalfa y maíz existe cambio de uso de suelo, lo que causa una disminución de la frecuencia, riqueza y abundancia de insectos (Rivas-Arancibia *et al.*, 2014), no obstante, se colectó con mayor facilidad porque los chapulines se mantenían quietos, así mismo las colectas se consideraron abundantes durante los meses de agosto, septiembre y octubre en este cultivo.

Referente al cultivo de alfalfa se registró una densidad de 43100 ind ha⁻¹, ya que las poblaciones de chapulines pueden responder cuantitativamente con el grado de perturbación que se ha producido en un sitio, en este caso los cultivos del alfalfa fueron perturbados por agricultores ya es una planta que utilizan para alimentar al ganado y también gran parte de la población colecta chapulines para consumo durante estos meses, ya que se considera una fuente de proteína más para la mesa de los oaxaqueños que puede durar hasta los meses de diciembre y enero, pero sobre todo una fuente de ingreso para algunas familias que se dedican a comercializarlos en los mercados más cercanos. Por lo tanto las densidades de los chapulines pueden diferir entre las condiciones ecológicas del área y la perturbación humana (Welch y Kondratieff, 1991). Por ello cuando la densidad del pastizal o biomasa es pobre, pequeñas cantidades de chapulines por unidad de área pueden ocasionar severos daños; durante períodos de sequía y cuando las poblaciones de chapulines son altas, pueden tolerarse pocos chapulines por m² (Chairez *et al.*, 2008).

6.2 Especies de Acridoideos

Cano-Santana *et al.*, (2012), menciona que en Oaxaca existe una gran cantidad de especies de ortópteros que son dominadas por especies *Boopedon rufipes*, *Rhammatocerus viatorius viatorius* (Anexo 2) y *Sphenarium purpurascens*, de las cuales en este estudio se tiene un 30.5% de densidad para *Sphenarium purpurascens* que fue la especie más representativa y es considerada de gran distribución geográfica por todo el

estado de Oaxaca (Cano-Santana *et al*; 2012), para *Boopedon rufipes* se registró un 1.8%, y 1.1% para *Rhammatocerus viatorius viatorius*.

La dieta de los chapulines está vinculada con la composición y estructura de la comunidad vegetal, misma que brinda protección de los enemigos naturales y conforma una comunidad de insectos herbívoros que explota los recursos vegetales de manera similar (Tamayo-Mejía, 2006).

Se identificaron especies poco frecuentes como *Boopedon rufipes*, *Boopedon dampfi*, *Syrbula sp* y *Scuddería mexicana* que muestran menos del 1% de densidad, lo cual se atribuye a la tasa de ocupación por estos insectos dentro de una área determinada que puede ser afectada por su riqueza en recursos, tiempo disponible para la colonización, de similitud entre las áreas de procedencia y destino. Algunas especies de la superfamilia Acridoidea no se desarrolla cuando las condiciones ambientales de un tipo de vegetación no son favorables para el progreso de la especie y la densidad de población no sobrepasa el nivel mínimo, acorde con la oferta de alimento en su entorno (Rivera, 2011).

Se encontró menor densidad de especies de chapulines en el cultivo de maíz a diferencia de alfalfa y matorral, pudo ocurrir por diferentes razones como: las ootecas se encuentran en las orillas de los cultivos y aplican insecticidas constantemente en este cultivo; pudo depender de la forma de colecta ya que el cultivo de maíz por el tamaño y cobertura de las plantas, impedía atrapar insectos únicamente con la red entomológica, por lo que se tuvo que coleccionar manualmente en plantas de mayor altura. En el caso de las especies menos abundantes se debe a diversos factores bióticos que podrían ser depredadores, parasitoides, pero sobre todo a la de colecta por personas que los comercializan los chapulines en Valles Centrales.

De acuerdo a la densidad de especies en la alfalfa se registró mayor diversidad de especies, ya que se observan 15 especies de las 17 identificadas en todo el estudio, por lo tanto se puede decir que la diversidad no depende de la densidad de especies, sino de las condiciones en las que se desarrollaron o del tipo de vegetación ya que los chapulines se

consideran los principales herbívoros de pastizales nativos y juegan un papel importante en los ecosistemas.

6.3 Diversidad de especies

El índice de Simpson fue útil para localizar la presencia de especies dominantes con valores altos de abundancia dentro del área muestreada, también hay otros factores además de la abundancia, que hacen que una especie sea dominante (con alta influencia en el ecosistema), como puede ser su tamaño corporal, su rol ecológico (Bouza y Covarrubias, 2005), en este estudio se observaron factores como tamaño de la especie, composición de la vegetación, y algunas condiciones del clima, relacionado directamente con su comportamiento.

En el cultivo de maíz se registró una diversidad menor a la del cultivo de alfalfa con 13 especies, sin embargo en matorral hubo mayor dominancia de especies registrado 15 del total de 17 especies identificadas. En el matorral esta diversidad se atribuye a la relación con la estructura y la composición específica de la vegetación. Las comunidades de chapulines suelen exhibir una gran variabilidad en la composición y abundancia de especies. Por lo tanto diferentes especies de chapulines en pastizales, se debe a la interacción de varios factores como: estrategias reproductivas, diferencias interespecificas, selección del alimento, fragmentación del hábitat y desarrollo secuencial de especies competidoras (Mariottini *et al.*, 2012).

En un estudio de dinámica poblacional de chapulines, la riqueza fue prácticamente independiente de la densidad, lo que indica que la vegetación (herbazales) con mayor densidad no es necesariamente la más diversa, sino que incrementan su densidad total debido al aumento en la abundancia de las especies existentes (Belovsky, y Slade, 1995), en este estudio la diversidad fue independiente de la densidad pero si de la vegetación.

6.4 Caracterización de la vegetación del hábitat

La asociación entre la densidad de chapulines y la disminución de la cobertura vegetal, se debe al inicio de la temporada de lluvia, en el caso del cultivo de alfalfa hubo

plantas de pequeña altura (25-30 cm), lo cual indico que los insectos prefieren plantas que van de 43 a 86 cm de altura, y en el maíz las plantas median de 80 a 1.50 cm de altura.

La vegetación cambia contantemente en base a las condiciones del suelo, humedad, clima, tipo de agroecosistema, por lo que los tipos de vegetación muestreados son similares en cuanto a los chapulines encontrados en sus diferentes instares, ya que la demanda de planta consumida por cada insecto depende de la etapa fenológica del cultivo (Barrientos-Lozano y Amalguer-Sierra, 2009).

Referente al muestreo destructivo de vegetación se determinó área foliar (cm^2) la cual muestro en el cultivo de alfalfa un 24.1%, el área foliar se debe a la cobertura vegetal que existe en el área de muestro, la cual depende de la altura de las plantas, por esto mismo el cultivo de alfalfa está constituido de plantas herbáceas que miden de 30 a 60 cm de altura. Así mismo este cultivo tiene mucha cobertura vegetal., los chapulines la prefieren por su color y tamaño de hoja, ya que algunos estudios han demostrado que los chapulines pueden consumir hasta el 50 por ciento de su peso en materia verde por día. Para ello se debe tomar en cuenta las condiciones del pastizal o del cultivo, la especie de chapulín y otras variables (Chairez *et al.*, 2008).

Al analizar el incremento de poblaciones de adultos., se tiene que la temperatura y la precipitación fueron factores abióticos relevantes que modifican la dinámica poblacional de los chapulines, ya que la densidad depende de las condiciones y factores ecológicos del medio. La temperatura determina las tasas de desarrollo, oviposición y eclosión, y la precipitación se relaciona con la humedad del suelo, el cual es un agente concluyente en el desarrollo del embrión y con efecto sobre la cantidad y calidad de las plantas que consumen las ninfas y los adultos (Chairez *et al.*, 2008). Esto determino diferencias en la densidad de las poblaciones en la época de estiaje y humedad del suelo.

En relación a la densidad y diversidad de especies, también hubo influencia por parte de las plagas de chapulín que predominan en etapas de clima seco o durante sequías (Chairez *et al.*, 2008) por ejemplo *Araneus diadematus*, *Argiope aurantia* y

Aphonopelma spp depredando ninfas del género *Syrbula* o algunas especies de chapulines son atacados por el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Huerta y Espinoza, 2014).

VII. CONCLUSIONES

El presente estudio preliminar es una contribución al conocimiento de la entomofauna (Ortoptera: Acridoidea) del estado de Oaxaca, ya que hasta el momento no se han registrado estudios sobre las poblaciones de acridoideos, que son parte de la alimentación de los Oaxaqueños. Cabe mencionar que esta investigación proporciona una base para la elaboración de alguna investigación de manejo sustentable y bajo invernadero del chapulín.

- A partir de los resultados podemos ver que tanto las condiciones del hábitat como el ciclo de desarrollo de los chapulines en los diferentes tipos de vegetación tienen un efecto sobre la densidad de Acridoideos en Santa María Roaló.
- A partir de la identificación de especies se demuestra que existe una gran diversidad de Ortopteroфаuna y que el estado actual de las poblaciones depende de la perturbación humana, ya que aparte de ser una plaga agrícola es un alimento más para las comunidades de los Valles Centrales de Oaxaca.
- Por otro lado, los meses de temporada de lluvias son los más diversos y con mayor densidad, mientras que los meses de temporada seca, solo existen insectos asociados a los chapulines o depredadores de estos. Las especies encontradas en los cultivos y el matorral son comestibles y presentan una importancia económica alta para el Estado de Oaxaca. Sin embargo es necesario realizar un análisis bromatológico a los ejemplares colectados ya que algunas especies con alas no se consumen, lo cual podría mostrar que proteínas contienen las especies comestibles y comprobar cuáles se pudieran consumir.
- Para un trabajo de Dinámica poblacional se recomienda realizar muestreos durante dos años aproximadamente e incluir más variables independientes.

VIII. LITERATURA CITADA

- Anaya, R. S., Romero, N. y López, M.V. 2000. Manual de diagnóstico para las especies de Acridoideos (Orthoptera: Acridoidea) del estado de Tlaxcala y estados adyacentes. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 266 p.
- Alfaro, F.M., Pizarro-Araya, J., Letelier, L., y Cepeda, P. 2013. Distribución geográfica de los ortópteros (Insecta: Orthoptera) presentes en las provincias biogeográficas de Atacama y Coquimbo (Chile). *Revista de Geografía Norte Grande*.1 (56): 235-250.
- Alvarez, M. 2006. Manual de metodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad . *Instituto de Investigación de Recursos Biologicos*. México. 91p.
- Astegiano, E., Favaro, J., y Bouzo, C. 2001. Estimación del área foliar en distintos cultivares de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) utilizando medidas foliares lineales. 250p.
- Barrientos-Lozano, L., y Almaguer-Sierra, P. 2009. Manejo sustentable de chapulines (Orthoptera: Acridoidea) en México. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. 13 (2): 51-56.
- Belovsky, G.E., y Slade, J.B. 1995. Dynamics of two Montana grasshopper populations: relationships among weather, food abundance and intraspecific competition. 101(9):383-396.
- Bouza, C.N., Covarrubias, D. 2005. Estimación del índice de diversidad de Simpson en m sitios de muestreo. Universidad de La Habana, Cuba. *Revista Investigación Operacional*. 26(2): 187-197.
- Cano-Santana, Z., Castellanos-Vargas, I., Fontana, P., Buzzetti, F. M., y Mariño-Pérez, R. 2012. Ortopteroides de Oaxaca, México: Orthoptera, *Mantodea* y

- Phasmatodea*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. México, D.F. 75p.
- Castillo, M.L. 2005. Elementos de muestreo de poblaciones. 2a. edición, Universidad Autónoma Chapingo. Edo. México. 257 p.
- Chairez H.I., Gurrola, R.J., García, G.C., y Echavarría, C.F. 2009. Modelos para simular la fenología del chapulín con base en unidades calor. Ciidir-IPN Unidad Durango. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 13 (2): 65-73.
- Comité estatal de sanidad vegetal Guanajuato (CESAVEG). 2008. Campaña de Manejo Fitosanitario de Maíz. Control de Chapulín. Senasica. 3p.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2014. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional Gerencia de Meteorología y Climatología Subgerencia de Pronóstico a Mediano y Largo Plazo. Reporte Anual 2014. Reporte del Clima en México.
- Cueva-del Castillo, R., y Cano-Santana, Z. 2001. Variación de la coloración corporal de *Sphenarium purpurascens* (Orthoptera: Pyrgomorphidae) en función del sexo y su relación con la formación de parejas en un ambiente heterogéneo. Facultad de Ciencias UNAM. Instituto de Ecología. Mex. 40(3): 297-309.
- Chairez, H.I., Gurrola, R.J., García, G.C., y Echavarría, C. 2008. Modelos para simular la fenología del chapulín con base en unidades calor. CIIDIR-IPN Unidad Durango. 91p.
- Domínguez, R. R. 2000. Taxonomía I. Protura a Homóptera, clave y diagnosis. UACH. Parasitología agrícola. 276 p.
- Fontana, P., García-García, P.L., y Buzzetti, F.M. 2007. Listado preliminar de los Ortópteros de México. XLII Congreso Nacional de Entomología. Acapulco Guerrero.

- Fontana, P., Buzzetti, F.M., y Mariño-Pérez, P. 2008. Chapulines, Langostas, Grillos y Esperanzas de México. Guía fotográfica. Edición wba. Hand Books, Verona. 272 p.
- García, G., Chaires, H., Rivera, G., Gurrola, R., y Gonzales, M. 2006. Chapulines (Orthoptera Acridoidea) de Pastizales de la "Región de los Llanos en Durango, Mexico". *Folia entomologica mexicana*, 274 p.
- García-Gutiérrez, C.I., Chaírez-Hernández, E., Rivera-García, J. N., Gurrola-Reyes, M. B., y González-Maldonado. 2006. Chapulines (Orthoptera: Acridoidea) de pastizales de la "Región de Los Llanos" en Durango, México. 45 (3): 273-282.
- García, G.C., y Lozano, G.J. 2011. Control biológico de plagas de chapulín en el norte-centro de México. Universidad Autónoma de Zacatecas. 168 p.
- Garza, U.E. 2005. El chapulín *Melanoplus sp* y su manejo en la Planicie Huasteca. Campo Experimental Ébano. INIFAP-CIRNE. San Luis Potosí, México. Folleto Técnico 11(15): 1-15.
- Huerta, A., y Espinoza, F. 2014. Control Biológico del Chapulín en México. *BioTecnología*, 18(1), 28-48.
- Luna-Rodríguez, J. A., y Leucona, R. E. 2002. Selección de cepas de hongos entomopatógenos nativos para el control de la tucura *Rhammatocerus pictus* (Bruner) (Orthoptera: Acrididae). 31 (1):67-84.
- Mariottini, Y., Lange, C., y Wysiecki, M.L. 2009. Biología y ecología de acridios (Orthoptera: Acridoidea) del Sur de la Región Pampeana. Doctorado en Ciencias. Universidad Nacional de la Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo.5p.
- Mariottini, Y., De Wysiecki., y Lange, C.E. 2012. Variación temporal de la riqueza, composición y densidad de Acridios (Orthoptera: Acridoidea) en diferentes comunidades vegetales del Sur de la provincia de Buenos Aires. Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores. La Plata, Argentina. 1(71): 3-4.

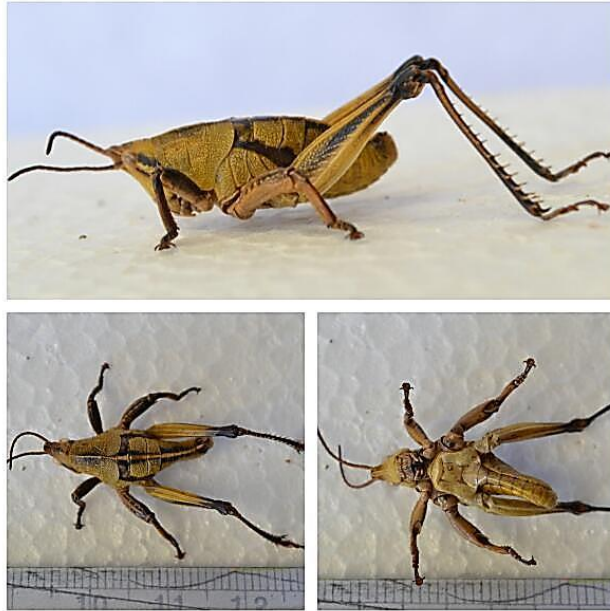
- Martella, M.B., Trumper, E., Bellis, L.M., Renison, D., Giordano, P.F., Bazzano, G., y Gleiser, R.M. 2012. Manual de Ecología Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. Cátedra de Ecología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. 5 (1): 1-31.
- Márquez, L.J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. Laboratorio de Sistemática Animal, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México. 37: 385-408.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis. 1(1): 84.
- Morón, M., y Terrón, R. 1988. Colecta y acondicionamiento de artrópodos. Entomología Práctica. Instituto de Ecología, México. 5p.
- Oaxaca, 2002. Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. <http://www.elocal.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM20oaxaca/municipios/20551a.html>. Fecha de consulta: 25 de octubre de 2013.
- Pocco, M., Damborsky, M., y Cigliano, M. 2010. Comunidades de Orthopteros (Insectos Orthoptera) en pastizales del Chalco Oriental Húmedo Argentina. Animal Biodiversity and Conservation. 1:119-129.
- Ramos-Elorduy, J., Pino, J., y Conconi, M. 2006. Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. Sociedad Mexicana de Entomología, 45(3):291-318.
- Ramos-Elorduy, J., y Vázquez, M. A. 2009. Composición vegetal y desarrollo poblacional de algunos acridoideos del municipio de Cuautitlán Izcalli (Estado de México), utilizados en la alimentación humana, con énfasis en *Sphenarium purpurascens* Ch. (Insecta: Orthoptera: Acridoidea) y su conservación. Instituto de Biología, UNAM. 44: 587-595.

- Ríos-Velasco, C., Berlanga, R.D., Valdez, L.R., Romo, C.A., Acosta, M.C., Zamudio, F.P., Sepúlveda, A.D., y Jacobo, C.J. 2014. Caracterización y control microbial del chapulín gordinflón *Brachystola magna girard* en frijol en el estado de Chihuahua. 55 p.
- Rivas-Arancibia, S.P., Bello-Cervantes, E., Carrillo-Ruiz, H., Andrés-Hernández, A.R., Figueroa-Castro, D.M., y Guzmán-Jiménez, S. 2014. Variaciones de la comunidad de visitantes florales de *Bursera copallifera* (Burseraceae) a lo largo de un gradiente de perturbación antropogénica. Instituto de Biología UNAM. 86: 178-187.
- Rivera, G.E. 2011. Taxonomía y bioecología de plagas de chapulín en el norte de México. Departamento de Entomología. inecol-xalapa. 26.
- Salazar-Solis, S.A. 2009. Enemigos naturales de plaga de Chapulín (Orthoptera: Acrididae) con énfasis en Guanajuato, México: una breve revisión. 13: 57-64.
- Suárez-Villasmil, L., Bulla, L., El Souki, M., Martínez, H., y Candia, R. 2012. Abundancia, Biomasa y Riqueza de los insectos y arañas en herbazales del Archipiélago Los Roques (Mar Caribe-Venezuela). Instituto de Zoología y Ecología Tropical. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. 7(1): 1-19.
- Tamayo-Mejía, F. 2006. Control biológico de *Sphenarium purpurascens* (Charpentier) y *Melanoplus differentialis* (Thomas) (Orthoptera: Acrididae) con *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, en Guanajuato, México. Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Guanajuato. 13 (2): 85-90.
- Viesca, G.C., y Romero, C.A. 2009. La Entomofagia en México. Algunos aspectos culturales. Universidad Autónoma del Estado de México. 1(16): 57-83.
- Guevara-Alvarado, G. I., Barrientos-Lozano, I., Rocha-Sánchez, A.Y., Méndez-Gómez, B. R., y Horta-Vega, J. V. 2009. Estudio preliminar de la fauna Orthoptera

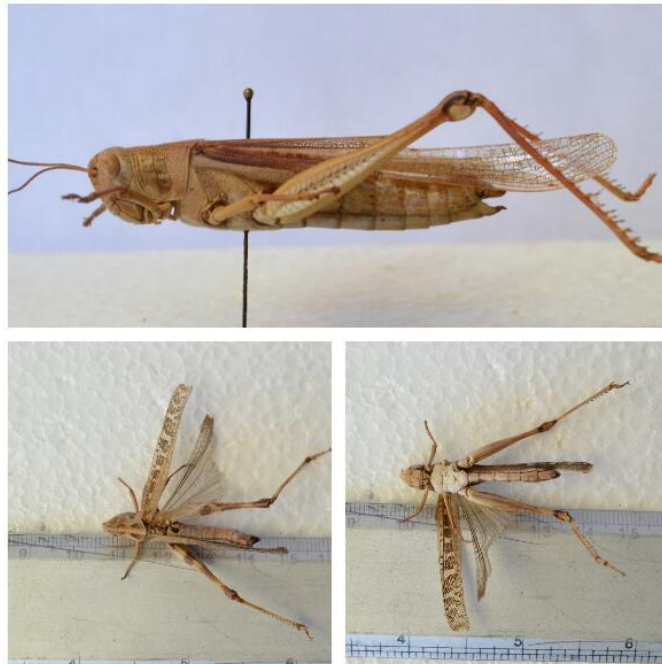
Acridoidea en el área natural protegida “Cerro Potosí”, Galeana, Nuevo León, México. 6(2):1-61.

Welch J.L., Redak, R., y Kondratieff, B.C. 1991. Effect of Cattle Grazing on the Density and Species of Grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) of the Central Plains Experimental Range, Colorado: A Reassessment after Two Decades. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 64(3): 337-343.

IX. ANEXOS



Anexo 1. Especie del genero *Sphenarium*.



Anexo 2. Especie de *Rhammatocerus viatorius viatorius*.