



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

---

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

**FACTORES QUE DETERMINAN LA  
ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE  
CHAPULINES (ORTHOPTERA: ACRIDOIDEA) EN  
EL DESIERTO CHIHUAHUENSE.**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS (Biología)**

**PRESENTA**

**EDUARDO RIVERA GARCÍA**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. ZENÓN CANO SANTANA**

**MÉXICO, D. F.**

**NOVIEMBRE 2009**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## AGRADECIMIENTOS

Al posgrado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias de la UNAM, por brindarme la oportunidad de escalar un peldaño más en mi carrera Académica.

Al Dr. Zenón Cano-Santana, por haber confiado y creído en mí, y en especial por su paciencia.

Al INECOL, por todos estos años de trabajo en el norte del país, en Durango y principalmente en la Reserva de la Biosfera Mapimí.

Al CRD-INECOL, por haberme servido de morada durante todos estos años.

A mi comité tutorial, Los Dres. Zenón Cano-Santana, Miguel E. Equihua Zamora y Efraín Tovar Sánchez, por su apoyo, comentarios y sugerencias, principalmente en el proceso de revisión.

A los Dres. Rosa Gabriela Castaño Meneses, Alfonso Neri García Aldrete, Víctor Rico Gray, Raúl Cueva del Castillo Mendoza. Por haber aceptado formar parte de mi jurado y por sus comentarios, observaciones y sugerencias.

## AGRADECIMIENTOS A TITULO PERSONAL.

A mis compañeros del INECOL (presentes, ausentes, separados, retirados y en activo), que me han apoyado durante todo este proceso.

A mi director de tesis, que sin su paciencia no lo hubiera logrado. Y a mis asesores, compañeros y amigos de la Facultad de Ciencias (*mi Alma Mater*), por su apoyo y amistad.

A mi familia, por haber soportado ausencias prolongadas de casa, durante todo este proceso.

A los creadores de estas frases que me han motivado en este proceso.



Si puedes imaginarlo, puedes crearlo. **Walt Disney**

\*Se paciente, reúne los elementos posibles antes de tomar una decisión... pero siempre tómalala.

**Winston Churchill**

\*Hay que sacar la cafetera del privado y compartirla con la gente. **Cuauhtémoc Cardona**

\*Todos los partidos de futbol tienen dos tiempos de 45 minutos cada uno, pero el último minuto tiene 60 segundos. **Fernando Marcos**

\*La fatiga nos hace cobardes. Los ganadores nunca abandonan y los que abandonan nunca ganan.

\*No importa si te derriban, sino cuantas veces te levantas otra vez.

\*Cuanto más trabajas, más difícil es rendirse.

\*Jamás ganarás un partido a menos que superes al tipo que tienes enfrente de ti. El marcador no importa nada. Sólo es para los aficionados. Tú tienes que ganar la guerra con el hombre que está enfrente de ti. Tienes que ganarle a tu hombre.

\*La fuerza mental es muchas cosas, pero es la humildad la que todos debemos recordar, la simplicidad es el símbolo de la grandeza y la humildad es la verdadera fuerza.

\*Las personas que trabajan juntas van a ganar, ya sea contra defensas complejas, o contra los problemas de la sociedad.

\*Creo firmemente que el mejor y mayor momento de cualquier HOMBRE, su logro más grande y su mayor satisfacción, es el momento sublime en que después de haber trabajado arduamente con todo su empeño, empuje, esfuerzo, dedicación y corazón a favor de una causa justa y noble, se encuentra exhausto en el campo de batalla ¡VICTORIOSO! **Vince Lombardi**

\*Cuando todos los entrenadores dormían... había una casa con una luz prendida, era la de VINCE LOMBARDI. **Vince Lombardi (hijo).**

A todos ellos, GRACIAS.



Dedicaría:

A la Pacharra, la mujer de mi vida.

A mis hijos: La Bellota, La Tutí y El Cachorro.

Porque me han apoyado cediendo su tiempo y permitiéndome una ausencia prolongada para tomar un segundo aire en mi vida.

A mi Familia. Elena García de Rivera (mi madre), mis hermanos Elizabeth, Enrique Antonio y Ernesto, que aunque estuve mucho tiempo alejado de ellos, he recibido su apoyo decidido y cordial durante el desarrollo de esta empresa.

Y A LA MEMORIA DE MI AMADO PADRE

DON ENRIQUE RIVERA OLVERA

Un Guerrero incasable que siempre me apoyó, aconsejó e inspiró para que siempre terminara todo lo que había iniciado y que también me pateó el trasero cuando fue necesario (aún después de muerto).

A todos ellos GRACIAS.

## CONTENIDO

1.	Introducción General	1
1.1.	Los acrídidos y su importancia ecológica.	1
1.2.	Los ortopteroideos en México.	2
1.3.	Factores que afectan la estructura de las comunidades de insectos herbívoros.	3
1.3.1.	Estacionalidad.	4
1.3.2.	Estructura y composición vegetal.	4
1.3.3.	Estructura del hábitat.	5
1.3.4.	Disponibilidad de alimento.	5
1.3.5.	Disturbios.	6
1.3.6.	Interacciones.	6
1.3.6.1.	Interacciones horizontales.	7
1.3.6.2.	Interacciones verticales.	8
1.4.	Los chapulines del Desierto Chihuahuense.	8
1.5.	Justificación.	9
1.6.	Objetivos e hipótesis.	9
2.	Sitio de estudio.	19
3.	Los ortopteroideos de la Reserva de la Biosfera Mapimi. Publicado (AZM: 22(3): 131-149. 2006).	26
4.	Clave para la identificación de las principales especies de chapulines de la Reserva de la Biosfera Mapimi, México. En Prensa (FEM: 47(2): 2008).	45
5.	Relaciones ecológicas entre la composición y estructura de las comunidades de chapulines y la vegetación en pastizales y matorrales de Gobernadora ( <i>Larrea tridentata</i> ) en el Desierto Chihuahuense, México.	60
6.	Efecto de interferencia parcial de la depredación natural sobre una comunidad de acrídidos en un pastizal del Desierto Chihuahuense. Publicado (AZM: 25(2): 345-357. 2009).	99
7.	Discusión general.	112
7.1.	Diagnóstico de las comunidades de ortopteroideos.	112
7.2.	Conclusiones generales y preguntas por resolver.	118

**FACTORES QUE DETERMINAN LA ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE CHAPULINES (ORTHOPTERA: ACRIDOIDEA) EN EL DESIERTO CHIHUAHUENSE.**

TESIS DOCTORAL DE: **M. en C. Eduardo Rivera García.**

Director de Tesis: **Dr. Zenón Cano Santana**, Laboratorio de Ecología y Recursos Naturales, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM.

Miembros del comité tutorial:

**Dr. Miguel Eduardo Equihua Zamora**, INECOL.

**Dr. Efraín Tovar Sanchez**, CEAMISH – UAEM.

**RESUMEN**

EL DESIERTO CHIHUAHUENSE ABARCA 629, 000 KM<sup>2</sup> Y ESTÁ SUFRIENDO UNA TRANSFORMACIÓN A GRAN ESCALA. LOS PASTIZALES ÁRIDOS SE DESTACAN POR SUS ESPECIES DE GRAMÍNEAS DOMINANTES EN COTAS DE LLUVIA DE ALREDEDOR DE LOS 300 MM.

HASTA ANTES DE ESTA TESIS SE TENÍAN REGISTRADAS EN LA RBM, 28 ESPECIES DE CHAPULINES (ORTHOPTERA: ACRIDOIDEA), A LA FECHA SE TIENEN REGISTRADAS 60 ESPECIES DE ESTE GRUPO DE INSECTOS. LOS ORTOPTERIOIDEOS REGISTRADOS MOSTRARON UNA FUERTE INFLUENCIA NEÁRTICA, LOS ACRIDOIDEA SON LOS MEJOR REPRESENTADOS (39 ESPECIES), EL MAYOR NÚMERO DE ESPECIES CORRESPONDE A SITIOS CON MAYOR COBERTURA VEGETAL, CON POCAS DIFERENCIAS ENTRE LAS DISTINTAS UNIDADES DE VEGETACIÓN. LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES Y LAS DENSIDADES DE POBLACIÓN EN LOS DISTINTOS ENSAMBLAJES DE ACRIDOIDEOS, MUESTRAN VARIABILIDAD INTERANUAL, ENTRE UNIDADES DE VEGETACIÓN Y AMBIENTE, DEPENDEN PRINCIPALMENTE DE LAS CONDICIONES DEL SUELO, DE LOS ATRIBUTOS TAXONÓMICOS Y ESTRUCTURA FÍSICA DE LA VEGETACIÓN Y DEL CLIMA. EL PRESENTE TRABAJO PROPORCIONA TAMBIÉN UNA HERRAMIENTA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE ACRIDOIDEA.

AL COMPARAR LA COMPOSICIÓN DE ORTOPTERIOIDEOS EN LA RESERVA, CON LOS DE LA REGIÓN DEL TRANS – PECOS, TEXAS, ENCONTRAMOS UNA MAYOR RIQUEZA DE ESPECIES EN ESTA ÚLTIMA, SITUACIÓN SIMILAR A LA OBSERVADA AL COMPARAR SOLAMENTE LOS REGISTROS DE LOS ACRIDOIDEOS, SE COMPARTEN 15 ESPECIES (38% DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA RESERVA Y 55% DE LAS REPORTADAS PARA TEXAS.

EL ANÁLISIS DE LA COBERTURA VEGETAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO DEPENDE PRINCIPALMENTE DE LA INTERACCIÓN ENTRE AÑO Y TIPO DE VEGETACIÓN, LO CUAL ES EL RESULTADO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO, QUE CAMBIAN A LO LARGO DEL GRADIENTE

TOPOGRÁFICO QUE FUE SUJETO A ESTUDIO (PENDIENTE, SALINIDAD, TIPO DE SUELO, DRENAJE, ESTADO DE SUPERFICIE, ETC.). TODAS LAS PLANTAS DOMINANTES SON PERENNES, POR LO QUE EL EFECTO NEGATIVO DE LA SEQUÍA EN EL ÁREA DE ESTUDIO SE MANIFESTÓ EN LA CARENCIA DE PLANTAS ANUALES, LO CUAL COINCIDE CON LAS OSCILACIONES REGISTRADAS EN LOS VALORES DE EQUITATIVIDAD. ESTO A SU VEZ CONDICIONA EN CIERTA MEDIDA LA DISTRIBUCIÓN LOCAL DE LOS HÁBITATS DISPONIBLES PARA SER OCUPADOS Y LA ABUNDANCIA DE HOSPEDERAS POTENCIALES, EN ESTE CASO LIMITADAS POR LA SEQUÍA, PERO ESTA HETEROGENEIDAD TOPOGRÁFICA ES IMPORTANTE PARA PODER EXPLICAR LOS PATRONES DE DIVERSIDAD. SE REGISTRARON CINCO ESPECIES TERRÍCOLAS, TRES DE ELLAS OLIGÓFAGAS Y DOS POLÍFAGAS; CUATRO ARBORÍCOLAS Y DOS GRAMINÍCOLAS, DESTACANDO LA PRESENCIA DE TRES, DE LAS CUATRO ESPECIES MONÓFAGAS ERICTAS REPORTADAS PARA NORTE AMÉRICA EN EL DESIERTO CHIHUAHUENSE: *B. ARGENTATUS* QUE VIVE Y SE ALIMENTA DE *L. TRIDENTATA*; *L. PLANUM* QUE VIVE Y SE ALIMENTA DE *F. CERNUA*; *O. OBSCURA* QUE ES MONÓFAGA FACULTATIVA Y QUE EN LA RBM VIVE Y SE ALIMENTA DE *H. MUTICA*. TAMBIÉN SE MANIFIESTA QUE EL MAYOR NÚMERO DE ESPECIES DE CHAPULINES SON DE LA FORMA DE VIDA TERRÍCOLA, DESTACANDO LA IMPORTANCIA DE LA PROTECCIÓN QUE LES BRINDA SU COLORACIÓN CRÍPTICA.

EL RESULTADO DE LA COMPARACIÓN ENTRE TEXAS Y LA RESERVA MUESTRA DIFERENCIAS IMPORTANTES, DEBIDO A VARIABLES CLIMÁTICAS MENOS FAVORABLES QUE LAS REFERIDAS EN LAS LOCALIDADES DEL TRANS-PECOS EN TEXAS (ALTUDA, MARATHON, SOLITARIO Y PRESIDIO, TEXAS), CON COMPONENTES DE VEGETACIÓN DIFERENTES Y CON POCAS ESPECIES DE CHAPULINES (AL MENOS DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO).

EN PASTIZALES, SE COMPARTEN TRES ESPECIES DE ACRÍDIDOS: *O. OBSCURA*, *T. PALLIDIPENNIS* Y *C. OLIVACEA*; LO MISMO ENCONTRAMOS AL COMPARAR LOS MATORRALES, SOLO QUE EN ESTE CASO SE COMPARTEN TRES ESPECIES DE CHAPULINES (*B. ARGENTATUS*, *T. PALLIDIPENNIS* Y *C. OLIVACEA*) Y EXISTE UN PAR DE ESPECIES QUE PUEDEN SER CONSIDERADAS COMO EQUIVALENTES ECOLÓGICOS *P. VIRGATA* EN LA RBM Y *P. PALLIDA* EN TPT. PERO, AL COMPARAR LA PROPORCIÓN DE ESPECIES DE CHAPULINES Y DE ESPECIES VEGETALES EN LA RBM (1:3.63 PARA PASTIZALES Y 1:5.37 PARA MATORRALES), AMBOS VALORES SON MAYORES A LA PROPORCIÓN ESTIMADA POR OTTE (1976), PARA EL DESIERTO CHIHUAHUENSE (PROPORCIÓN 1:3).

DURANTE EL VERANO DE 1998, SE ANALIZÓ EL EFECTO DE INTERFERENCIA PARCIAL POR MEDIO DE LA REMOCIÓN PARCIAL DE DEPREDADORES, EN UNA COMUNIDAD COMPUESTA DE OCHO ESPECIES DE ACRÍDIDOS DURANTE UN BROTE MASIVO POBLACIONAL DE UNA DE ELLAS, *B. NUBILUM* (SAY), EN UNA ESTEPA SUBARBUSTIVA DE ZACATE TOBOSO EN EL DESIERTO CHIHUAHUENSE. LOS DEPREDADORES VERTEBRADOS IMPORTANTES FUERON LAS AVES. LA PRESENCIA DE

DEPREDADORES VERTEBRADOS INHIBIÓ LA ACTIVIDAD DE LOS DEPREDADORES INVERTEBRADOS. NO HAY EFECTO SIGNIFICATIVO ENTRE LAS FECHAS Y TRATAMIENTO, SOBRE LAS DENSIDADES DE ACRÍDIDOS. EL EFECTO DE LA DEPREDACIÓN EN LA POBLACIÓN DE *B. NUBILUM*, MODIFICÓ LA COMPOSICIÓN DE ESPECIES DE LA COMUNIDAD DE ACRÍDIDOS Y LAS PLANTAS USADAS POR LOS ACRÍDIDOS PARA FORRAJE Y/O PROTECCIÓN. LAS ESPECIES GRAMINÍCOLAS MOSTRARON CAMBIOS EN LA ESTRATEGIA DE ESCAPE DISMINUYENDO EL RIESGO DE CAPTURA, DE ACUERDO A SU COLORACIÓN Y DE LA POSICIÓN FINAL QUE ADOPTAN PARA EVITAR SER DETECTADOS.

DESTACAN LAS TENDENCIAS ADAPTATIVAS DE LAS ESPECIES DOMINANTES QUE MUESTRAN LA GRAN CAPACIDAD QUE TIENEN PARA SOPORTAR DISTURBIOS CLIMÁTICOS IMPORTANTES. ENTRE ESTAS ESTRATEGIAS PODEMOS MENCIONAR A:

-LA COMBINACIÓN DE MONOFAGIA, CRIPSIS Y FORMA DE VIDA ARBORÍCOLA QUE PRESENTAN *B. ARGENTATUS* CON *L. TRIDENTATA*; *LIGUROTETTIX PLANUM* CON *FLOURENCIA CERNUA* (COMO EJEMPLOS DE MONÓFAGIA ESTRICTA EN ARBUSTOS PERENNES) Y *O. OBSCURA* CON *HILARIA MUTICA* (COMO EJEMPLO DE MONOFAGÍA FACULTATIVA EN GRAMÍNEAS PERENNES).

-LA COMBINACIÓN DE POLIFAGIA, CRIPSIS Y FORMA DE VIDA TERRÍCOLA QUE PRESENTA *T. PALLIDIPENNIS*.

-LA APARICIÓN DE DISPAROS DE POBLACIÓN COMO EL REGISTRADO PARA *B. NUBILUM* (ESPECIE DE AFINIDAD NEARTICA), EN 1998 Y 1999, QUE FUERON PARTICULARMENTE SECOS Y MOSTRARON UNA RESPUESTA POBLACIONAL A LA SEQUÍA PRONUNCIADA QUE FUE APROVECHADA POR ESTA ESPECIE AL SER FAVORECIDA POR LAS NUEVAS CONDICIONES AMBIENTALES. MISMO CASO FUE LO MANIFESTADO POR *TAENIPODA EQUES* (ESPECIE DE AFINIDAD NEOTROPICAL), PERO LOS DISPAROS DE POBLACIÓN SE DESENCADENARON EN AÑOS CONSECUTIVOS EXCEPCIONALMENTE HÚMEDOS DE 1984 A 1986 (CON REGISTROS DE LLUVIA DE 273.4, 331.3 Y 407 MM, RESPECTIVAMENTE), EN LOS QUE SE ALCANZARON DENSIDADES DE HASTA 115 IND/HA (1984) Y 890 IND/HA (1986).

**FACTORES QUE DETERMINAN LA ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE CHAPULINES (ORTHOPTERA: ACRIDOIDEA) EN EL DESIERTO CHIHUAHUENSE.**

TESIS DOCTORAL DE: **M. en C. Eduardo Rivera García.**

Director de Tesis: **Dr. Zenón Cano Santana**, Laboratorio de Ecología y Recursos Naturales, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM.

Miembros del comité tutorial:

**Dr. Miguel Eduardo Equihua Zamora**, INECOL.

**Dr. Efraín Tovar Sanchez**, CEAMISH – UAEM.

**ABSTRACT**

THE CHIHUAHUAN DESERT REGION COVERS 629, 000 KM<sup>2</sup>, BUT ARE UNDERGOING A LARGE-SCALE TRANSFORMATION, THE ARID GRASSLANDS ARE DESCRIBED BY THEIR DOMINANT GRASS SPECIES, WE CAN RECOGNIZE 15 DIFFERENT TYPES OF GRASSLAND, AMONG WHICH THE MOST IMPORTANT ARE DOMINATED BY *BOUTELUA* GRASSES SPECIES, AT HIGH ALTITUDES AND UPPER THAN 300 MM RAINFALL ANNUAL RECORDS, AND THOSE DOMINATED BY *H. MUTICA*, *SPOROBOLUS AIROIDES*, *S. WRIGHTII*, *MULHEMBREGIA* SPP, AND *ARISTIDA* SPP AND *DASYOCHLOA PULCHELA*, THAT ARE LOCATED AT LOWER ALTITUDES AND RAINFALL ANNUAL RECORDS LESSER THAN 300 MM.

EVEN BEFORE TO THIS DISSERTATION, 28 GRASSHOPPER SPECIES (ORTHOPTERA: ACRIDOIDEA) WERE RECORDED IN THE RESERVE, TODAY THERE ARE 60 SPECIES IN THIS INSECT GROUP. THE ORTHOPTERIOIDEANS STUDIED HERE SHOW STRONG NEARCTIC INFLUENCE, ACRIDOIDEA ARE THE BEST REPRESENTED (39 SPECIES), THE LARGEST NUMBER OF ORTOPTEROIDEAN SPECIES CORRESPONDS TO SITES WITH HIGHER VEGETATION COVER, WITH LITTLE DIFFERENCES BETWEEN VEGETATION UNITS, SPECIES COMPOSITION AND POPULATION DENSITIES IN DIFFERENT GRASSHOPPER ASSEMBLAGES, SHOWN A GREAT VARIABILITY BETWEEN YEARS, AND CAN VARY CONSIDERABLY BETWEEN VEGETATION TYPES AND ENVIRONMENT UNITS, DEPENDS MAINLY ON SOIL CONDITIONS, THE PLANT TAXONOMIC ATTRIBUTES AND PHYSICAL STRUCTURE AND CLIMATE. THIS PAPER ALSO PROVIDES A TOOL TO RECOGNIZE THE MAIN GRASSHOPPER SPECIES (ACRIDOIDEA).

ON THE ABOVE FRAMEWORK AND COMPARING THE ORTHOPTERIOIDEAN FAUNA COMPOSITION OF THE RESERVE WITH THOSE REPORTED TO TRANS - PECOS, TEXAS REGION, WE FOUND A HIGHER SPECIES RICHNESS IN TEXAS. SIMILAR SITUATION TO THAT WERE OBSERVED WHEN COMPARING ONLY THE ACRIDOIDEA STUDY SITES REPORTED, SHARED BY 15 SPECIES (38% OF THE SPECIES RECORDED IN THE RESERVE AND 55% OF THOSE REPORTED FOR TEXAS).

THE VEGETATION IN THE STUDY AREA MAINLY DEPENDS ON THE INTERACTION BETWEEN YEAR AND TYPE OF VEGETATION, WHICH RESULT OF SOIL PHYSICAL CHARACTERISTICS TO CHANGE ALONG THE TOPOGRAPHIC GRADIENT USED IN THAT STUDY (SLOPE, SALINITY, SOIL TYPE, DRAINAGE, SURFACE CONDITION, ETC.). BESIDES THE ABOVE, ALL THE DOMINANT PLANTS SHOWN TO BE PERENNIALS, SO THAT THE NEGATIVE EFFECT OF DROUGHT IN THE STUDY AREA WAS EVIDENT ON ANNUAL PLANTS, THAT COINCIDE WITH THE OSCILLATIONS REGISTERED IN THE VALUES OF EVENNESS. THIS IN TURN DETERMINES TO SOME DEGREE THE LOCAL DISTRIBUTION OF AVAILABLE HABITATS USED FOR OCCUPATION BY GRASSHOPPERS AND THE ABUNDANCE OF POTENTIAL HOSTS LIMITED BY DROUGHT, BUT THIS HETEROGENEITY IS IMPORTANT FOR A PRECISE EXPLAIN TO TOPOGRAPHIC PATTERNS OF GRASSHOPPER DIVERSITY. IN THIS PAPER, FIVE EARTHLINGS SPECIES WERE RECORDED, THREE OF THEM WITH OLIGOPHAGOUS FEEDING HABITS AND TWO POLYPHAGOUS, FOUR ARBOREAL LIFESTYLE AND TWO GRAMINICOLES, OUTSTANDING THE PRESENCE OF THREE OF THE FOUR STRICT MONOPHAGOUS SPECIES REPORTED FOR NORTH AMERICA IN THE CHIHUAHUAN DESERT: *B. ARGENTATUS* THAT LIVES AND FEEDS ON *L. TRIDENTATA*, *L. PLANUM* THAT LIVES AND FEEDS ON *F. CERNUA*, *O. OBSCURA* AN OPTIONAL MONOPHAGOUS SPECIES AND THAT LIVES AND FEEDS ON *H. MUTICA* IN MBR. IT ALSO STATES THAT THE GREATEST NUMBER OF GRASSHOPPER SPECIES HAVE EARTHLING LIFESTYLE, EMPHASIZING THE IMPORTANCE OF THE PROTECTION AFFORDED BY THEIR CRYPTIC COLORATION.

THE RESULT OF THE COMPARISON BETWEEN TEXAS AND THE RESERVE GRASSHOPPER FAUNA SHOWS SIGNIFICATIVE DIFFERENCES, DUE TO LESS FAVORABLE CLIMATIC VARIABLES IN THE RESERVE THAN THE SAME TO TRANS PECOS TEXAS (ALTUDA, MARATHON, SOLITAIRIO AND PRESIDIO, TEXAS) WITH DIFFERENT VEGETATION COMPOSITION AND FEW GRASSHOPPER SPECIES RECORDED AT MBR (AT LEAST DURING THIS STUDY PERIOD).

CHIHUAHUAN DESERT ARID GRASSLANDS, IS COMMON TO BE OCCUPIED BY THREE WIDESPREAD GRASSHOPPER SPECIES: *O. OBSCURA*, *T. PALLIDIPENNIS* AND *C. OLIVACEA*, THE SAME IS FOUND WHEN COMPARING THE CREOSOTEBUSH, BUT WE CAN DETECT THREE SPECIES OF GRASSHOPPERS (*B. ARGENTATUS*, *T. PALLIDIPENNIS* AND *C.*

*OLIVACEA*) AND A COUPLE OF SPECIES THAT CAN BE REGARDED AS ECOLOGICAL EQUIVALENTS *P. VIRGATA* IN THE MBR AND *P. PALLIDA* IN TPT. BUT, WHEN COMPARE THE GRASSHOPPER SPECIES PROPORTION RELATED TO PLANTS IN THE MBR (1:3.63 TO 1:5.37 FOR GRASSLAND AND SCRUB) BOTH VALUES ARE GREATER THAN THE PROPORTION ESTIMATED BY OTTE (1976) FOR THE CHIHUAHUAN DESERT (1:3).

DURING THE SUMMER OF 1998, THE EFFECT OF PARTIAL INTERFERENCE THROUGH THE PARTIAL SUBTRACTION OF PREDATORS WERE EXAMINED IN A GRASSHOPPER COMMUNITY COMPOSED BY EIGHT SPECIES DURING A MASSIVE OUTBREAK OF ONE OF THEM, *B. NUBILUM* (SAY), IN A GRASS SHRUB STEPPE IN THE CHIHUAHUAN DESERT. PREDATOR SPECIES RECORDED CONSIST OF FIVE MAMMALS, FIVE REPTILES, TWO AMPHIBIANS, 20 BIRDS, SIX DIURNAL INSECTS, SIX SPIDERS AND FOUR NOCTURNAL ARTHROPOD PREDATORS. THE MAJOR VERTEBRATE PREDATORS WERE BIRDS. THE PRESENCE OF VERTEBRATE PREDATORS INHIBITED THE ACTIVITY OF INVERTEBRATE PREDATORS. NO SIGNIFICANT EFFECT WAS FOUND BETWEEN THE DATES AND TREATMENT, FOR GRASSHOPPER DENSITIES.

THE EFFECT OF PREDATION ON *B. NUBILUM* POPULATION CHANGED THE GRASSHOPPER SPECIES COMMUNITY COMPOSITION AND THE PLANTS USED BY GRASSHOPPERS TO FEED AND PROTECTION. GRAMINICOLE SPECIES SHOW WAY OUT STRATEGY THAT INCLUDES JUMP OR FLY BETWEEN GRASSES OR TO BARE SOIL TILLERS, REDUCING THE CAPTURE RISK, ACCORDING TO ITS COLOR AND THE FINAL POSITION THEY TAKE TO AVOID DETECTION.

ADAPTIVE TRENDS OF DOMINANT GRASSHOPPER SPECIES SHOW GREAT CAPACITY TO SURVIVE MAJOR CLIMATIC DISTURBANCES. AMONG THESE STRATEGIES WE CAN MENTION:

A COMBINATION OF MONOPHAGOUS HABITS, CRYPSIS AND ARBOREAL LIFESTYLE SHOWED BY *B. ARGENTATUS* ON *L. TRIDENTATA*; *LIGUROTETTIX PLANUM* ON *FLOURENCIA CERNUA* (AS EXAMPLES OF STRICT MONOPHAGOUS HABITS ON EVERGREEN SHRUBS) AND *O. OBSCURA* ON *HILARIA MUTICA* (AN EXAMPLE OF SELECTIVE MONOPHAGOUS HABITS ON PERENNIAL GRASSES).

THE COMBINATION OF POLYPHAGOUS HABITS, CRYPSIS AND EARTHLING LIFESTYLE FEATURE BY *T. PALLIDIPENNIS*.

THE EMERGENCE OF POPULATION OUTBREAKS AS RECORDED BY *B. NUBILUM* (NEARCTIC GRASSHOPPER AFFINITY) IN 1998 AND 1999, MAINLY DRY YEARS AND THE POPULATION RESPONSE SHOWED A PRONOUNCED DROUGHT THAT WAS EXPLOITED BY THIS SPECIES TO BE HELPED BY NEW ENVIRONMENTAL CONDITIONS. SAME CASE WAS THE STATEMENT BY *TAENIPODA EQUES* (GRASSHOPPER WITH NEOTROPICAL AFFINITY),



BUT THE POPULATION OUTBREAKS WERE RECORDED IN UNUSUALLY WET YEARS LIKE 1984-1986 PERIOD (WITH RAINFALL RECORDS OF 273.4, 331.3 AND 407 MM, RESPECTIVELY), WHICH WERE REACHED DENSITIES HIGHER THAN 115 AND 890 INDIVIDUALS/HA (REGISTERED IN 1984 AND 1986).

## I. INTRODUCCIÓN GENERAL

### 1.1 Los acrídidos y su importancia ecológica.

Los chapulines pertenecen al Orden Orthoptera donde también se encuentran ubicadas las campamochas, grillos y langostas (Richards y Davies 1977). Estos insectos se distinguen por sus patas posteriores de tipo saltatorio y la presencia de apéndices estridulatorios. Los ortópteros también tienen un origen muy antiguo. Los Gryllidae han sido ubicados desde finales del Triásico y los Tettigoniidae del Jurásico, mientras que los Acrididoidea son un poco más recientes, del Terciario (Sharov, 1968, Gorochoy 2005 a y b). El orden está dividido en dos subórdenes, Ensifera y Caelifera, los primeros se caracterizan por tener antenas filiformes compuestas de numerosos antenitos (hasta unos 500) y normalmente son más largas que el cuerpo, los órganos timpánicos (si están presentes) están colocados en las tibiae anteriores, el aparato estridulatorio es de tipo tegmina-tegmina, las hembras tienen un aparato ovipositor muy largo (Gillot 1995). Se estima que en el mundo existen alrededor de 24, 557 mil especies descritas en este Orden (Eades y Otte 2009 [OSF2]). En México se han descrito alrededor de 650 especies (Fontana *et al.* 2008).

Los Caelifera, por su parte, se caracterizan por tener las antenas cortas, compuestas de pocos antenitos (no más de 30), a veces amplios y aplanados en el ápice, los órganos timpánicos (si están presentes) se ubican a los lados del abdomen, el aparato estridulatorio generalmente es del tipo fémur posterior-tegmina, las hembras presentan un ovipositor corto y robusto con forma de pinza (Gillot 1995). En los miembros del suborden Caelifera, los fémures posteriores poseen peines en la parte interna para la producción de sonidos. En pocas especies las patas posteriores no se utilizan para el salto. En las formas aladas, las alas anteriores (tegminas) a menudo están asociadas a la emisión de sonidos. Muchas especies, como las langostas, tienen la capacidad de realizar vuelos largos, pero la mayor parte se limita a un vuelo por planeo (Fontana *et al.* 2008). Las alas posteriores son membranosas y en posición de reposo se encuentran plegadas sobre el abdomen. El abdomen se compone de 10 segmentos móviles, mientras que el 11° segmento está transformado

en varias estructuras esclerosadas, especializadas para funciones reproductivas. El órgano copulador del macho está muy diversificado entre las familias, es simétrico y es un carácter distintivo muy usado para la determinación a nivel de especie (Fontana *et al.* 2008).

Dentro de este suborden, destaca la Superfamilia Acridoidea que contiene alrededor de 12,000 especies descritas, agrupa a las especies defoliadoras más importantes del Orden y, de acuerdo a Eades y Otte (2009), esta superfamilia contiene 12 familias reconocidas y 25 subfamilias.

Estos son los insectos folívoros dominantes y funcionalmente más importantes en los ecosistemas de pastizal (Smalley 1960; Odum *et al.* 1962; Wiegert 1965; Van Hook 1971 Tschantke y Greiler 1995), son considerados como un grupo de insectos dañino en ecosistemas de pastizal (Hewitt *et al.* 1974; Watts *et al.* 1982; Hewitt y Onsager 1982, 1983), pero juegan un papel muy importante en el flujo de energía como alimento de numerosos vertebrados e invertebrados en las zonas semiáridas de Norteamérica (Mitchell y Pfadt 1974; Crawford 1981; Thompson 1984; Joern 1988; Beckerman *et al.* 1997). Debido a su sensibilidad a cambios climáticos, muestran respuestas rápidas en espacio y tiempo a nivel poblacional y generacional (Dreux 1972, 1979; Kemp y Cigliano 1994). Sin embargo, falta mucho por aprender sobre la estructura y función de los acrídidos que habitan ecosistemas de pastizal (Otte 1981; Curry 1994; Tschantke y Greiler 1995; Kang *et al.* 2007).

No obstante, por sus características biológicas son buenos sujetos de estudio para diseños experimentales de campo y de laboratorio (Belowsky y Slade 1993; Foreman y Appelqvist 1998; Schmitz *et al.* 2000; Civantos *et al.* 2004; Kausal y Joshi 2006; Bock *et al.* 2007).

## **1.2. Los ortopteroideos en México.**

En México existe una gran cantidad de hábitats, pero existen pocos trabajos sobre la fauna de ortópteros y su diversidad, los trabajos realizados están dispersos en espacio y tiempo.

Entre los más importantes se encuentran: un listado de especies de ortópteros y dermápteros de Sinaloa con descripciones de especies nuevas de ortópteros de

México (Hebard 1925, 1932); una revisión de los Melanoplinae mexicanos (Acrididae: Cyrtacanthacridinae, Roberts 1947); la descripción de las especies de *Neobarrettia* (Tettigoniidae) en México y los Conalcaeini del género *Barytettix* de baja altitud del este de México (Cohn 1965, Cohn y Cantrall 1974); una revisión de los Pyrgomorphidae, donde consideran a las especies mexicanas y ubican a esta familia dentro de la superfamilia Acridoidea (Kevan *et al.* 1964; Kevan 1977 a, b, c). Márquez-Mayaudón (1954, 1962, 1965, 1968) reporta registros de las especies de los ortópteros del estado de Puebla, las especies de *Sphenarium*, los ortópteros del Valle de Mezcala, Guerrero y los ortópteros del Pedregal de San Ángel, D.F. En otro trabajo, Márquez y Ortega (1988) estudian los Orthoptera de la Estación Biológica "Chamela", Jalisco. Descamps (1975) hace un estudio de los acrididos presentes en una región de Veracruz; Rivera-García (1986, 2006, 2008) realiza un estudio preliminar de la acridofauna, una lista comentada de los orthopteroideos y una clave de identificación de las especies más importantes de Acridoidea de la Reserva de la Biósfera Mapimí, ubicada en los estados de Durango, Chihuahua y Coahuila. Otte (1981, 1984) reporta algunos sitios de colecta en territorio mexicano; Anaya *et al.* (2000) presentan un manual de diagnóstico de las especies de acridoideos de Tlaxcala, Hidalgo, Puebla y Estado de México; Salas-Araiza *et al.* (2003, 2006) enlistan las especies de acridoideos de Guanajuato y un listado de los acridoideos de Querétaro; García (2006) estudia los ortópteros del Parque Nacional el Cimatarío, Querétaro, y Fontana *et al.* (2008) publicaron una guía fotográfica de los ejemplares más comunes y vistosos de México.

### **1.3. Factores que afectan la estructura de las comunidades de insectos herbívoros.**

Como todos los organismos, los chapulines se han adaptado a ciclos de variabilidad climática estacional que se refleja en la composición de las especies en cada región (Joern 1979 a, b; Kemp y Cigliano 1994; Rivera-García 2006). El tipo de vegetación, los cambios temporales en su composición y los microhabitats disponibles asociados a su estructura y composición (Anderson 1964, 1973; Joern 1982, Parmenter *et al.*

1991; Kemp *et al.* 1990, 2007) y a la disponibilidad de alimento (Joern 1979 a), influyen en la presencia de acrídidos y en su abundancia relativa.

*1.3.1. Estacionalidad.* Según Tauber *et al.* (1984) los insectos enfrentan dos tipos de exigencias ambientales: (a) La irregularidad caracterizada por las presiones de periodos ambientales (altas o bajas temperaturas, sequía, carencia de alimento, etc.), por lo que dependen directamente de las respuestas inmediatas de supervivencia para contrarrestar este fenómeno; y (b) la regularidad, que son las fluctuaciones estacionales de amplitud geográfica en temperatura, humedad, alimento y otros factores bióticos (enemigos naturales y competidores), que determinan la historia de vida y ciclos biológicos de las especies en una región determinada.

Begon *et al.* (1996, 2006) discuten que los efectos de la variabilidad climática en la riqueza de especies de insectos fitófagos depende de la variabilidad y predictibilidad de los parámetros climáticos (lluvia, temperatura, evaporación, etc.). En general, la diversidad ecológica en insectos tiene una estrecha relación con las variables geográficas responsables de las zonificaciones meteorológicas, topográficas, tipos de suelos, hidrológicas o térmicas.

Como los chapulines muestran una gran sensibilidad a los periodos de sequía (Dreux 1972, 1979; Kemp y Cigliano 1994), la mayor riqueza de especies se observa en el periodo comprendido entre primavera y verano, por lo que es muy común encontrar 15 o más especies de chapulines durante este periodo del año.

Algunas especies presentan marcadas diferencias en su fenología y ciclo de vida (Joern 1986), pero en zonas áridas se registra una marcada sobreposición de especies en un sitio dado, durante el verano (Rivera-García 1986, 2006).

*1.3.2. Estructura y composición vegetal.* La composición y la estructura de la comunidad vegetal, son factores importantes que determinan la disponibilidad de recursos nutricionales (Stroecker 1937; Cantrall 1943), también les proporciona refugio y protección contra enemigos naturales (Otte y Joern 1977), con una estrecha relación con el tipo de alimentación de los chapulines (Anderson 1961, 1964, 1973; Uvarov 1977).

El tipo de vegetación y los cambios que sufre en su composición, abundancia de plantas y su cobertura, determinan la presencia y abundancia relativa de ciertas especies de chapulines (Anderson 1964, 1973; Kemp *et al.* 1990; Parmenter *et al.* 1991). Existen algunos estudios sobre este tema con algunas especies en particular (Smalley 1960; Uvarov 1966, 1977; Mispagel 1978; Parker 1984; Chapman y Joern 1990; Rivera-García y Reyna 1991; Rivera-García 1990, 1992, 1996, 2004; entre otros), pero existen muy pocos trabajos sobre la asociación de especies de chapulines a nivel de comunidad (p. ej.: Mulkern 1980, 1982; Joern 1979a, b, 1982; Joern y Lawlor 1980).

En las áreas de pastizal, la selección del hábitat que ocupa una especie, depende de la estructura física y composición de la vegetación (Mulkern 1967, 1970, 1980, 1982; Mulkern *et al.* 1969; Pfadt 1977; Parmenter *et al.* 1991; Kemp *et al.* 1990, 2007).

*1.3.3. La estructura del hábitat.* La mayoría de las especies requieren de espacios abiertos, tibios y soleados, para sobrevivir y reproducirse, por lo cual la textura superficial del suelo juega un papel importante (Otte y Joern 1977), principalmente cuando la protección depende directamente de su coloración y patrones conductuales (Isely 1938; Gendron y Staddon 1983; Staddon y Gendron 1983) y dependiendo de la especie, las diferencias de tamaño asociadas al sexo, también afectan la elección de microhábitats (Joern 1979b), ocupando parches de acuerdo a las preferencias que muestran por los componentes específicos de la vegetación (Belowsky *et al.* 1990).

Por lo anterior, a los oedipodinos, se les encuentra generalmente asociados con áreas abiertas de vegetación baja; los melanoplinos son más abundantes en pastizales mixtos con alto porcentaje de arbustos; los gomfocerinos muestran una distribución más uniforme entre hábitats, pero con alta cobertura de pastos y con una distribución uniforme de arbustos (Craig *et al.* 1999; Rivera-García 2006).

*1.3.4. Disponibilidad de alimento.* Root (1973) encontró que la concentración del alimento tiene una influencia sobre la composición y abundancia de insectos, afectando principalmente a las especies altamente especializadas. En general, se considera que los chapulines no manifiestan un alto grado de especificidad

alimenticia (Chapman *et al.* 1988) y pocas especies de chapulines son monófagas; sin embargo, este tipo de conducta alimenticia no ha sido investigada de manera detallada (Chapman 1990), aunque es importante mencionar que en el área de estudio en el que se lleva a cabo este trabajo destaca la presencia de tres especies monófagas de las cinco reconocidas hasta ahora para Norteamérica (*Boottettix argentatus* sobre *Larrea tridentata*, *Ligurotettix planum* sobre *Flourenzia cernua* y *Opeia obscura* sobre *Hilaria [= Pleuraphis] mutica*), la monofagia es un aspecto evolutivo de importancia para comprender las adaptaciones a lo largo de la historia reciente de este grupo de insectos (Otte y Joern 1977).

**1.3.5. Disturbios.** Un disturbio es cualquier evento relativamente discreto en el tiempo que trastorna la estructura de una población, comunidad o ecosistema y cambia los recursos, la disponibilidad de sustrato o ambiente físico (Pickett y White 1985). Es un evento discreto y puntual de mortalidad, desplazamiento o daño de uno o más individuos o colonias, que crea directa e indirectamente una oportunidad para el establecimiento de nuevos individuos o colonias, es decir, es una fuente de heterogeneidad espacio-temporal de la disponibilidad de recursos, situación fundamental para la permanencia de algunas especies y un agente de selección natural en las historias de vida de las especies (Sousa 1984).

En este sentido, las comunidades de chapulines muestran una gran capacidad de respuesta a disturbios en el hábitat, en gran parte debido a su alta capacidad de dispersión (especies aladas), a sus altas tasas de reproducción y a sus cortos tiempos generacionales, aunque muestren sobreposición en algunos casos (Uvarov 1977), por lo cual, la máxima diversidad de una comunidad se alcanza con intensidades medias de disturbio, debido a que cuando los agentes causantes actúan con intensidades intermedias, se evita que las especies más competitivas excluyan a las demás, permitiéndoles permanecer en la comunidad (Connell 1978).

**1.3.6. Interacciones.** La competencia y la depredación son las principales interacciones que determinan la estructura de una comunidad de insectos herbívoros (Mac Arthur 1972; Hairston *et al.* 1960). Estas interacciones han tomado un especial interés hasta la fecha, generando diversas controversias, tal y como es en el caso de la competencia en los insectos fitófagos (Connell 1983; Schoener 1983, 1985; Strong

1984) o en el caso de las cascadas tróficas, donde la controversia se presenta entre los mecanismos descendentes (*top-down*) y ascendentes (*bottom-up*). Ambos mecanismos han sido demostrados en experimentos de campo (*bottom-up*: Hunter 1987, 1990, Hunter y Price 1992; Price 1992; Schmitz 1993; *top-down*: Brown *et al.* 1986), pero también existen evidencias de la combinación de estas fuerzas de control de las redes tróficas (Tschanke 1992; Schmitz *et al.* 1997; Stilling y Rossi 1997; Schmitz 1997).

En general, los insectos fitófagos presentan dos tipos de interacciones en su comunidad (Pimm 1984; Strong *et al.* 1984; Krebs 1985): (a) *interacciones horizontales*, que son aquéllas que resultan de la competencia por recursos o por la interferencia en la búsqueda de éstos. La competencia se manifiesta cuando los organismos de una o varias especies utilizan un mismo recurso; la interferencia, por su parte, se presenta cuando la conducta de forrajeo de los organismos se ve afectada por una perturbación recíproca (Begon *et al.* 2006). (b) *Interacciones verticales*, que son las que se presentan entre una comunidad con sus vecinos tróficos adyacentes (depredadores y recursos alimenticios; Begon *et al.* 2006).

1.3.6.1. Interacciones horizontales. Las interacciones horizontales entre especies de chapulines ocurren principalmente por alimento y la utilización del microhábitat, las cuales manifiestan diversas formas de asociación entre las especies que conviven en un sitio dado y muestran diferencias marcadas en la composición, densidad y dominancia entre los distintos ensamblajes de especies en las comunidades (Otte y Joern 1977; Joern 1979a, b, 1982; Joern y Lawlor 1980).

La competencia puede determinar el desplazamiento de una especie sobre otra, lo cual ha sido observado principalmente en vertebrados terrestres (Koplin y Hoffman 1968; Brown 1971; Grant 1972; Brown y Davidson 1977).

Los factores que determinan la estructura de las comunidades de insectos folívoros son similares a los que afectan a otros grupos de organismos. Sin embargo en los chapulines, cuando el alimento es limitado, el efecto competitivo entre las especies se reduce al disminuir la sobreposición del nicho alimentario (Otte y Joern 1977; Joern 1979a, b).



1.3.6.2. Interacciones verticales. Durante mucho tiempo se ha discutido acerca de la importancia de las redes tróficas en el funcionamiento de las comunidades (Pimm 1984). En el caso de los insectos, la importancia de la depredación y la competencia como agentes naturales de control de poblaciones de insectos herbívoros ha sido destacada por Root (1973), quien también discute los posibles efectos indirectos de estos procesos sobre los productores primarios. Como complemento a lo anterior Bernays y Graham (1988) argumentan que los enemigos naturales de los herbívoros producen una fuerte presión de selección que da como resultado una disminución en el número de hospedantes.

Los depredadores por sí mismos, constituyen un elemento importante para cada nivel trófico subyacente, en un efecto de cascada o *top-down* (Cohen y Newman 1985 a y b, 1988; Hunter y Price 1992; Power 1992), a la cual se le puede sumar el efecto no letal por la presencia de los depredadores (Rothley *et al.* 1997; Schmitz *et al.* 1997, 2000).

#### **1.4. Los chapulines del Desierto Chihuahuense.**

Históricamente, el norte de México ha sido una región predominantemente ganadera (Ezcurra y Montaña 1988; Barral y Hernández 1992), en la cual los pastizales áridos de sabaneta, *Pleuraphis mutica* (Buckl.) Benth. (Poaceae), son importantes para el desarrollo de esta actividad (Leopold 1950; Gentry 1957; COTECOCA 1979; Schmutz *et al.* 1991). En la región del Bolsón de Mapimí, este tipo de pastizal junto con los matorrales de gobernadora, *Larrea tridentata* J. M. Coult (Zygophyllaceae), constituyen uno de los ecosistemas áridos más extendidos e importantes de la región semiárida del noreste del estado de Durango (Madrigal 1977).

Los chapulines del Desierto Chihuahuense han sido estudiados por Tinkham (1948), quien reportó 97 especies para la región del Trans-Pecos en Texas, que cubre en su totalidad tres condados del sur de Texas, incluido el Parque Nacional del Big Bend. Rhen y Grant (1961) registran algunas de las principales especies de romaleidos del norte de México, y Richman *et al.* (1993) estudian la acridofauna de Nuevo México, reportando 167 especies.

Los chapulines (Orthoptera: Acridoidea) de la Reserva de la Biosfera Mapimí (RBM) han sido estudiados desde 1980. Se conoce el inventario faunístico (Rivera-García 1986, 2006) y aspectos relacionados con la biología y ecología descriptiva de algunas de las especies que ahí habitan (Rivera-García 1988 a, b, 1989, 1990, 1992, 1996, 2004; Rivera-García y Reyna 1991). Hasta antes de este trabajo se tenían registradas en la RBM, sólo 28 especies de chapulines, cubriendo una extensión de alrededor de 40,000 ha. A la fecha se tienen registradas 60 especies del Orden Orthoptera, 39 de las cuales corresponden al grupo de los Acridoidea y cubriendo en su totalidad todo el territorio de la RBM (340,000 ha; Rivera-García, 2006).

### **1.5. Justificación.**

El presente trabajo pretende ser un aporte más al conocimiento de la fauna de ortópteros en México, particularmente acrídidos, dentro del Desierto Chihuahuense y proporcionar información sobre las interacciones que afectan la estructura de las comunidades de chapulines, las cuales muestran cambios importantes en la composición y variabilidad interanual de las especies.

Además, dentro del contexto del equilibrio dinámico e interactivo de las comunidades, es necesario complementar los conceptos anteriores con información sobre el efecto de la depredación sobre las comunidades de chapulines. De esta manera, se podrá explicar en cierta medida, los factores que determinan la estructura de las comunidades de chapulines (Orthoptera: Acrididae) en el Desierto Chihuahuense.

### **1.6. Objetivos e hipótesis.**

El objetivo general del trabajo consistió en determinar el efecto del tipo de vegetación y el efecto de los depredadores sobre la composición y estructura de la comunidad de chapulines en dos ambientes (pastizal árido y matorral de gobernadora), ubicados en una región representativa de la parte central del Desierto Chihuahuense en la Reserva de la Biosfera Mapimí (RBM).

Los objetivos particulares, fueron:

1. Actualizar la composición faunística de los Ortópteroideos de la RBM.

2. Determinar la composición y diversidad de chapulines en seis comunidades ubicadas en los dos tipos de vegetación dominantes de la RBM (pastizal y matorral de gobernadora) a lo largo de un gradiente topográfico típico de esta parte del Desierto Chihuahuense.
3. Describir el efecto a corto plazo de los depredadores sobre la comunidad de chapulines.

Las hipótesis formuladas en este trabajo fueron:

1. La fauna de Ortópteros de la RBM tiene un número menor de especies que la descrita en la parte estadounidense del Desierto Chihuahuense (Trans-Pecos, en Texas), debido a que la extensión del área estadounidense es mayor que la RBM y cuenta con una mayor diversidad de ambientes tanto áridos como templados.
2. La mayor diversidad de especies de chapulines será encontrada en los matorrales, debido a los microhabitats disponibles asociados a la marcada estratificación vertical de la vegetación.
3. Existe una relación estrecha entre los componentes faunísticos, agrupados por su forma de vida y la diversidad florística del estrato gramino-herbáceo y arbustivo a lo largo del gradiente topográfico.
4. La depredación tiene un efecto negativo a corto plazo que determinará una menor diversidad y abundancia de especies de chapulines. Asimismo, este factor modificará la composición y abundancia de los chapulines.

### Literatura Citada

- Anaya Rosales, S., J. Romero Nápoles y V. López Martínez. 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, Méx. 266 pp.
- Anderson, N. L. 1961. Seasonal losses in rangeland vegetation due to grasshoppers. *Journal of Economic Entomology*. 54(2): 369-378.
- Anderson, N. L. 1964. Some relationships between grasshoppers and vegetation. *Annals of the Entomological Society of America*. 57: 736-742.
- Anderson, N. L. 1973. The vegetation of rangeland sites associated with some grasshopper studies in Montana. *Montana Agriculture Experimental Estation Bulletin*. No. 668.

- Barral, H. y L. Hernández. 1992. Reseña del poblamiento y de la ganadería en el Bolsón de Mapimí. En: Delhoume, J. P. y M. E. Maury (eds.). *Actas del Seminario Mapimí*. Instituto de Ecología, A. C., México, D. F. Págs. 257-269.
- Beckerman, A. P., P. M. Uriarte y O. J. Schmitz. 1997. Experimental evidence for a behavior - mediated trophic cascade in terrestrial food chain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 94:10735-10738.
- Begon, M., J. L. Harper y C. R. Townsend. 1996. *Ecology: Individuals, populations and communities*. Blackwell Science, Oxford. 1068 pp.
- Begon, M., J. L. Harper y C. R. Townsend. 2006. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. Blackwell Science, Oxford. 738 pp.
- Belovsky, G. F. y J. B. Slade. 1993. The role of vertebrate and invertebrate predators in a grasshopper community. *Oikos*. 68:193-201.
- Belovsky, G. E., J. B. Slade y B. A. Stochhoff. 1990. Susceptibility to predation for different grasshoppers: An experimental Study. *Ecology*. 71(2): 624-634.
- Bernays, E. y M. Graham. 1988. On the evolution of host specificity in phytophagous arthropods. *Ecology*. 69(4): 886-892.
- Bock, C. E., Z. F. Jones, y J. H. Bock. 2007. Relationships between species richness, evenness, and abundance among plants and animals in a southwestern savanna. *Ecology*. 88: 1322-27.
- Brown, J. H. 1971. Mechanisms of competitive exclusion between two species of chipmunks. *Ecology*. 52: 305-311.
- Brown, J. H. y D. W. Davidson. 1977. Competition between seed-eating rodents and ants in desert ecosystems. *Science*. 196: 880-882.
- Brown, J. H., D. W. Davidson, J. Munger y R. S. Inouye. 1986. Experimental Community Ecology: The Desert Granivore System. En: Diamond J. y T. J. Case (eds.). *Community Ecology*. Harper y Row. Nueva York. Págs. 41-62.
- Cantrall, I. J. 1943. *The Ecology of the Orthoptera and Dermaptera of George Reserve, Michigan*. University Museum of Zoology Miscellanea Publications No. 54. EE.UU.
- Chapman, R. F. 1990. Food selection. En: R. F. Chapman y A. Joern (eds.). *Biology of Grasshoppers*. Wiley, Nueva York. Págs. 39-72.
- Chapman, R. F. y A. Joern. 1990. *Biology of Grasshoppers*. Wiley, Nueva York. 563 pp.
- Chapman, R. F., E. A. Bernays y T. Wyatt. 1988. Chemical aspects of host-plant specificity in three *Larrea*-feeding grasshoppers. *Journal of Chemical Ecology*. 14: 557-575.
- Civantos, E., J. Ahnesjö, A. Forsman, J. Martín y P. López. 2004. Indirect effects of prey coloration on predation risk: pygmy grasshoppers versus lizards. *Evolutionary Ecology*. 6: 201-213.
- Cohen, J. E. y C. M. Newman. 1985a. When will a large complex system be stable? *Journal of Theoretical Biology*. 113: 153-156.
- Cohen, J. E. y C. M. Newman. 1985b. A stochastic theory of community food webs. I. Models and aggregated data. *Proceedings of the Real Society of Science of London*. 224: 421-448.
- Cohen, J. E. y C. M. Newman. 1988. Dynamic basis of food web organization. *Ecology*. 69(6): 1655-1664.

- Cohn, T. J. 1965. *The Arid-land Katydid of the North American Genus Neobarrettia (Orthoptera: Tettigoniidae): their Systematics and a Reconstruction of their History*. Miscellaneous Publications No. 126. Museum of Zoology, University of Michigan. 179 pp.
- Cohn, T.J. e I. J. Cantrall. 1974. Variation and speciation in the grasshoppers of the Conalcaeini (Orthoptera: Acrididae: Melanoplinae): the lowland forms of Western Mexico: the genus *Barytettix*. *San Diego Society of Natural History Memoir* 6. 131 pp.
- Connell, M. L. 1978. Diversity in Tropical rain forest and coral reefs. *Science*. 199: 1302-1310.
- Connell, J. H. 1983. On the prevalence and relative importance of interspecific competition: evidence from field experiments. *Amer. Nat.* 122: 661-696.
- COTECOCA, (Comisión Técnico Consultiva para Coeficientes de Agostadero).1979. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Durango. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría de Ganadería, México. 200 pp.
- Craig, D. P., C. E. Bock, B. C. Bennett y J. H. Bock. 1999. Habitat relationships among grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) at the western limit of the Great Plains in Colorado. *American Midland Naturalist*. 142: 314-327.
- Crawford. C. S. 1981. *Biology of Desert invertebrates*. Springer-Verlag, Nueva York. 314 pp.
- Curry, C. C. 1994. *Grassland Invertebrates*. Chapman and Hall. Londres. 437 pp.
- Descamps, M. 1975. Etude du peuplement acridien de l'Etat de Veracruz (Mexique). *Folia Entomologica Mexicana*. (31-32): 3-94.
- Dreux, P. 1972. Recherches de terrain en auto-ecologie des Orthopteres. *Acrida*.1: 305-330.
- Dreux, P. 1979. *Introducción a la Ecología*. 2ª ed. Alianza Editorial, Madrid. 90 pp.
- Eades, D. C. y D. Otte. 2009. Orthoptera Species File Online.[OSF2] Versión 2.0/3.5. <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>.
- Ezcurra, E. y C. Montaña. 1988. La evolución del uso de los recursos naturales renovables en el norte árido de México. En: C. Montaña (ed.), *Estudio Integrado de los Recursos Vegetación Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera Mapimí. I Ambiente Natural y Humano*. Pub. 23. Instituto de Ecología, A. C., México.
- Fontana P., F. M. Buzzetti y R. Mariño-Perez. 2008. *Chapulines, Langostas, Grillos y Esperanzas de México. Guía Fotográfica*. World Biodiversity Association (WBA) Books, Verona, Italia. 268 pp.
- Foreman, A. y S. Appelqvist. 1998. Visual predators impose correlational selection on prey color pattern and behavior. *Behavioral Ecology*. 9: 409-413.
- García-García, P.L. 2006. Diversidad, fenología y asociación con el hábitat de los ortópteros epífitos del Parque Nacional el Cimatario, Querétaro. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de Méx. 82 pp.
- Gentry, H. S. 1957. *Los pastizales de Durango. Estudio Ecológico, Fisiográfico y Florístico*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C., México. 361 pp.
- Gendron, R. P. y J. E. R. Staddon. 1983. Searching for cryptic prey: The effect of search rate. *The American Naturalist*. 121: 172-186.

- Gillot, C. 1995. *Entomology*. Plenum Press, Nueva York.
- Gorochoy, A. V. 2005. Review of Triassic Orthoptera with descriptions of New and little Known Taxa: Part 1. *Paleontological Journal*. 39:178-186.
- Gorochoy, A. V. 2005. Review of Triassic Orthoptera with descriptions of New and little Known Taxa: Part 1. *Paleontological Journal*. 39:272-279.
- Grant, P. R. 1972. Interspecific competition among rodents. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 3: 79-106.
- Hairston, N. G., F. E. Smith y L. B. Slobodkin. 1960. Community structure, population control and competition. *The American Naturalist*. 94: 421-425.
- Hebard, M. 1925. Dermaptera and Orthoptera from the state of Sinaloa, México. Part II. Saltatorial Orthoptera. *Transactions of the American Entomological Society*. 51: 265-310.
- Hebard, M. 1932. New species and records of Mexican Orthoptera. *Trans. Amer. Ent. Soc.* 58: 201-371.
- Hewitt, G. B. y J. B. Onsager. 1982. A method for forecasting potential losses from grasshoppers feeding in northern mixed prairie forages. *Journal of Range Management*. 35: 53-57.
- Hewitt, G. B. y J. B. Onsager. 1983. Control of grasshoppers on rangeland in the United States: A perspective. *Journal of Range Management*. 36: 202-207.
- Hewitt, G. B., E. W. Huddleston, R. J. Lavigne, D. N. Veckert y G. J. Watts. 1974. *Rangeland Entomology*. Range Sci. Ser. No. 2 Soc. Range. Manage. Denver, Colorado. 66 pp.
- Hunter, M. D. 1987. Opposing effects of spring defoliation on late season oak caterpillars. *Ecological Entomology*. 12: 373-382.
- Hunter, M. D. 1990. Differential susceptibility to variable plant phenology and its role in competition between two insect herbivores in oak. *Ecological Entomology*. 15: 401-408.
- Hunter, M. D. y P. W. Price. 1992. Playing chutes and leaders: heterogeneity and the relative importance of bottom-up and top-down forces in natural communities. *Ecology*. 73: 724-732.
- Isely, F. B. 1938. Survival value of Acrididan protective coloration. *Ecology*. 19: 370-389.
- Joern, A. 1979a. Resource utilization and community structure in assemblages of arid grassland grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Transactions of the American Entomological Society*. 150: 253-300.
- Joern, A. 1979b. On feeding patterns in grasshoppers (Orthoptera: Acrididae): factors influencing diet specialization. *Oecologia*. 38: 325-347.
- Joern, A. 1982. Distributions, densities, and relative abundances of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in Nebraska Sandhills prairie. *Prairie Naturalist*. 14: 37-45.
- Joern, A. 1986. Experimental study of avian predation on coexisting grasshopper populations (Orthoptera: Acrididae) in a sandhills grassland. *Oikos*. 46: 243-249.
- Joern, A. 1988. Foraging Sparrow *Ammodramus savenarum* searching of multiple prey in a heterogeneous environment. *The American Midland Naturalist*. 119: 225-234.

- Joern, A. y L. R. Lawlor. 1980. Food and microhabitat utilization by grasshoppers from arid grasslands: comparisons with neutral models. *Ecology*. 61: 591-599.
- Kang, L., X. Han, Z. Zhang y O. J. 2007. Grassland ecosystems in China: review of current knowledge and research advancement. *Philosophical Transactions of The Royal Society. Biological Sciences*. 362: 997-1008.
- Kaushal, B. R. y P. C. Joshi. 2006 (online). Energy dynamics of grasshoppers population in a temperate grassland community in India. *Austral Ecology*. 16: 295-300.
- Kemp, W. P. y M. M. Cigliano. 1994. Drought and rangeland grasshopper species diversity. *The Canadian Entomologist*. 126: 1075-1092.
- Kemp, W. P., S. J. Harvey y K. M. O'Neill. 1990. Patterns of vegetation and grasshopper community composition. *Oecologia*. 83: 290-308.
- Kemp, W. P., K. M. O'Neill, M. M. Cigliano, y S. Torrusio. 2007. Field-Scale variations in plant and grasshopper communities: A GIS-based Assessment. *Transactions in Geographical Information Systems*. 6:115-134.
- Kevan, D. K. 1977a. Ord. Orthoptera s. str. (Saltatoria-Caelifera) Subord. Acridodea Infraord. Acridomorpha Superfam. Acridoidea Fam. Pyrgomorphidae. *Orthoptera Catalogus* 16: iv + 663 +(7).
- Kevan, D. K. McE. 1977b. The American Pyrgomorphidae. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 36: 3-28.
- Kevan, D. K. McE. 1977c. The higher classification of the orthopteroid insects: a general view. *Memories of the Lyman Entomological. Museum Research Laboratory*. 4: 1-31.
- Kevan, D. K. McE, A. Singh y S.S. Akbar. 1964. A revision of the Mexican Pyrgomorphidae (Acridoidea). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 116: 231-298.
- Koplin, J. R. y R. S. Hoffman. 1968. Habitat overlap and competitive exclusion in voles (*Microtus*). *The American Midland Naturalist*. 80: 494-507.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper and Row, Nueva York. 800 pp.
- Leopold, A. S. 1950. Vegetation zones of Mexico. *Ecology*. 31(4): 507-518.
- MacArthur, R. H. 1972. *Geographical Ecology*. Harper and Row, Nueva York. 269 pp.
- Madrigal, S. X. 1977. Características generales de la vegetación del estado de Durango. *Ciencia*. 2(7): 30-58.
- Márquez-Mayaudón, C. 1954. *Contribución al estudio de los Orthoptera del Noreste del Estado de Puebla (Insecta, Orthoptera, Tettigonoidea)*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, U.N.A.M, México. 39 pp.
- Márquez-Mayaudón, C. 1962. Estudio de las especies del género *Sphenarium* basado en su genitalia (Acrididae, Orthoptera), con la descripción de una nueva especie. *Anales del Instituto de Biología UNAM. México, Serie Zoología*. 33: 247-258.
- Márquez-Mayaudón, C. 1965. Contribución al estudio de los ortópteros de México III. Estudios ecológicos preliminares de los ortópteros del Valle de Mezcala, Guerrero. *Anales del Instituto de Biología UNAM. México. Serie Zoología*. 35: 87-93.

- Márquez-Mayaudón, C. 1968. Contribución al estudio de los ortópteros de México, IV. Ortópteros del Pedregal de San Angel, Villa Obregón, D.F. *Anales del Instituto de Biología UNAM. México. Serie Zoología*. 39: 107-112.
- Márquez-Mayaudón, C. y G.L. Ortega. 1988. Ortópteros de la estación biológica "Chamela", Jalisco (Insecta: Orthoptera). *Anales del Instituto de Biología UNAM. México. Serie Zoología*. 58: 35-62.
- Mitchell, J. E. y R. E. Pfadt. 1974. A role of grasshoppers in shortgrass prairie ecosystem. *Environmental Entomology*. 3: 358-360.
- Mispagel, M. E. 1978. The Ecology and bioenergetics of the acridid grasshopper, *Boottettix punctatus* on creosotebush *Larrea tridentata*, in the northern Mojave Desert. *Ecology*. 59: 779-788.
- Mulkern, G. B. 1967. Food selection by grasshoppers. *Ann. Rev. Ent.* 12: 59-78.
- Mulkern, G. B. 1970. *The Effects of Preferred Food Plants on Distribution and Numbers of Grasshoppers*. Proceedings of International Conference. Current on Feature Problems of Acridology. Population Studies, Londres. 15 pp.
- Mulkern, G. B. 1980. Population fluctuations and competitive relationships of grasshopper species (Orthoptera: Acrididae). *Transactions of the American Entomological Society*. 106: 1-41.
- Mulkern, G. B. 1982. Multidimensional analysis of overlap in resource utilization by grasshoppers. *Transactions of the American Entomological Society*. 108: 1-9.
- Mulkern, G. B., K. P. Pruess, H. Knutson, A. F. Hagen, J. B. Campbell y J. D. Lambley. 1969. Food habits and preferences of grassland grasshoppers of the north central great plains. *North Central Regional Publications. No. 196. Agricultural Experimental Station Bulletin*. No. 481.
- Odum, E. P., C. E. Connell y L. P. Davenport. 1962. Population energy flow of three primary consumer components of old field ecosystems. *Ecology*. 43: 88-96.
- Otte D. 1981. *The North American Grasshoppers*. Vol. 1. Harvard University Press, Cambridge. 275 pp.
- Otte, D. 1984. *The North American Grasshoppers*. Vol. 2. Harvard University Press. Cambridge. 366 pp.
- Otte, D. y A. Joern. 1977. On feeding patterns in desert grasshoppers and the evolution of specialized diets. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 128: 9-126.
- Parker, M. A. 1984. Local food depletion and the foraging behaviour of a specialist grasshopper *Hesperotettix viridis*. *Ecology*. 65: 824-835.
- Parmenter, R. P., J. A. MacMahon y C. A. B. Gilbert. 1991. Early successional patterns of arthropod recolonization on reclaimed Wyoming strip mines; the grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) and their allied faunas (Orthoptera: Gryllacrididae, Tettigonidae). *Environmental Entomology*. 20: 135-142.
- Pfadt, R. E. 1977. Some aspects of the ecology of grasshopper populations inhabiting the shortgrass plains. *Minnesota Agricultural Experimental Station Bulletin*. 310: 73-79.
- Pickett, S. T. A. y P. S. White. 1995. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch dynamics*. Academic Press, Nueva York. 472 pp.



- Pimm, S. L. 1984. Food chains and return times. En: D. R. Strong, D. Simberloff, L. G. Abele y A. B. Thistle (eds.), *Ecological Communities. Conceptual Issues and Evidence*. Princeton University Press, Princeton. Págs. 397-412.
- Power, M. E. 1992. Top-down and bottom-up forces in food webs: do plants have primacy? *Ecology*. 73: 733-746.
- Price, P. W. 1992. Plant resources as the mechanistic basis for Insect herbivore population dynamics. En: M. D. T., Ohgushi y P. W. Price (eds.). *Effects of Resource Distribution on Animal-Plant Interactions*. Academic Press, San Diego. Págs. 139-175.
- Rhen, J. A. y H. J. Grant Jr. 1961. A monograph of the Orthoptera of North America (North of Mexico). *Monographs of the Academy of Natural Science of Philadelphia. U. S. A. No. 12*.
- Richards, O. W. y R. G. Davis. 1977. *IMM's General Textbook of Entomology*. Vol. 2. Chapman and Hall, Nueva York. 1354 pp.
- Richman, D. B., D. C. Lightfoot, C. A. Sutherland y D. J. Ferguson. 1993. *A Manual of the Grasshoppers of New Mexico. Orthoptera: Acrididae and Romaleidae*. Handbook No. 7. Cooperative Extension Service. New Mexico State University. Las Cruces, Nuevo México. 112 pp.
- Rivera-García, E. 1986. Estudio faunístico de los Acridoidea de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Dgo. México. *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)*. 14: 1-42.
- Rivera-García, E. 1988a. Utilización de arbustos para descanso por *Taeniopoda eques* Burmeister (Orthoptera: Romaleidae), en el Desierto Chihuahuense. *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)*. 25: 35-41.
- Rivera-García, E. 1988b. Actividad diurna de *Taeniopoda eques* Burmesiter (Orthoptera: Romaleidae), en el Bolsón de Mapimí, Dgo., México. *Folia Entomologica Mexicana*. 75: 5-15.
- Rivera-García, E. 1989. Utilización de los recursos alimenticios por Acrididos en pastizales áridos del Bolsón de Mapimí, Dgo., México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 76 pp.
- Rivera-García, E. 1990. Alimentación y competencia entre *Opeia obscura* (Thomas) y *Paropomala virgata* (Scudder); (Orthoptera: Acrididae), en un pastizal de *Hilaria mutica* del Bolsón de Mapimí, Dgo. *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)*. 38: 1-19.
- Rivera-García, E. 1992. Uso de microambientes por *Trimerotropis pallidipennis* (Buermeister) (Orthoptera: Acrididae) en un gradiente topográfico típico del Desierto Chihuahuense. *Folia Entomologica Mexicana*. 86: 1-14.
- Rivera-García, E. 1996. Utilización de *Larrea tridentata* (DC) Cov. (Zygophyllaceae) por *Boottettix argentatus* (Bruner), (Acrididae: Gomphocerinae), en tres biotopos del Bolsón de Mapimí, Dgo. (Desierto Chihuahuense). *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)*. 68: 1-12.
- Rivera-García, E. 2004. Records of predators and Parasites (vertebrates and invertebrates) of creosote bush grasshopper *Boottettix argentatus* Bruner 1889, (Orthoptera:Acrididae:Gomphocerinae) from the Bolsón of Mapimí, Dgo. (Chihuahuan Desert), Mexico. *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)*, 20: 287-290.

- Rivera-García, E. 2006. An annotated checklist of some Orthopteroid Insects of Mapimí Biosphere Reserve (Chihuahuan Desert), Mexico. *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)*. 22: 131-149.
- Rivera-García, E. 2008. An identification key for the most important grasshoppers of Mapimí Biosphere Reserve (Chihuahuan Desert), Mexico. *Folia Entomologica Mexicana*. 47 (2). En Prensa.
- Rivera-García, E. y R. Reyna R. 1991. Utilización de recursos alimenticios por chapulines (Orthoptera: Acrididae), en pastizales áridos de Durango, México. *Agrociencia, Serie Recursos Naturales Renovables*. 1: 87-101.
- Roberts, H.R. 1947. Revision of the Mexican Melanoplinae (Acrididae: Cyranthacridinae) Part I. *Proceedings of the Natural Sciences of Philadelphia*. 99: 201-230.
- Root, R. B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs*. 43: 95-124.
- Rothley, K. D., Schmitz, O. J. y Cohen, J. L. 1997. Foraging to balance conflicting demands: novel insights from grasshoppers under predation risk. *Behavioral Ecology*. 8: 551-559.
- Salas-Araiza, M. D., E. Salas-Solis y G. Montesinos-Silva. 2003. Acridoideos (Insecta: Orthoptera) del estado de Guanajuato, México. *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)*. 89: 29-38.
- Salas-Araiza, M. D., P. G. Alatorre y E. U. González. 2006. Contribución al conocimiento de los acridoideos (Insecta: Orthoptera) del Estado de Querétaro, México. *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)*. 22: 33-43.
- Smalley, A. E. 1960. Energy flow of a salt marsh grasshopper population. *Ecology*. 41: 672-677.
- Schmitz, O. J. 1993. Trophic exploitation in grassland food chains simple models and a field experiment. *Oecologia*. 93: 327-335.
- Schmitz, O. J. 1997. Press perturbations and the predictability of Ecological interactions in a food web. *Ecology*. 78: 55-69.
- Schmitz, O. J., Beckerman, A. P. y O'Brien, K. M. 1997. Behaviorally-mediated trophic cascades: effects of predation risk on food web interactions. *Ecology*. 78: 1388-1399.
- Schmitz, O. J., P. Hambäck & A. P. Beckerman. 2000. Trophic cascades in terrestrial systems: a review of the effect of top predators removal on plants. *The American Naturalist*. 155: 141-153.
- Schmutz, E. M., E. L. Smith, P. R. Ogden, M. L. Cox, J. O. Klemmedson, J. J. Norris y L. C. Fierro. 1991. Desert Grassland. En: Coupland, R. T. (ed.), *Natural Grasslands: Introduction and Western Hemisphere*. Ecosystems of the World No. 8. Elsevier, Londres. Págs. 337-362.
- Schoener, T. W. 1983. Field experiments on interspecific competition. *The American Naturalist*. 122: 220-306.
- Schoener, T. W. 1985. Some comments on Connell's and my reviews of field experiment. *The American Naturalist*. 122: 240-285.
- Sharov, A. G. 1968. The phylogeny of the Orthopteroidea. *Trude Paleontol Institut Akademik Nauk. USSR*. 118:1-213.

- Smalley, A. E. 1960. Energy flow on a salt marsh grasshopper population. *Ecology*. 41: 672-677.
- Sousa, W. P. 1984. The role of disturbance in Natural Communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 15: 353-391.
- Staddon, J. E. R. y Gendron, R. P. 1983. Optimal detection of cryptic prey may lead to predator switching. *The American Naturalist*. 122: 843-848.
- Stiling, P. y A. M. Rossi. 1997. Experimental manipulations of top-down and bottom-up factors in a tri-trophic system. *Ecology*. 78:1602-1606.
- Stroecker, H. F. 1937. Ecological study of some Orthoptera of the Chicago area. *Ecology*. 18: 231-250.
- Strong, D. R. 1984. Exorcising the ghost of competition past: phytophagous insects. En: Strong, D., D. Simberloff, L. G. Abele y A. Thistle (eds.). *Ecological Communities: Conceptual Issues and the Evidence*. Princeton University Press, Nueva Jersey. Págs. 28-41.
- Strong, D. R., J. H. Lawton y T. R. E. Southwood. 1984. *Insects on Plants: Community Patterns and Mechanisms*. Harvard University Press, Londres. 313 pp.
- Tauber, M. J., C. A. Tauber y S. Masaki. 1984. Adaptations to hazardous seasonal conditions: dormancy, migration and polyphenism. . En: Huffaker, C. B. y R. L. Raab (eds.). *Ecological Entomology*. John Wiley & Sons, Nueva York. Págs. 149-184.
- Tinkham, E. R. 1948. Faunistic and Ecological Studies on the Orthoptera of Big Bend region of Trans-Pecos Texas, with special reference to the Orthopteran zones and fauna of Midwestern North America. *The American Midland Naturalist*. 40: 521-663.
- Thompson, J. N. 1984. Insect Diversity and the Trophic Structure of Communities. En: Huffaker, C. B. y R. L. Raab (eds.). *Ecological Entomology*. John Wiley & Sons, Nueva York. Págs. 591-606.
- Tschantke, T. 1992. Cascade effects among four levels: bird predation on gall affects density-dependence parasitism. *Ecology*. 73: 1689-1698.
- Tschantke, T. y H. J. Greiler. 1995. Insect communities, grasses and grasslands. *Annual Review of Entomology*. 40: 535-558.
- Uvarov, B. 1966. *Grasshoppers and Locusts*. Vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge. 481 pp.
- Uvarov, B. 1977. *Grasshoppers and Locusts*. Vol. 2. Centre for Overseas Pest Research, Londres. 613 pp.
- Van Hook, R. I. Jr. 1971. Energy and nutrient dynamics of spider and Orthopteran populations in a grassland ecosystem. *Ecological Monographs*. 41: 1-26.
- Watts, G. J., E. W. Huddleston y J. C. Owens. 1982. Rangeland Entomology. *Annual Review of Entomology*. 27: 283-311.
- Wiegert, R. G. 1965. Energy Dynamics of the grasshopper populations in old fields and alfalfa field ecosystems. *Oikos*. 16: 161-176.

## 2. SITIO DE ESTUDIO

La Reserva de la Biosfera Mapimí (RBM) cuenta con una extensión de 342 mil hectáreas formando un polígono irregular en el que el 63% de su territorio se encuentra en el estado de Durango, el 23% en Coahuila y el 14% en Chihuahua. Es representativa de la subregión denominada Bolsón de Mapimí y se encuentra ubicada en la parte central del Desierto Chihuahuense (Fig. 1). Se encuentra dentro entre los 27°00' y 26°10' norte y entre los 104° 05' y 103°25' oeste. Cuenta con dos áreas núcleo (28.5 mil ha en total) y 313.8 mil ha en el área de amortiguamiento (DOF, 2000).

Su clima es BWhw(e), seco o árido, cálido, con invierno frío y con régimen de lluvias en verano en forma de chubascos muy localizados (García 1981), con 232 mm al año, una media anual de evaporación anual de 2,796 mm y una temperatura mínima y máxima promedio de 18° y 42°C, respectivamente (Cornet 1988).

En el área de estudio se encuentra totalmente dentro del Bolsón de Mapimí, dentro de los tres estados mencionados. Allí se encuentran cerros de origen ígneo y sedimentario descritos por Montaña y Breimer (1988) y un 40% de ésta se localiza dentro de la cuenca endorreica Laguna de Palomas.

El tipo de vegetación dominante en la región es matorral xerófilo (Rzedowski 2006). Montaña y Breimer (1988) describen la geomorfología, los suelos y las grandes unidades de vegetación (Montaña 1988) y ambientes de la RBM. De acuerdo a Martínez y Morello (1977), y a Montaña y Breimer (1988) los principales tipos de vegetación del área de estudio son los siguientes:

(1) Matorral de *Larrea tridentata*. Esta unidad de vegetación está presente en todas las Bajadas de la RBM, es ocupada por comunidades arbustivas con *L. tridentata* J. M. Coult (Zygophyllaceae) y *Fouquieria splendens* Engelm. (Fouquieriaceae) como especies dominantes. En algunos sitios se observan especies suculentas como *Opuntia rastrera* F. A. C. Weber (Cactaceae), *O. microdasys* (Lehman) Pfeiffer (Cactaceae) y *Agave aspérrima* Jacobi (Agavaceae), las cuales llegan a ser codominantes con las especies arbustivas antes mencionadas. Los suelos siguen un gradiente de acuerdo a la pendiente del terreno, que va desde suelos pedregosos

con pendientes de poco más del 10%, a suelos profundos, gravosos o arenocilicosos con pendientes de no más del 2% (Montaña 1988).

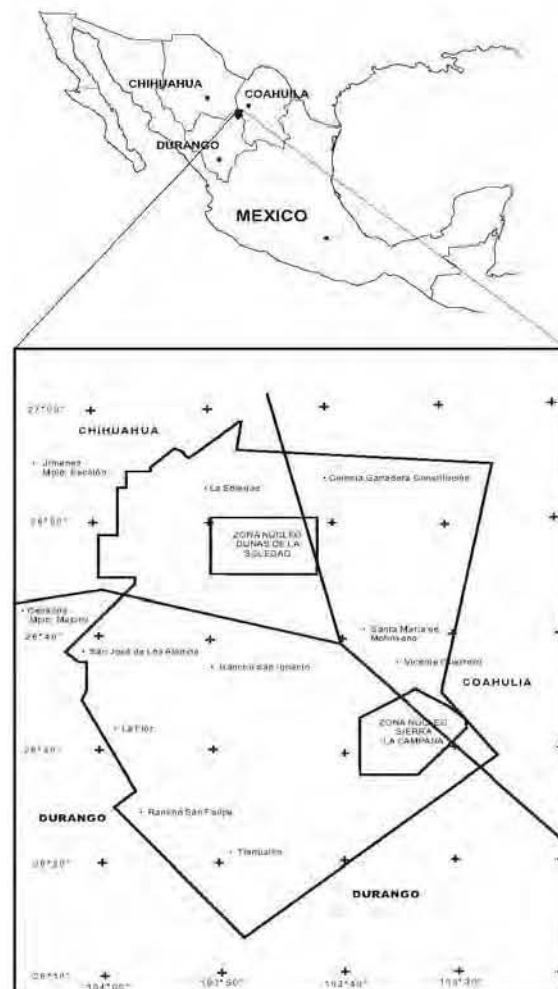


Figura 1. Localización de la Reserva de la Biosfera Mapimí.

(2) Pastizal. Esta unidad está presente en las bajadas Inferiores, donde los suelos observados pueden ser de grava fina y/o suelos de textura fina, profundos y moderadamente salinos. El 20% del área de la zona de estudio corresponde a comunidades vegetales típicas de pastizales áridos, en las que dominan, con más de 95% de cobertura relativa, las gramíneas amacolladas perennes *Pleuraphis mutica* Buckley y *Sporobolus airoides* Torr. (Poaceae). En algunos sitios la vegetación está organizada en forma de densos arcos de vegetación, cuyo eje principal es perpendicular a la pendiente del terreno. En estos arcos de vegetación están presentes *Prosopis glandulosa* Torr. (Fabaceae), *F. splendens*, *L. tridentata* y *P. mutica*, como los elementos vegetales mejor representados (Montaña 1988; Montaña *et al.* 1988). Los pastizales también se encuentran en las Playas, donde los suelos son arcillo-limosos, ligeramente salinos y sódicos, con vegetación típica de pastizal árido, dominado por *P. mutica*, con un estrato arbustivo dominado por *P. glandulosa*. En contraste, las zonas cercanas a los cauces de arroyos como en el caso del “Arroyo de la India”, los suelos son más salinos y se encuentran cubiertos por *S. airoides* como la gramínea dominante, acompañados por un estrato arbustivo de cobertura variable dominado por *P. glandulosa*. *P. mutica* y *S. airoides* rara vez coexisten, por lo que es común observarlas en comunidades separadas. En general, los pastizales dominados por *S. airoides* se encuentran ubicados en la porción más baja del gradiente mencionado, y los pastizales de *P. mutica* ocupan la posición superior inmediata, a manera de continuo. Esta distribución de comunidades se ve influida de manera diferencial por la habilidad de explotar los suplementos de agua y por su tolerancia a las concentraciones de sales en el suelo (Montaña *et al.* 1988).

Para el Cap. 5 del presente trabajo y como marco de referencia, serán considerados para su análisis los tres tipos de pastizal y los tres de matorral de *L. tridentata* (Fig. 2), reconocidos por Montaña (1988), todos ellos ubicados dentro del mismo gradiente topográfico típico utilizado por Rivera-García (1986) (Cuadro 1):

*Sitio 1.* Corresponde a un sitio que cuenta con alrededor de 1,000 ha de pastizal de *S. airoides* con una cobertura que a veces supera el 50%, con un estrato arbustivo dominado por *P. glandulosa*, que nunca pasa del 10% de cobertura, se encuentra

ubicado sobre las vegas y arroyos, en la parte inferior del gradiente topográfico típico antes mencionado.

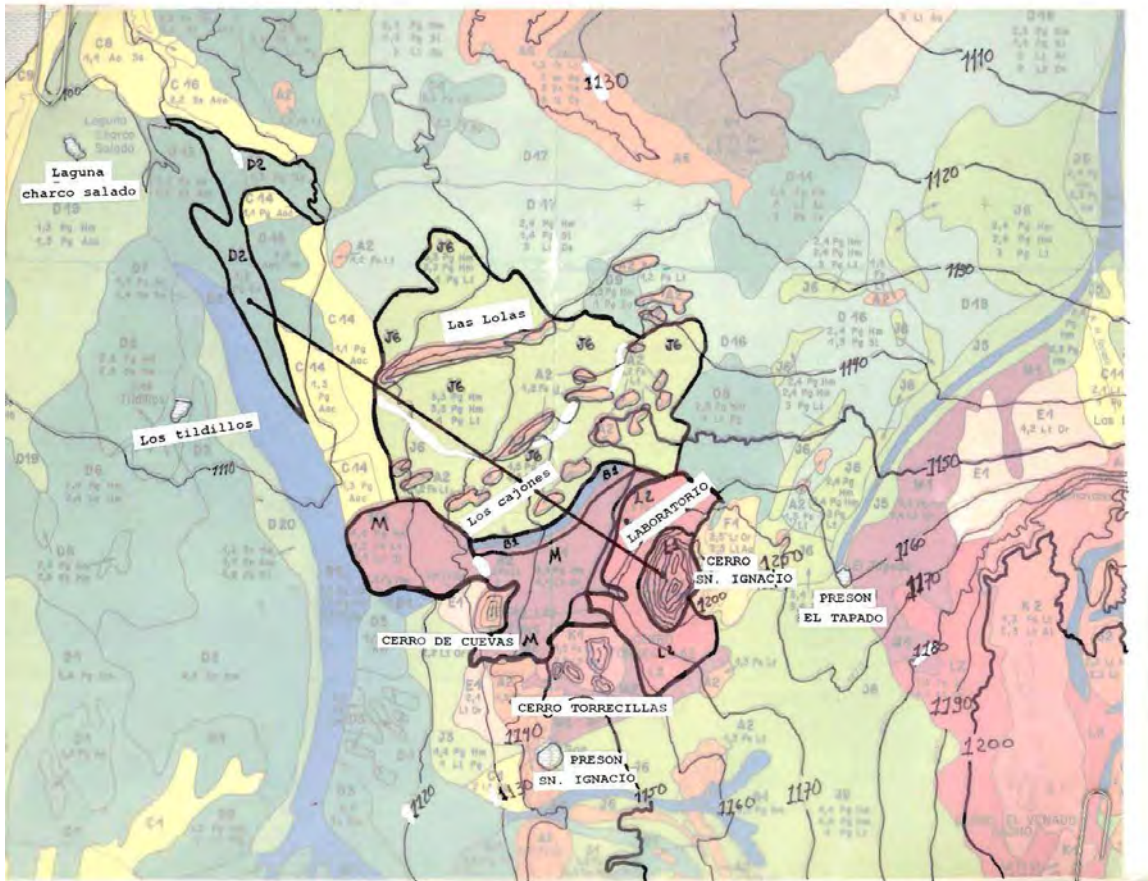


Figura 2. Ubicación del gradiente topográfico utilizado para el presente estudio, tomando como referencia el mapa de vegetación de Montaña 1988, para la parte central de la Reserva de la Biosfera Mapimí.

*Sitio 2.* Se presenta sobre la mayor parte de la superficie de las Bajadas; son formaciones densas que generalmente sobrepasan el 50% de cobertura, dominados por *P. glandulosa* y *P. mutica*. También existe un tercer elemento con una cobertura de entre 10 y 20%, compuesto por *L. tridentata*.

*Sitio 3.* Ocupa vegas y valles intermontanos sobre xerosoles y yermosoles háplicos o lúvicos, donde el estrato leñoso es dominado por *P. glandulosa*, el cual llega a alcanzar hasta 25% de cobertura, mientras el estrato herbáceo es dominado por *P. mutica*, que llega a superar el 50% de la cobertura relativa.

*Sitio 4.* Corresponde a formaciones caracterizadas por mosaicos de dos especies vegetales de las siguientes cuatro: *L. tridentata*, *P. glandulosa*, *P. mutica* y *O. rastrera*

*Sitio 5.* Lo cubren formaciones vegetales con tres componentes: arbustos altos (3 m), arbustos bajos (0.5 m) y plantas suculentas platicaulas (0.5 m). Ocupa las partes superiores de las Bajadas donde dominan *L. tridentata*, *F. splendens* y *O. rastrera*.

*Sitio 6.* Al igual que el anterior, está cubierto por formaciones vegetales con arbustos altos (3 m), arbustos bajos (0.5 m) y plantas suculentas platicaulas (0.5 m). Se encuentra ubicado en la ladera oeste del cerro de San Ignacio, en la parte más alta del gradiente topográfico. Las especies vegetales dominantes en este sitio son *F. splendens*, *L. tridentata* y *O. microdasys*, aunque en algunas ocasiones se encuentra un estrato de gramíneas perennes de importancia y composición variable.



Cuadro 1. Ubicación geográfica y caracterización de los sitios de muestreo en pastizales y matorrales en un gradiente topográfico de la Reserva de la Biosfera Mapimí, de acuerdo a los tipos de vegetación descritos por Montaña 1988.

Características	PASTIZALES			MATORRALES		
	SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3	SITIO 4	SITIO 5	SITIO 6
Latitud	26°43' 21.6''	26°40' 38.8''	26°41' 16.4''	26°41' 58.8''	26°41' 23.4''	26°40' 27.6''
Longitud	103°50' 19.2''	103°47' 28.2''	103°45' 21.6''	103°44' 39.9''	103°44' 41.1''	103°44' 52.1''
Altitud (m)	1110	1143	1152	1157	1163	1220
Vegetación <sup>1</sup>	D <sub>2</sub>	J <sub>6</sub>	B <sub>1</sub>	M	L <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>
Tipo de suelo	yermosol lúvico + gípsico	yermosol lúvico + háplico	yermosol lúvico + solonchack	yermosol modal + coluviones	regosol columnar medio	regosol + coluvión
Pendiente (%)	< 1	< 1	< 1	1	1.5	6.3
Drenaje	lateral	causes de conducción	causes de conducción	encausado	encausado	encausado
Pedregosidad	nula	nula	nula	grava fina	grava	pedregoso
Textura	fina	media	fina	arenoso limoso	arenoso limoso	arenoso limoso
Estado de superficie	arcilla limo	arcilla limo	arena grava	grava fina arena y limo	gravas y suelo desnudo	pedras y gravas
Salinidad	salino sódico	salino sulfatos	moderado sódico	moderado sódico	ligeramente sódico	nula

<sup>1</sup>Tipos de vegetación *sensu* Montaña (1988):

D<sub>2</sub>: Estrato leñoso bajo (1-1.5 m), estrato herbáceo de hasta .5 m, *c/ P. glandulosa* y *S. airoides*, como dominantes en cada estrato.

J<sub>6</sub>: Estrato leñoso variable (1 -2 m), estrato herbáceo de hasta .5 m, *c/ P. glandulosa* y *H. mutica*, como dominantes en cada estrato y presencia de *L. tridentata*.

B<sub>1</sub>: Estrato leñoso alto (hasta 4 m), herbáceo hasta .5 m, dominados por *P. glandulosa* y *H. mutica*.

M: Estrato leñoso variable (0.5–2 m), herbáceo hasta 0.5 m y suculento platicaula entre 0.5 y m con *P. glandulosa* y *L. tridentata* como dominantes acompañadas de *H. mutica* y *O. rastrera*.

L<sub>2</sub>: Estrato leñoso medio-alto (1-3 m), leñoso bajo (hasta 1 m) y suculento platicaula (0.5–1 m), *F. splendens*, *L. tridentata* y *O. rastrera* como dominantes.

L<sub>1</sub>: Estrato leñoso medio-alto (1-3 m), leñoso bajo (hasta 1 m) y suculento platicaula (0.5–1 m), *F. splendens*, *L. tridentata* y *O. microdasys* como dominantes.

**Literatura Citada**

- Cornet, A. 1988. Principales características climáticas. En: Montaña, C. (ed.). *Estudio Integrado de los Recursos Vegetación Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera Mapimí. Ambiente Natural y Humano*. Pub. No. 23. Instituto de Ecología, A. C., México. Págs. 45-76.
- DOF, *Diario Oficial de la Federación*. 27 de noviembre del 2000. Decreto en el cual se delimita la Reserva de la Biosfera Mapimí. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- García, E. 1988. *Modificación al sistema de clasificación de Köppen-García (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Offset Larios, México, D.F. 279 pp.
- Martínez, O. E. y J. Morello. 1977. *El Medio Físico y las Unidades Fisonómico Florísticas del Bolsón de Mapimí*. Pub. No. 3 Instituto de Ecología A.C., México.
- Montaña, C. 1988. Las formaciones vegetales. En: Montaña, C. (ed.). *Estudio Integrado de los Recursos Vegetación Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera Mapimí. Ambiente Natural y Humano*. Pub. No. 23. Instituto de Ecología A. C., México. Págs. 167-198.
- Montaña, C. y R. Breimer. 1988. Major vegetation and Environment Units. En: Montaña, C. (ed.). *Estudio Integrado de los Recursos Vegetación Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera Mapimí. Ambiente Natural y Humano*. Pub. No. 23. Instituto de Ecología A. C., México. Págs. 99-114.
- Montaña, C., C. Floret y A. Cornet. 1988. Water use efficiency and biomass production of two perennial grasses from the Chihuahuan Desert (Mexico). Third International Rangeland Congress. Nueva Delhi, India. 1: 240-243.
- Rivera-García, E. 1986. Estudio faunístico de los Acridoidea de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Dgo. México. *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)*. 14: 1-42.
- Rzedowski, J. 2006. *La Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

### 3. Los Ortopteroideos de la Reserva de la Biosfera Mapimí.

*Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 22(3): 00-00 (2006)*

#### AN ANNOTATED CHECKLIST OF SOME ORTHOPTEROID INSECTS OF MAPIMI BIOSPHERE RESERVE (CHIHUAHUAN DESERT), MEXICO

**Eduardo RIVERA GARCÍA**

Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional (INECOL-CRD)  
Apdo. Postal 632 Km. Carretera a Mazatlán, Esq. Blvd. Los Remedios,  
Los Remedios, Durango, Durango, MEXICO  
riverae@fauna.edu.mx

#### RESUMEN

La fauna de ortopteroideos en la Reserva de la Biosfera Mapimí (RBM), está formada por un total de 60 especies. El suborden Caelifera está representado por 39 especies de la superfamilia Acridoidea repartidas en: 13 especies de Gomphocerinae, 10 de Oedipodinae, 9 Melanoplinae, dos Cyrtacantacridinae, una Ommatolampinae y una Leptysminae y la familia Romaleidae con tres especies. El suborden Ensifera está representado por 15 especies repartidas entre las superfamilias Tettigoniidae (8 especies), Tettigonoidea (una), Stenopelmatoidea (una), Grylloidea (cuatro) y Gryllotalpoidea (una). Además, se registraron seis especies de Phasmatodea y Dyctioptera. En la RBM, los Acridoidea son el grupo más abundante y conspicuo de insectos herbívoros, entre los que se distinguen tres formas de vida o «guilds»: 1) Los que habitan en el suelo (terricolas) representados por la especie más común *Trimerotropis pallidipennis* (Burmeister 1883) y por *Cibolacris parviceps* (Walker 1870), que viven y se desarrollan principalmente en el suelo, son herbívoros generalistas que tienden a habitar en tipos de suelo específicos; 2) Los que habitan en hierbas y zacates (graminícolas) de los cuales *Paropomala virgata* Brunner 1899 y *Opeia obscura* (Thomas 1872) son las más comunes, se registraron frecuentes disparos de población de *Boopedon nubilum* (Say 1825), estas especies viven y se alimentan de gramíneas y no tienen hospederos específicos; 3) Los que habitan en arbustos (arbuscícolas) grupo morfológica, conductual y tróficamente distinto a los anteriores, algunas especies muestran una alta especificidad alimenticia o de hábitat como *Boottettix argentatus* Brunner 1889, *Ligurolettix planum* (Brunner 1905), *Hesperolettix viridis* (Thomas 1872), *Campylacantha olivacea* (Scudder 1875) y *Clematodes larreeae* Cockerell, 1901. La composición de especies y las densidades de población en los distintos ensamblajes de acridoideos, muestran gran variabilidad interanual, varían considerablemente entre unidades de vegetación y ambiente, dependen principalmente de las condiciones del suelo, de los atributos taxonómicos y estructura física de la vegetación y del clima.

**Palabras Clave:** Orthopteroideos, Orthoptera, Acridoidea, ensamblaje de especies de acridoideos

#### ABSTRACT

The Orthopteroidean fauna in Mapimi Biosphere Reserve (RBM) is represented by 60 species. Ensifera suborder are represented by 15 species grouped in next superfamilies: Tettigoniidae (8 species), Tettigonoidea (one), Stenopelmatoidea (one), Grylloidea (four) and Gryllotalpoidea (one), and six species recorded of Phasmatodea y Dyctioptera orders. In Caelifera suborder, grasshopper fauna is composed of 39 recognized species. The family Acrididae is represented by the subfamilies Gomphocerinae (13 spp), Oedipodinae (10 spp), Melanoplinae (9 spp), Cyrtacantacridinae (2 spp), Ommatolampinae (1 sp), Leptysminae (1 sp), and Romaleidae family (3 spp). Three major life-form groups or guilds are found at MBR: 1) Ground-dwelling species (terricoles), the most common of which are *Trimerotropis pallidipennis*

**Rivera: Checklist of orthopteroid insect of Mapimi Biosphere Reserve**

(Burmeister 1883) and *Cibolacris parviceps* (Walker 1870). These species live on the soil surface, are generalist feeders and tend to specialize on specific soils associated with different geomorphic surfaces. 2) Grass-dwelling species (graminicoles), the most common being *Paropomala virgata* Brunner 1899, *Opeia obscura* (Thomas 1872), and frequent outbreaks of *Boopedon nubilum* (Say 1825). These species live and feed on grasses but have no specific hosts. 3) Shrub-dwelling species (arbusticoles), which are morphologically, behaviourally, and trophically distinct from ground-dwelling and grass-dwelling species. The most common are *Boottettix argentatus* Brunner 1889, *Ligurotettix planum* (Brunner 1905), *Hesperotettix viridis* (Thomas 1872), *Campylacantha olivacea* Scudder 1875, and *Clematodes larreae* Cockerell, 1901; shrub-dwelling species live and feed on shrubs and are host specific to particular shrub species. In general, the species composition and density of grasshopper assemblages vary with different landscape units (depending on soils type and conditions) and also depend on the taxonomic and physical structure of vegetation and climate into MBR.

**Key Words:** Orthoptera, Orthopterans, Acridoidea, Grasshopper's assemblies.

## INTRODUCTION

The importance of Orthopteroids, has been shown by numerous authors, members of the superfamily Acridoidea are potentially the most important group in grasslands (Hewitt, *et al.* 1974; Hewitt and Onsager 1982, 1983; Onsager and Hewitt 1982; Watts *et al.* 1982). Because of their sensitivity to environmental weather variables, Acridoidea have been considered good weather indicators (Dreux 1979). Kemp and Dennis (1993) have shown that weather is associated with fluctuations in abundance, changes in composition, species diversity and annual outbreak records for population. They are therefore good study subjects for research on prediction models. From an ecological perspective this is functionally the dominant herbivorous insect species that consumes foliage, and it is an important insect group in grasslands ecosystems because it plays an important role in supporting population dynamic theory (Odum *et al.* 1962, Van Hook 1971, Mitchell and Pfadt 1974, Risser *et al.* 1981). They show that spatial dense-dependency (Kemp and Dennis 1993) is closely related to vegetation composition and structure (Anderson 1964). Grasshopper predation is an important factor that stabilizes the mechanisms of ecosystem interactions (Hassell 1985, 1987; Stiling 1988; Walde and Murdock 1988), and consequently yields valuable examples that support the optimal foraging theory (Cook and Hubbard 1977). Chihuahuan Desert Orthopteran fauna have been covered in US Northwestern boundaries of Arizona by Ball *et al.* (1942); in New Mexico by Richman *et al.* (1993); and in Trans-Pecos, Texas by Thinkham (1938 and 1948). There are some isolated Orthopteran species descriptions as well as Rhen and Grant (1961) and Cohn (1965).

This research field work began in 1980; the first results covered aspects relating to biology and descriptive ecology of the most common grasshopper species (the entire Acridoidea superfamily). The present study aims to update and add complementary faunal and taxonomic information to that published by Rivera (1986), considering now general, regional and biological information on the Orthopteroid insect group.

## MATERIALS AND METHODS

**Study site.** The Mapimi Biosphere Reserve (MBR) was established in 1979 but was later expanded (DOF 2000). It includes part of the states of Durango, Chihuahua, and Coahuila in northern Mexico, its irregular polygonal-shaped area is located between parallels 27° 00' and 26° 10' latitude north and meridians 104° 05' and 103° 25' longitude west. The total surface area is over 342 000 hectares, covering parts of the states of Durango (63%), Coahuila (23%) and Chihuahua (14%). The Reserve has two nucleus zones with a surface of 28, 532 hectares (together) and a buffer zone with 313, 855 hectares. At present the MBR is administered by the National Commission of Protected Areas (CONANP-SEMARNAT). It is common to observe topographic profiles on the reserve, with dominant SE-NW directions. The study area corresponds to a surface of approximately 25,000 has, and includes a representative topographic gradient that has been considered for other studies. This gradient is located in the central part of the Reserve; it takes as altitudinal references the «Sn. Ignacio» and the floodplains of «La India» stream (locally named «La Vega»). The gradient is composed mainly of four forms of relief properly defined by Montaña and Breimer (1988).

**FOOTSLOPES.** These correspond to the mountain ranges and high hills up to 540 m asl, with slopes of up to 30% and light rocky grounds. The dominant vegetation is creosote bush scrub (*Larrea tridentata*). Occasionally other species may be observed such as: *Fouquieria splendens*, *Acacia constricta*, *Agave asperima*, *A. lecheguilla*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Cordia parvifolia*, *Castella texana*, *Jatropha dioica*, *Opuntia rastrera*, *O. microdasys* (Ruiz de Esparza 1988).

**UPPER BAJADA.** These alluvial fans with slopes from 2 to 15%, with a marked gradient in the texture of the deposited material (heavy in high parts and fine in low parts). They display a plant formation of constant composition, and the following plant species are commonly observed: *L. tridentata*, *F. splendens*, *Prosopis glandulosa*, *E. antisiphilitica*, *Lippia graveolans*, *C. parvifolia*, *C. texana*, *O. rastrera*, and *O. microdasys*, (Ruiz de Esparza 1988).

**LOWER BAJADAS.** There is a continuation of the Upper Bajada. The ground slope never exceeds 1%; the earth has a medium texture or fine gravel, and three important vegetal formations are distinguished there:

1. «Nopaleras». This vegetal formation is characterized by succulents (like dominant species, mainly of *O. rastrera*, with bushes like: *A. asperima*, *Jatropha dioica*, *L. graveolans*, *C. texana*, *P. glandulosa*, *F. splendens*, *Hoffmanecgia densiflora* and *Trichloris crinita*.

2. «Mogotes» and «Peladeros». This formation is characterized by dense vegetation arcs whose main axis is perpendicular to the slope of the land. Dominated by *P. glandulosa* and *Hilaria mutica*, these arcs are alternated with zones of bare ground locally referred to as «Peladeros».

3. «Pastizales». These formation are located in the flood zones within the lower Bajada, are common to observe homogeneous arid grassland composed mainly by *Hilaria*

*Rivera: Checklist of orthopteroid insect of Mapimi Biosphere Reserve*

*mutica* as the dominant species, but there is also an important spatial heterogeneity in structure and spatial disposition when bushes such as *F. splendens*, *P. glandulosa* and succulents such as *Opuntia* spp. appear.

PLAYA. This environment is characterized by an almost flat slope and irregular micro relief. It generally has a grassland physiognomy with the presence of some bushes scattered throughout the land, and the main plant species are as follows: *H. mutica*, *Sporobolus airoides*, *Atriplex caenecens*, *A. acanthocarpa*, *Suaeda nigrescens* and *P. glandulosa*.

To the previous topographic sequence, the DUNE ZONE is added although strictly speaking, it represents a break in continuity. It is an important plant formation within MBR, exhibiting particular characteristics in the Chihuahuan Desert Region. This ecosystem is of special interest and corresponds to one of the nucleus areas of the MBR's. DUNE ZONE is located at approximately 15 km nw of the «Laboratorio del Desierto» (INECOL field station); it is characterized by bare sandy hills or ones with little vegetal cover, sandy soils derived from eolic action, and depressions (locally named «médanos»), in which the soil is more compact and less sandy.

**Insect Collections and observations.** Most of the Orthopteroids insects were systematically collected by sweep net and direct pick up on the topographic gradient of the work area during the first three years, starting in 1980, and were complemented by isolated sweep net and direct pick up during spring, summer and fall until 1990. Subsequently, many other specimens were collected using the same methods for the following nine years. During the second period, I preserved in wet only a few specimens of the species that did not appear in the first period (1980-1990) in the work area. This material was added to that collected previously, when material collected in other sites within de MBR boundaries, and isolated collections to the time of other studies were made.

All material was identified from the following texts: Alexander (1941); Alexander and Hilliard (1969); Ball *et al.* (1942); Blatchely (1920); Brooks (1958); Brusven (1967, 1972); Capinera and Sechrist (1981); Campbell *et al.* (1974); Cantrall (1943); Cohn (1965); Hubbell and Norton (1978); Otte (1981, 1984); Pfadt (1986); Rhen and Eades (1961); Rhen and Grant (1961); Richman *et al.* (1993); Rivera (1986); Stroecker *et al.* (1968); Thinkham (1938, 1948). All material described is deposited in INECOL-CRD, Durango Mapimi Collection along with 680 other wet preserved (FAA).

The identification was made using like principal Taxonomic reference *Orthoptera Species File Online* (Version 2.2) made by D. Otte, Eades D. C. and Naskerecki P. (<http://osf2x.orthoptera.org/osf2.2/OSF2X2Frameset.htm>) and for descriptions Alexander (1941); Ball *et al.* (1942); Capinera and Sechrist (1981); Richman *et al.* (1993); Rivera (1986) and Thinkham (1938, 1948). Complementary information about the more common species were ordered by Recognition: Species were described in accordance with the principal morphological characteristics that make them easily identified in the field and all complementary information on the biology and habitat for particular species was gleaned from field observation made in MBR.

## RESULTS

Approximately 500 grasshoppers (adults and immature stages) and 80 specimens of other Orthopteroids were determined and catalogued. The Orthopteroidean fauna from MBR includes 60 recognized species. Caelifera is the best represented group composed of the superfamily Acridoidea, integrated by subfamilies Gomphocerinae (13 spp), Oedipodinae (10 spp), Melanoplinae (9 spp), Cyrthacantacridinae (2 spp), Ommatolampinae (1 sp), Leptysminae (1 sp). The Romaleidae family is represented by 3 grasshopper species. Ensifera add 15 species from the following superfamilies: Tettigoniidea (8 spp), Tettiginiidae (1 sp), Stenopelmatoidea (1 sp), Grylloidea (4 spp), Gryllopoidea (1 sp) and six species of other Orthopteroidean orders Phasmatodea and Dictyoptera.

Acridoidea grasshoppers are an abundant, diverse and conspicuous group of herbivorous insects at the MBR. Three major life-form groups or guilds occur in the region:

1) Ground-dwelling species (terricoles) the most common species being *Trimerotropis pallidipennis* and *Cibolacris parvicaps*. Ground-dwelling species that live on the soil surface are generalist feeders and tend to specialize on specific soil types associated with different geomorphic surfaces.

2) Grass-dwelling (graminicoles), the most common being *Paropomala virgata*, *Opeia obscura*, and with frequently recorded outbreaks recorded *Boopemon nubilum*. Grass-dwelling species live and feed on grass but are not host species specific.

3) Shrub-dwelling (arbusticoles). They are morphologically, behaviourally, and trophically distinct from ground-dwelling and grass-dwelling species. The most common are the highly specialized *Boottettix argentatus*, *Ligurotettix planum*, *Hesperotettix viridis*, *Campylacantha olivacea* and *Clematodes larreae*. These species live and feed on shrubs and are always host specific to particular shrub species. In general, the species composition and densities of MBR grasshopper assemblages vary considerably among different landscape units (depending upon soil conditions), the taxonomic plant composition and physical structure attributes of vegetation and climate.

### GENERALITIES: RECOGNITION, BIOLOGY AND HABITS OF THE MOST COMMON MBR ORTHOPTERAN SPECIES

1. Order: Orthoptera; Suborder: Caelifera; Infraorder: Acridoidea; Superfamily: Acridoidea; Family: Romaleidae; Subfamily: Romaleinae. Tribe: Romaleini

*Taeniopoda eques* (Burmeister 1889)

Recognition: Large size (38–64 mm), short-winged lubber; black with yellow or orange markings; tegminae with network of yellow veins; hind wings rose-red with black borders (aposematic species); hisses when disturbed; often seen crossing highways; males can fly. Exhibits herbivore-arbusticole life form, with typical herbivore mandibular dentition type. Univoltine polyphagous grasshopper species, feed on desert annuals herbs and foliage of some perennial shrubs like mesquite (*P. glandulosa*). In the region, overwinter eggs are pods in soil and survive, hatching after spring rains, the adult seasonal distribution period is between the months of June and October. Its abundance and space occupied depends directly on the

*Rivera: Checklist of orthopteroid insect of Mapimi Biosphere Reserve*

weather condition, with a maximum record (890 ind. /ha) in 1986, with presence of nymphs and adults at the same time.

**Tribe: Brachistolini**

***Brachystola magna*** (Girard 1853)

Recognition: The Largest grasshopper at MBR, length between 40 and 50 mm in males and 50 and 65 mm in females, antennae slender, brachypterous, tegminae very small and reddish with black spots. Legs robust with tibiae strong spined almost the entire length, each abdominal segment is marked with a row of light dots. Pronotum disk and lateral lobes trapezoidal, median carina distinct, black and entire (uncut), lateral carinae distinct. Polyphagous grasshopper species show a typic herbivore mandibular dentition and present graminicole-arbusticole life form. In MBR is observed in Playa and arid grasslands in the lower bajada, with noticeable preference for mixed scrub. Adults have been observed from September to November during years when the winter is not very cold, they can survive until January. Some outbreaks have been recorded for 1980 and 1999.

**Tribe: Phrynotettigini**

***Phrynotettix robustus*** (Bruner 1889)

Recognition: Body proportionally robust, in dorsal view «toad-like», head with interocular space, fastigium moderately excavate, pronotum with a dorsum as a whole deplanate. In both sexes, tegminae are short and broad with semi-circular pad-like disk. Male length 27-35 mm, females 36-56 mm. Rhen and Grant (1961) described two subspecies inhabiting in the Chihuahuan Desert, both observed at MBR. This terricole grasshopper show herbivore mandibular dentition with few modifications in morphology, it is widely distributed on the Reserve. Nevertheless, it is not commonly observed in the field and has a marked preference to occupy places compatible with its cryptic coloration. It has, great seasonal variability, adults are frequently observed from September-November, they tend to be rare and have no constant annual presence.

**Family: Acrididae: Subfamily Gomphocerinae. Tribe Acrolophitini**

***Acrolophitus maculipennis*** (Scudder 1890)

Recognition: Strongly mottled gray-green and ivory point-headed grasshopper, fore wings mottled grey and black, hind wings black, males body length between 23-35 mm, 28-43 mm for females. Present herbivorous mandibular dentition type, with graminicole life form. Its entire life take place in arid grasslands in Playas and it sometimes can be observed on shrubby hills and in the grasslands that surround them in the lower bajada from June to October. They tend to be rare and have no constant annual presence.

***Boottettix argentatus*** Bruner 1889

Recognition: It is a 20-26 mm size grasshopper species, recognized by its yellow-green colour with silvery-white spots on both thorax sides. It has an arbusticole life form, with much modified herbivore mandibular dentition; feeds exclusively on creosote bush (*L. tridentata*). Its spatial distribution depends directly on the presence of this shrub (Rivera 1996); it is always observed on the foliage of this shrub, and females leave the bushes only to lay their eggs in the ground underneath them. It is one of the species with the highest annual consistency, and can be found almost throughout the year (February to November). Nymphs, have been observed in the months of February-March and September-October, suggesting that there are two



overlapping generations. Their great consistency is affected by dramatic drops in abundance in very dry years (1981, 1989 and 1990). Garza (1988), Hermosillo (1989), and Hermosillo *et al.* (1991), report that this species is highly depredated by *Campylorhynchus brunneicapillus* as well as other vertebrates and invertebrates during its life (Rivera, 2004).

**Tribe: Amblytropidini**

***Boopedon nubilum* (Say 1825)**

Recognition: This species has a pronounced sexual dimorphism. The male body is always shiny black, fore wings length variable, no longer than first half of abdomen, rarely extended to the end of abdomen, posterior margin of pronotum slightly angulated, body length 24-34 mm to end of femora. Females with body pale brown to straw brown, partly green head, pronotum and femora, occasionally females dark brown or black, forewing length variable, but never reaching the end of abdomen, body length 33-52 mm to end of femora. Show graminicole life form, with graminivore type mandibular dentition, common on Playa and shrubby hills of lower bajada. On MBR it can be observed in July- October, but its seasonal distribution is not constant in terms of annual presence. Frequent outbreaks have been recorded during the summers of 1980, 1981, 1992, 1993, 1998 and 1999. In zones to lack cattle grazing, groupings are not observed and individuals of a population are found dispersed.

***Syrbula montezuma* (Saussure 1881)**

Recognition: Green or dark brown slant-faced grasshopper, white streak along anterior tegminae, hind wings dark, abdomen and hind tibiae often blue in part. Adult body 25-39 mm in length. Graminicole life form, with graminivorous mandibular dentition; it is frequent observed on *H. mutica* grasslands, principally in Playa, although in some wet years it has been observed in Upper and Lower Bajada, showing a bluish black body colour like described one by Otte (1981). Its seasonal period corresponds to the months of August to October, in wet years have been observed since July.

**Tribe Aulocarini**

***Aulocara ellioti* (Thomas 1870)**

Recognition: Medium size adults (males 17-20 mm, females 20.5-25 mm), body usually grey with dark markings, head with slightly slanted face, spotted forewings extended slightly beyond abdomen. Pronotum disk distinctively marked by light lines with appearance of an «X». Terricole species, with herbivorous mandibular dentition, has been observed abundant in low and salty grasslands in Playa. They feed mainly on the green leaves of grasses and sedges but also on ground litter-cut grass leaves (green or dry). In this region, they tend to develop in the same area as they hatched and were observed frequently from June to October.

***Psoloessa texana* Scudder 1875**

Recognition: Slightly slant-faced grasshopper; pronotal median ridge cut before middle; with slash-like lateral white marking on pronotum, tegminae longer than abdomen; size between 18-25 mm. Terricole life form, with herbivorous mandibular dentition. It is an abundant grasshopper species in the arid grasslands of Texas (Tinkham 1948). In MBR, it shows a clear preference for stony land with less pronouncing slopes, mainly on hillsides and upper bajada. It is commonly found associated with any vegetal species and has not been observed in the ground in gravel and/or rocks. Its seasonal period of presence is observed between May and November, although it is one of the species that appear throughout most of the year.

Rivera: Checklist of orthopteroid insect of Mapimi Biosphere Reserve

**Tribe: Cibolacrini**

***Cibolactis parviceps*** (Walker 1870)

Recognition: A common desert grasshopper, adult size between 20-32 mm, grey or red-gray pale colour, with long, spotted tegminae. Tip of pronotal disk darkened, dorsal hind femora banded, terricole life form; it is closely associated with gravelly zones, and it is very rarely observed on fine-textured grounds, Otte (1981) considers it a ubiquitous species of the SW of the EUA. In MBR adults can be observed from May to October. There is little regional information on this species due to great seasonal variability and yearly variability.

***Ligurotettix planum*** (Bruner 1905)

Recognition: Gray-brown grasshopper, hind tibia brownish-gray; wings yellowish at base, brown toward tip, size between 11-28 mm. Common in creosote-tarbrush communities, with arbusticole life form, with graminivorous mandibular dentition, substantially modified to feed on preferred shrubs *Flourenzia cernua* and *Cordia parvifolia*. Locally, it is restricted to inhabit in that shrubs, and is occasionally observed, perhaps in traffic on *L. tridentate* stems. It has been found in the upper and lower bajada, shrubby hills and occasionally in dune zones, but always on *F. cernua* or *C. parvifolia*. Its period of presence is considered from May to November, with the possibility of more than one generation per year.

**Tribe: Eritettigini**

***Eritettix simplex*** (Scudder 1889)

Recognition: Adult body length 15-17 mm in males, 22-24 mm in females, head with a median carinae on fastigium, lateral faveola no visible from above, pronotum with black stripes visible from above, tegmen with basal white streak, male wings extend beyond abdomen, female wings do not quite reach the end of abdomen, graminicole life form, graminivorous mandibular dentition, feed exclusively on grasses and sedges, adult presence from July to October.

***Opeia obscura*** (Thomas 1872)

Recognition: Small to medium size grasshopper (male length, 16 mm; female, 25 mm), slanted back face, Vertex rounded sword-shaped antennae. Coloration variable; typically, the back is brown or green and nearly flat. Sometimes a dark streak runs along the median carina of the pronotum. The grasshopper's sides have a progressively darker stripe running backward from the point where the eye widens to the back, becomes more obscure. Graminicole life form, with graminivorous mandibular dentition, on the MBR the two coloration forms described by Otte (1981) were recorded. This species tends to show preference by *H. mutica* grasslands, but can be observed in lower bajada and in low dune zones always in shrub land grasses. It is observed from July to October, although during wet years has been observed before of July (1981 and 1986), while during others it has been observed in late November or even in December (1980, 1986).

**Tribe: Paropomalini**

***Paropomala virgata*** Scudder 1899

Recognition: Extreme slant-faced grasshopper with distinct lateral dark and white bands; tegmina just reaching tip of abdomen, size between 22-32 mm. Graminicole life form, with graminivorous mandibular dentition. This species shows preference for grasslands composed of *H. mutica* alone or accompanied by *Sporobolus* sp, although it has been observed in flooded grassy areas and is sometimes observed in upper bajada and on and in shrubby

hills. Its period of appearance is from June to September, although nymphs have been observed after spring rains in March or April.

***Acantherus piperatus*** Scudder and Cockerell 1902

Recognition: Slant-faced grasshopper, adult size between 20-30 mm, body gray brown on top, yellow on the sides, top of lateral lobes with a dark band in the upper third, yellowish in the lower thirds, antennae ensiform, hind femora orange or red, arbusticole life form, with herbivorous mandibular dentition. Frequent observed in the upper and lower bajada on dark stemmed shrubs, especially on the low stems of *L. tridentata*, *F. cernua*, *Castela texana*, *Lippia graveolans*, and *P. glandulosa* and less frequent on the ground, is not very abundant, annual presence of adults the period between August and October.

**Tribe: Mermirini**

***Mermiria bivittata*** (Serville 1839)

Recognition: Medium to large size grasshopper (male length, 38 mm, female 51 mm), face strongly slanted, head vertex cone-shaped, antennae long, sword-shaped, pronotum slender and without lateral carinae, body brownish to greenish, yellowish-brown underneath. Sides of head and pronotum have a broad, dark stripe. Forewings are clear. Graminicole life form, with graminivorous mandibular dentition.

On MBR it lives in tall grasses (playa and lower bajada, always associated with tall grasses). In wet years, macropterism is commonly observed locally in different zones at the same time. Seasonal presence from May to October, show a single generation per year.

**Subfamily: Oedipodinae; Tribe: Anconiini**

***Anconia hebari*** Rhen 1919

Recognition: Terricole species, with herbivorous mandibular dentition, adult size 27-42 mm, hind wings sky-blue, becoming transparent distally, hind tibiae banded grey and ivory; has been observed in low and salty in Playa grasslands, and prefers host plant of Chenopodiaceous family. It can be observed from June to October, and adults have been recorded on the ground before the rainy season.

**Tribe: Arphini**

***Arphia conspersa*** Scudder 1875

Recognition: Medium size grasshopper (male 25 mm, female 30 mm), dark greyish-brown colour, vertex rounded, top of head and pronotum finely textured, antennae slender, gradually widening toward the tip, dorsal posterior margin of pronotum forms a rounded right angle, median carinae of pronotum slightly notched near the middle, tegminae often have a pale, dorsal stripe, wings are red or yellow with black border, abdomen yellow, hind femora robust, inner face black on basal half and yellow with a black band on distal half, hind tibiae light yellow to blue. Terricole life form, with herbivorous mandibular dentition, observed in bare grassland areas, it prefers sandy or fine, gravelly soils, less abundant in vegetation units on slopes, with mixed feeding habits. It can be found from June to October on MBR.

***Arphia pseudonietana*** (Thomas 1870)

Recognition: Medium size grasshopper (male 25 mm, female 30 mm), male is sometimes black, both sexes often greyish-brown with many spots on back, vertical face, vertex rounded, slender antennae with dorsal posterior margin of pronotum forming a rounded angle, wings

*Rivera: Checklist of orthopteroid insect of Mapimi Biosphere Reserve*

bright-orange, hind tibiae blackish with a pale ring near the knee. Usually dark abdomen with pale vertical stripes. It often clicks in flight, in which case, flight is irregular, without clicking, its flight is direct and controlled, followed by rapid crawling on the ground. Terricole life form, with herbivorous mandibular dentition. It can be observed in dry areas with little plant cover, especially sandy or gravelly hills and slopes in upper bajada, principally in «nopalería». It is a mixed feeder preferring grasses.

**Tribe: Psinidiini**

*Mestobregma platei* (Thomas 1873)

Recognition: Medium sized grasshopper, brown body, large head, eyes rather small, face vertical with a dark band running across it face below slender antennae, dorsal posterior margin of pronotum at a right angle, lateral lobes of pronotum have curved dark bands, median carinae of pronotum moderately high with two deep notches, long tegminae and wings yellow or pink, tegminae have two broad black bands that often fade posterior, wings with a spurred black band and clear apex. Hind tibiae yellow-brown or blue, male length 25 mm, female 28 mm. Terricole life form, with herbivorous mandibular dentition, and less frequently on eastern plains. It can be found from June to October.

*Mestobregma terricolor* Rhen 1919

Recognition: Medium size grasshopper, male length 23-28, female 30-36, similar to *M. platei* but paler in colour and lacking black band between eyes and frontal ridge, basal area of hind wing red or orange, hind tibiae blue. Terricole life form, with herbivorous mandibular dentition, can be found in the northwestern plains of MBR from June to October.

**Tribe: Tropidolophini**

*Tropidolophus formosus* (Say 1825)

Recognition: Body green often with yellow-ringed brown spots, high pronotal serrated crest, hind wings orange; this grasshopper species is easily distinguished from any other on MBR. Graminicole-Herbicole life form, with herbivorous mandibular dentition, lives in grasslands, their principal host are Malvaceae, mostly *Sphaeralcea* and *Malvastrum*. Its seasonal presence regularly corresponds to periods of increased humidity, seen rarely in some dry years (1989 and 1990).

**Tribe: Sphingonotini**

*Trimerotropis pallidipennis* (Burmesiter 1838)

Recognition: Adults slender, male length 32 mm, females 44 mm, body gray marked with brown, vertical face, vertex rounded, antennae slender, dorsal posterior edge of pronotum at a right angle, median carina of pronotum cut by two sulci, with irregular bands on tegminae, wings pale yellow with a narrow black band beyond the middle and short spur reaching over half the distance to the wing attachment, hind femora with two bands and a black knee on the inner face, hind tibiae yellow. Terricole grasshopper species, with herbivorous mandibular dentition, feeds on herbs and grasses, lives in waste area of thin soils and sparse vegetation. On MBR, it can be found throughout the year except from November to February, with variable abundance between years.

*Trimerotropis pistrinaria* Saussure 1884

Recognition: Median sized grasshopper, body robust, male length 28-33 mm, females 35-49 mm, body tannish-gray to reddish-brown with dark brown markings, dorsal posterior edge of pronotum at a right angle, outer and inner surfaces of hind femora with prominent bands on the apical third.

Terricole species, with herbivorous mandibular dentition, feeds on herbs and in sparse vegetation. On MBR, it can be found from June to October.

***Trimerotropis latifaciata*** Scudder 1881

Recognition: Large and robust grasshopper, male body length 30-41 mm, females 35- 49 mm, body gray or brown to blackish, antennae dark and slender, vertical face, pronotum delicately textured, wing disk yellow to whitish with a black band. Terricole species with herbivorous mandibular dentition adapted to mixed feeding habits can be found from June to October.

***Trimerotropis californica*** Bruner 1889

Recognition: This grasshopper is easily confused with *T. latifaciata*. It has a protuberance on lower margin of lateral lobes of pronotum, with two bands on tegminae, inner hind femora orange marked with black and white alternated wing bands, band of wing with a short spur, male body length 25-43 mm, females 30-43 mm. Terricole life form, with herbivorous mandibular dentition, mixed feeding habits, can be observed on MBR from June to October.

***Conozoa texana*** (Bruner 1889)

Recognition: Male body length males 19–28 mm, females 25–37 mm, basal area of hind wings pale yellow, sometimes colourless, with subtle dark markings on tegminae, hind tibiae yellow orange, crepitating pattern resembles ticking. Terricole species with herbivorous mandibular dentition can be found exclusively in dunes between June to October.

**Subfamily: Melanoplinae; Tribe: Dactyloptini**

***Campylacantha olivacea*** (Scudder 1875)

Recognition: Green, brown or blackish, male cerci flattened at tip, wings short, body fuzzy, adult size 19-31 mm. Herbicole-arbusticole life form, with typical herbivorous mandibular dentition, closely associated with *F. cernua* and *Parthenium incanum*, can be found from September to November in «nopales» of lower bajada, sometimes observed in wooded hills and dunes from September to November.

***Hesperotettix viridis*** (Thomas 1872)

Recognition: Male length 16–20 mm, females around 25 mm, body green, face somewhat slanted back, vertex rounded and very narrow between eyes, antennae slender, pronotum long and slender, with sides almost parallel when viewed from above, tegminae pale green, wings transparent, front and middle femora often tinted with orange, hind femora with orange band near knee, hind tibiae light blue-green colour. Arbusticole species with typical herbivorous mandibular dentition, oligophagous feeder, is always found from July to September in zones with high floristic richness.

**Tribe: Melanoplini**

***Netrosoma nigropleura*** Scudder 1897

Recognition: Males whitish grey body colour with dark brownish post ocular stripe on head, thorax and base of abdomen 10–12 mm. Females longer than males, and body violet gray colour 20–25 mm long, hind tibiae coral pink in both sexes. Terricole species with herbivorous mandibular dentition can be found from July to October in gravelly soils on slopes of up 5%.

*Rivera: Checklist of orthopteroid insect of Mapimi Biosphere Reserve*

***Melanoplus differentialis*** (Thomas 1865)

Recognition: Large yellow adult grasshopper, some individuals are melanistic (black), size variable (18–30 mm, both sexes), front of head green, yellow or tan, with dark spots, pronotum with a pale yellow horizontal stripe at the top of lateral lobe and a brown band along pronotal disk, a median pale yellow stripe along mesonotum, metanotum and continuing to abdomen. Arbusticole–herbicole life form with herbivorous mandibular dentition is a polyphagous feeder, inhabit in areas of tall herbaceous vegetation in wet meadows, near creek beds and bottom lands, and can be observed from June to September.

***Melanoplus femurrubrum*** (De Geer 1773)

Recognition: Medium sized adults (males' length 17–23 mm, females 24–28), underside a bright yellow colour, bright red hind tibiae, subgenital plate bulbous shape of the cercus characteristic of this species, hind femora with black stripe complete, uninterrupted by pale band. Arbusticole–herbicole life form, with herbivorous mandibular dentition, polyphagous species that feed on a wide variety of forbs and several kinds of grasses, can be found from July to August.

***Melanoplus glandstoni*** Scudder 1897

Recognition: Adult sized females between 22–28 mm long, male cerci broadly expanded, subgenital plate rectangular, wider than high, with distinctive lateral pronotal dark stripes, hind tibiae greenish-blue, tegminae as long as abdomen. Arbusticole–herbicole life form, with herbivorous mandibular dentition, eats a mixed diet, can be found in mixed grasslands and wooded hills from July to August.

***Melanoplus lakinus*** (Scudder 1876)

Recognition: Males body length 17.5–19.5 mm, females 19–23 mm, brown with fuscous and yellow markings, short wings, and hind tibiae blue with yellow or pale tan. Herbicole–arbusticole life form, with herbivorous mandibular dentition with some morphological modifications for feeding on mixed plants to feeds on mixed plants, principally Chenopodiaceae, can be found from June to October.

***Melanoplus thomasi*** Scudder 1897

Recognition: Adult size 25–40 mm for both sexes, hind femora with blackish markings on upper half, pronotum and tegmina with a conspicuous stripe on each side, body colour green, hind tibiae always red. Arbusticole life form, with typical herbivorous mandibular dentition is commonly found in dense vegetation sites in upper and lower bajada from August to October.

**Subfamily: Cyrtacanthacridinae; Tribe: Cyrtacanthacridini**

***Schistocerca americana*** (Drury 1773)

Recognition: Adults have fully developed wings with distinctive brown spots on them, body colour changes from the nymphal green to reddish brown with a light yellow mid-dorsal stripe extending from the head to midway on the tegminae. Male length 39–42 mm, females 48–55 mm. Life form arbusticole, with herbivorous mandibular dentition. Only recorded on MBR from August to September, rarely found every year.

***Schistocerca nitens*** (Thunberg 1815)

Recognition: Very large species (40–70 mm), body colour gray or brown, with some spots,

*Acta Zool. Mex. (n.s.) 22(3) (2006)*

hind tibiae brown to black, first nymphal stages are pale green with a black middorsal stripe running along the body, arbusticole life form, with herbivorous mandibular dentition, can be observed in diverse plant formations, principally on *P. glandulosa*. On MBR adults can be found from August to November.

**Subfamily: Ommatolampinae; Tribe: Clematodini**

*Clematodes larreae* Cockerell 1901

Recognition: Minute and slender adults 20-28 mm long, colour light to dark striped gray, frontal sulcus strongly bowed out in front eyes, face strongly receding, wingless with tegminae barely visible, strongly linked to creosote bush (*L. tridentata*), arbusticole life form, with herbivorous mandibular dentition with some modifications. Its seasonal appearance is during May–August period.

**Subfamily: Leptysminae; Tribe: Leptysminae**

*Leptysma margicolis* Serville 1839

Recognition: Rare, slender grasshopper, adult size between 25-38 mm, face quite flat straightforward, pronotum cylindrical, median carinae absent, surface of metazona more intensely pitted than prozona, prosternal spine laterally compressed, graminivole life form with graminivorous mandibular dentition, has been observed in wooded hills with high values of grass cover. On MBR adults can be found from August to October.

**Suborder: Ensifera; Infraorder: Tettigoniidea; Superfamily: Tettigoniidae; Family: Tettigoniidae; Subfamily: Phaneropterinae**

*Amblycorypha insolita* Rhen and Hebard 1914

This species is not abundant and is closely associated with *Baccharis* sp, on the borders of «La Vega.» It can also be observed in water reservoirs for cattle raising, but always on the same plant. Adults can be found from July to October.

*Dichopetala oreoeca* Rhen and Hebard 1914.

*Dichopetala brevihastata* Morse 1902

These two species have nocturnal habits, always associated with shrub vegetation; both species can be observed on slopes, the latter being more common in wooded areas. During the day both take refuge on the higher density leaves of the host shrub branches. Both species lay their eggs in grasses and can be found from August to November.

**Tribe: Insarini**

*Insara covillae* Rhen and Hebard 1914

*Insara elegans* (Scudder 1900)

Neither species is abundant. Both can be observed in all the scrubs in which creosote bush (*L. tridentata*) appears; there is an apparent association between this plant and both species, which can be found in the summer rainy season.

**Subfamily: Pseudophyllinae; Tribe: Pterophyllini**

*Paracyrtophyllus excelsus* (Rhen and Hebard 1914)

This species is not abundant. It is associated to legume bushes in the region and is frequently found in wooded hills and areas covered by *P. glandulosa*. Adults can be observed from July to October.

Rivera: Checklist of orthopteroid insect of Mapimi Biosphere Reserve

**Subfamily: Tettigoniinae; Tribe: Tettigoniini**

***Capnobotes fuliginosus* (Thomas 1872)**

This species is rare and always associated with *L. tridentata* and *Atriplex* sp. It shows a discontinuous spatial distribution on the gradient, from the wooded hills to and grasslands; nymphs and adults are observed from May to October on *P. glandulosa*, *Cercidium* sp., *Hymenoclea*, and *Haplopappus*.

**Tribe: Platycleidini**

***Eremopedes (Eremopedes) scuderi* Cockerell 1898**

A rare species, mainly observed on slopes, although associated with creosote bush, sometimes observed on *Yucca* sp.

**Superfamily: Tettigonoidea; Family: Tettigoniidae; Subfamily: Saginae; Tribe: Terpandriini**

***Neobarretia spinosa* (Caudell 1907)**

This species has been observed associated with mesquite shrubs and creosote bush, in the Northeastern region of MBR. Abundance is low, and they are predators although they consume plants in small amounts.

**Superfamily: Stenopelmatoidea; Family: Rhaphidophoridae; Subfamily: Ceuthophilinae; Tribe: Ceuthophilini**

***Ceuthophilus variegatus* Scudder 1894**

A troglodytic species closely associated with hollows, caves, cracks between rocks on hills, and animal burrows (mainly tortoise and rodent), can be found throughout most of the region with no defined seasonality.

**Infraorder: Gryllidea; Superfamily: Grylloidea; Subfamily: Gryllinae; Tribe: Gryllini**

***Acheta domestica* (Linnaeus 1775)**

***Gryllus asimilis* (Fabricius 1775)**

Both species are widely distributed throughout MBR and the surrounding region, the latter species is very common and the former rare, restricted to dark and wet habitats, with no defined seasonality.

**Subfamily: Nemobinae; Tribe: Nemobiini**

***Nemobius* sp. (Serville 1839)**

Very rare species, associated with black or very dark stems in wooded hills and slopes, has only been collected twice in shrub vegetation in fall.

**Family: Oecanthidae; Subfamily: Oecanthinae; Tribe: Oecanthini**

***Oecanthus* sp. Serville 1831**

This rare species can be observed in slopes, on shrub stems, accumulations of vegetal detritus and into organic materials and near to ephemeral streams. Its seasonality is not well defined, but can be found in wet season.



**Superfamily: Gryllotalpoidea; Family: Gryllotalpidae; Subfamily: Gryllotalpinae;  
Tribe: Scapteriscini**

***Scapteriscus borelli*** Giglio-Tos 1894

This species is frequently observed in deep streams on slopes and in grassland flood zones. Its abundance is variable and seasonality not defined.

Apart to the previous species, the following Orthopterodeans (Walking sticks insects, Mantids and Cockroaches) have been recorded.

**Order: Phasmatodea; Superfamily: Phasmanimoidea; Family: Phasmatidae;  
Subfamily: Heteronemiinae; Tribe: Heteronemiini**

***Diaperomera covillae*** Rehn and Hebard

This little abundant species is associated with shrub vegetation, mainly creosote bush, and can be observed on host plants *Gutierrezia*, *Haplopappus*, and *Chrysothamus*. In wet years on MBR, it is observed in groups on high creosote bush.

**Order: Dictyoptera; Suborder: Mantodea; Family: Mantidae; Subfamily: Amelinae  
*Yersiniops sophronicum*** (Rehn and Hebard)

This species is frequently observed in all types of shrub land. It is a very effective predator, although not abundant. On MBR, lone individuals have been observed from July to October.

**Superfamily: Blattoidea; Family: Blattellidae; Subfamily: Blatellinae**

***Blattella germanica*** (Linnaeus)

***Supella longipalpa*** (Fabricius)

Family: Blattidae; Subfamily: Blattinae

***Periplaneta Americana*** (Linnaeus)

All three cockroaches are cosmopolitan species. They are not abundant and are rare in the field, generally inhabiting shady places. They are easily found near to farms and associated principally with garbage.

**Family: Polyphagidae; Subfamily: Polyphaginae**

***Arenivaga*** sp

This cockroach species (perhaps two species) lives in dunes, digging in sand under the shade of small shrubs, with nocturnal activity. It is found mainly in accumulations of vegetal detritus and organic matter under several shrubs and is sometimes associated with *Neotoma albigula* burrows.

#### DISCUSSION

The greatest Orthopteran species richness was recorded in high vegetation cover. Grasshoppers were best represented in lower bajada with little difference between vegetation units. Extreme parts of the topographic gradient (slope and dunes) had low species richness (17 and 14 species respectively) with only three grasshopper species in common (*Phrynotettix robustus*, *Boottettix argentatus*, and *Trimerotropis pallidipennis*). Ensiferan fauna only share two species (*Gryllus assimilis* and *Acheta domesticus*) and the cockroach *Arenivaga* sp. was only recorded on dunes. *B. argentatus* and *T.*

*Rivera: Checklist of orthopteroid insect of Mapimi Biosphere Reserve*

*pallidipennis* showed themselves to be the most common grasshoppers on MBR, the former closely related to creosote bush presence (high host specificity), and the latter always on the bare ground patches. The Acridoidea superfamily (Caelifera) was the best represented group (39 species), followed by the Ensiferans (15 species), showing the great Nearctic influence on MBR fauna. A close relationship has been demonstrated between orthopteran fauna, especially grasshoppers, and plant vegetation richness and soil surface texture along the topographic gradient, principally grasshoppers. The species recorded on MBR is lower than reported (around 100 species) by Tinkham (1948) in the Big Bend region (Trans-Pecos, Texas), the low species richness recorded at MBR (60 species) were due by altitude (average 1100 m) with high monotony on the physiognomic plant species composition (Montaña 1988). Grasshoppers offer a great biomass to be consumed by a wide variety of animals in MBR, principally vertebrates; they are therefore an important meal factor that stabilizes feeding interactions (Hassel 1985, 1987; Stiling 1988). In the MBR ecosystem, grasshoppers have many predators and parasites from spring to fall (Rivera 2004 and Rivera in press), sometimes with a great synchronization between the breeding season of some avian predators with grasshopper abundance (Garza 1988; Hermosillo 1989). This demonstrates the effect of prey availability on foraging patch choice by *Campylorhynchus bruneicapillus* (Hermosillo *et al.* 1991).

#### ACKNOWLEDGMENTS

I thank to Juan Francisco Herrera and his family for their invaluable help and company, as well as INECOL authorities for facilities during the 20 years of field work at MBR. I thank to Cuauhtemoc Dominguez, for text revision, and Sofia Anduaga for her comments and suggestions and two anonymous reviewers.

#### LITERATURE CITED

- Alexander, G. 1941. Keys for the identification of Colorado Orthoptera. *Univ. of Col. Studies, Series D*. 1(3): 129-164.
- Alexander, G. and Hilliard, Jr. 1969. Altitudinal and seasonal distribution of Orthoptera in the Rocky Mountains of northern Colorado. *Ecol. Monographs* 39: 385-431.
- Anderson, N. L. 1964. Some relationships between grasshoppers and vegetation. *Ann. Ent. Soc. of Amer.* 57: 736-742.
- Ball, E. D., E. R. Tinkham, R. Flock and C. T. Vorhies. 1942. The grasshoppers and other Orthoptera of Arizona. *Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.* 93: 255-373.
- Blatchley, W. S. 1920. *Orthoptera of North-Eastern America*. The Nature Pub. Co. Indianapolis. U. S. A.
- Brooks, A. R. 1958. Acridoidea of Southern Alberta, Saskatchewan, and Manitoba (Orthoptera). *Supp. 9. Canadian Entomologist*. 90 pp.
- Brusven, M. A. 1967. Differentiation, ecology, and distribution of immature slant-faced grasshoppers (Acridinae) in Kansas. *Kansas, Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. No.* 149.

- \_\_\_\_\_ 1972. Differentiation of common Catantopinae and Cyrtacanthacridinae nymphs (Orthoptera: Acrididae) of Idaho and adjacent areas. *Melandria*. 9: 1-31.
- Campbell, J. B., W. H. Arnett, J. D. Lambley, O. K. Jantz and H. Knutson. 1974. Grasshoppers (Acrididae) of the Flint Hills tall grass prairie in Kansas. *Kansas Agric. Exp. Sta. Manhattan. Res. paper*. No. 19.
- Cantrall, I. J. 1943. The ecology of the Orthoptera and Dermaptera of George Reserve. Michigan. *Univ. of Mich. Misc. Pub., Mus. of Zoo.* No. 54.
- Capinera, J. L. and T. S. Sechrist. 1981. Grasshoppers (Acrididae) of Colorado, identification, biology and management. *Col. State Univ. Exp. Sta. Bull.* 584S.
- Cohn, T. 1965. *The arid land Katydid of the North American Genus Neobarrettia (Orthoptera: Tettigoniidae). Their systematics and a reconstruction of their History.* Miscellaneous Publications. Museum of Zoology, University of Michigan. No. 126.
- Cook, R. E. and Hubbard, S. F. 1977. Adaptive searching strategies in plant parasites. *Jour. of Anim. Ecol.* 46: 115-125.
- Diario Oficial de la Federación. Fecha: noviembre 26 del 2000.
- Dreux, P. 1979. *Introducción a la Ecología*. 2ª. Edit. Alianza Editorial. Madrid, España.
- Garza, H. A. 1988. La teoría del forrajeo central de Onians y Pearson (1979). Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias. UNAM.
- Hassel, M. P. 1985. Insect natural enemies as regulating factors. *Jour. of Anim. Ecol.* 54: 323-334.
- \_\_\_\_\_ 1987. Detecting regulation in patchily distributed animal populations. *Jour. of Anim. Ecol.* 56: 705-713.
- Helper, J. R. 1987. *How to know the grasshoppers, crickets, cockroaches and their allies.* Dover Pub. New York.
- Hermosillo, M. S. 1989. Forrajeo y nidificación en *Campylorhynchus bruneicapillus* (Aves: Trogloditidae). Tesis Licenciatura. Fac. Ciencias. UNAM.
- Hermosillo, M. S., Garza, H. A. y J. Necedal. 1991. Preferencias de áreas de forrajeo de *Campylorhynchus bruneicapillus* (Trogloditidae): Influencia de los cambios en la densidad de presas. *Pub. Biol. Fac. de Ciencias Biológicas, U. A. N. L.* 5(1): 49-52.
- Hewitt, G. B., E. W. Huddleston., R. J. Lavigne., D. N. Veckert and G. J. Watts. 1974. *Rangeland Entomology: Range Sci. Ser. No. 2 Soc. Range Manage.* Denver, Colorado. U. S. A.
- Hewitt, G. B. and J. B. Onsager. 1982. A method for forecasting potential losses from grasshoppers feeding in northern mixed prairie forages. *J. Range Manage.* 35: 53-57.
- Hewitt, G. B. and J. B. Onsager. 1983. Control of grasshoppers on rangeland in the United States - A perspective. *J. Range Manage.* 36: 202-207.
- Hubell, T. H. and R. M. Norton. 1978. *The Systematics and Biology of cave-crickets of North American Tribe Hadenocici (Orthoptera: Saltatoria: Ensifera: Rhaphidophoridae: Dolichopodinae).* Misc. Pub. Museum of Zool. Univ. of Mich. No. 156.
- Kemp, W. P. and B. Dennis. 1993. Density dependence in rangeland grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Oecologia*. 96: 1-8.
- Mitchell, J. E. and R. E. Pfadt. 1974. A role of grasshoppers in short grass prairie ecosystem. *Environ. Ent.* 3: 358-380.
- Montaña, C. (ed). 1988. *Estudio Integrado de los Recursos Vegetación Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí.* Instituto de Ecología, A. C. México, D. F.
- \_\_\_\_\_ 1988. Las formaciones vegetales. In: Montaña C. (ed) *Estudio Integrado de los Recursos Vegetación Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí.* Instituto de Ecología, A. C. México, D. F. 167-198.

Rivera: Checklist of orthopteroid insect of Mapimi Biosphere Reserve

- Montaña, C. and R. F. Breimer. 1988. Major Vegetation units. 99-114 pp. In: Montaña C. (ed). *Estudio Integrado de los Recursos Vegetación Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimi*. Instituto de Ecología, A. C. México, D. F.
- Odum, E. P., Connell, C. E. and L. P. Davenport. 1962. Population energy flow of three primary consumer components of old field ecosystems. *Ecology*. 43: 88-96.
- Onsager, J. A. and G. B. Hewitt. 1982. Rangeland grasshoppers: Average longevity and daily rate of mortality among six species in nature. *Environmental Ent.* 11: 127-133.
- Otte, D. 1981. *The North American Grasshoppers*. Vol. 1, Acrididae: Gomphocerinae and Acridinae. Harvard Univ. Press, Cambridge.
- \_\_\_\_\_. 1984. *The North American Grasshoppers*. Vol. 2, Acrididae: Oedipodinae. Harvard Univ. Press, Cambridge.
- Pfadt, R. E. 1986. *Key to the Wyoming grasshoppers: Acrididae and Tetrigidae*. Univ. Wyoming, Agric. Exp. Sta. Mimeo. Circ. No. 210.
- Rhen, J. A. G. and D. C. Eades. 1961. The tribe Leptysmini (Orthoptera, Acrididae: Cyrtacanthacridinae) as found in North America and Mexico. *Proc. of Acad. of Nat. Sci. of Phila*. 113(5): 81-134.
- Rhen, J. A. and H. J. Grant Jr. 1961. *A monograph of the Orthoptera of North America (North of Mexico)*. Monographs of Academy of Natural Science of Philadelphia U. S. A. No. 12.
- Richman, D. B., D. C. Lightfoot, C. A. Sutherland, D. J. Ferguson, and L. Black. 1993. *A manual of the grasshoppers of New Mexico (Orthoptera: Acrididae and Romaleidae)*. New Mexico State University, Handbook No. 7.
- Risser, P. G., Birney, E. C., Blocker, H. D. May, S. W. Parton, W. J. and J. A. Wiens. 1981. *The true prairie ecosystem*. Hutchinson & Ross, Stroudsburg PA.
- Rivera, E. 1986. Estudio Faunístico de los Acridoidea de la Reserva de la Biosfera de Mapimi, Dgo., México. *Acta Zool. Mex. (n. s.)* 14: 1-42.
- Rivera, G. E. 1996. Utilización de *Larrea tridentata* (DC) cov. (Zygophyllaceae) por *Boottettix argentatus* (Bruner), (Acrididae: Gomphocerinae), en el Bolsón de Mapimi, Durango, México. *Acta Zool. Mex. (n. s.)* 68: 1-12.
- \_\_\_\_\_. 2004. Records of predators and parasites of creosote bush grasshopper *Boottettix argentatus* (Bruner), (Acrididae: Gomphocerinae), from Bolsón de Mapimi, Dgo. (Chihuahuan Desert), México. *Acta Zool. Mex. (n. s.)* 20(1): 287-290.
- Ruiz de Esparza V. 1988. Lista de las especies Vasculares. 225-268 pp. In: Montaña C. (ed). *Estudio Integrado de los Recursos Vegetación Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimi*. Instituto de Ecología, A. C. México, D. F.
- Stiling, P. 1988. Density – Dependent processes and key factors in insect populations. *Jour. of Anim. Ecol.* 57: 581-593.
- Stroecker, H. F., W. W. Middlekauff and D. C. Rentz. 1968. *The grasshoppers of California (Orthoptera: Acrididae)*. Bulletin of California Insect Survey. No. 10.
- Tinkham, E. R. 1938. Western Orthoptera attracted to lights. *Jour. of New York Entomol. Soc.* 46: 339-353.
- \_\_\_\_\_. 1948. Faunistic and ecological studies on the Orthoptera of the Big Bend region of Trans – Pecos Texas, with special reference to the Orthopteran zones and fauna of Midwestern North America. *The Amer. Midd. Nat.* 40: 521-663.
- Uvarov, B. P. 1977. *Grasshoppers and locusts. A handbook of general Acridology*. Vol. 2. Centre for Overseas Pest Research, London.
- Van Hook, R. I. Jr. 1971. Energy and nutrient dynamics of spider and Orthopteran populations in grassland ecosystem. *Ecol. Monographs*. 41: 1-26.

*Acta Zool. Mex. (n.s.)* 22(3) (2006)

- Watts, G. J., E. W. Huddleston and J. C. Owens. 1982. Rangeland Entomology. *Ann. Rev. Ent.* 27: 283-311.
- Walde, S. J. and W. W. Murdoch. 1988. Spatial density dependence in parasitoids. *Ann. Rev. Ent.* 33: 441-466.

#### 4. CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE CHAPULINES DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA MAPIMI, (DESIERTO CHIHUAHUENSE), MÉXICO.

Rivera-G. E. 2008. **An identification key for the most important grasshoppers of Mapimi Biosphere Reserve (Chihuahuan Desert), Mexico.** FOLIA ENTOMOLOGICA MEXICANA. 47(2). ACEPTADO (carta anexa).

AN IDENTIFICATION KEY FOR THE MOST IMPORTANT GRASSHOOPERS OF MAPMI BIOSPHERE RESERVE (CHIHUAHUAN DESERT), MEXICO

Eduardo Rivera García

Departamento de Entomología

Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional (INECOL-CRD)

Apdo. Postal 632. Km. Carretera a Mazatlán, Esq. Blvd. Los Remedios. Los Remedios, Durango, Durango, MEXICO.

[eduardo.rivera@inecol.edu.mx](mailto:eduardo.rivera@inecol.edu.mx).

#### RESUMEN

La fauna de ortopteroideos en la Reserva de la Biosfera Mapimí (RBM), está formada por un total de 60 especies. El suborden Caelifera está representado por 39 especies de la superfamilia Acridoidea, repartidas en: 13 especies de Gomphocerinae, 10 de Oedipodinae, 9 Melanoplinae, dos Cyrtacanthacridinae, una Ommatolampinae y una Leptysminae y la familia Romaleidae con tres especies. El suborden Ensifera está representado por 15 especies repartidas entre las superfamilias Tettigoniidae (8 especies), Tettigonoidea (una), Stenopelmatoidea (una), Grylloidea (cuatro) y Gryllotalpoidea (una). Además, se registraron seis especies de Phasmatodea y Dytioptera. En la RBM, los Acridoidea son el grupo más abundante y conspicuo de insectos herbívoros, se distinguen tres formas de vida o "guilds": 1) Los que habitan en el suelo (terricolas) representados por *Trimerotropis pallidipennis* (Burmeister 1883) y por *Cibolacris parviceps* (Walker 1870). 2) Los que habitan en hierbas y zacates (graminícolas), los más comunes son: *Paropomala virgata* Brunner 1899 y *Opeia obscura* (Thomas 1872) y se han registrado frecuentes disparos de población de *Boopedon nubilum* (Say 1825). 3) Los que habitan en arbustos (arbustícolas) grupo morfológica, conductual y tróficamente distinto a los anteriores, algunas especies muestran alta especificidad alimenticia y/o de hábitat como *Bootettix argentatus* Brunner 1889, *Ligurotettix planum* (Brunner 1905), *Hesperotettix viridis* (Thomas 1872), *Campylacantha olivacea* (Scudder 1875) y *Clematodes larreae* Cockerell, 1901. La composición de especies y las densidades de población en los distintos ensamblajes de acridoideos, muestran gran variabilidad interanual, varían considerablemente entre

unidades de vegetación y ambiente, dependen principalmente de las condiciones del suelo, de los atributos taxonómicos y estructura física de la vegetación y del clima (Rivera 2006). El presente trabajo es una herramienta para la identificación de la acridofauna de la RBM.

Palabras clave: Orthoptera, Acridoidea, Reserva de la Biosfera Mapimí.

## ABSTRACT

The Orthopteroidean fauna in Mapimi Biosphere Reserve (RBM) is represented by 60 species. Ensifera suborder are represented by 15 species grouped in next superfamilies: Tettigoniidae (eight species), Tettigonoidea (one), Stenopelmatoidea (one), Grylloidea (four) y Gryllotalpoidea (one), and six species recorded of Phasmatodea y Dytioptera orders. In Caelifera suborder, grasshopper fauna is composed of 39 recognized species. The family Acrididae is represented by the subfamilies Gomphocerinae (13 spp), Oedipodinae (10 spp), Melanoplinae (nine spp), Cyrthacantacridinae (two spp), Ommatolampinae (one sp), Leptysminae (one sp), and Romaleidae family (three spp). Three major life-form groups or guilds are found at MBR: 1) Ground-dwelling species (terricoles), the most common of which are *Trimerotropis pallidipennis* (Burmeister 1883) and *Cibolacris parviceps* (Walker 1870). These species live on the soil surface, are generalist feeders and tend to specialize on specific soils associated with different geomorphic surfaces. 2) Grass-dwelling species (graminicoles), the most common being *Paropomala virgata* Brunner 1899, *Opeia obscura* (Thomas 1872), and frequent outbreaks of *Boopedon nubilum* (Say 1825). These species live and feed on grasses but have no specific hosts. 3) Shrub-dwelling species (arbusticoles), which are morphologically, behaviourally, and trophically distinct from ground-dwelling and grass-dwelling species. The most common are *Bootettix argentatus* Brunner 1889, *Ligurotettix planum* (Brunner 1905), *Hesperotettix viridis* (Thomas 1872), *Campylacantha olivacea* Scudder 1875, and *Clematodes larreae* Cockerell, 1901; shrub-dwelling species live and feed on shrubs and are host specific to particular shrub species. In general, the species composition and density of grasshopper assemblages vary with different landscape units (depending on soils type and conditions) and also depend on to the taxonomic and physical structure of vegetation and climate into MBR. This paper were made to do possible the identification of acridological fauna of RBM.

Key words: Orthoptera, Acridoidea, Mapimi Biosphere Reserve.

## INTRODUCTION

This research field work began in 1980; the first results covered aspects relating to biology and descriptive ecology of the most common grasshopper species (the entire Acridoidea superfamily). The present study aims to update a taxonomic key for identification information to that published by Rivera (1986, 2006), considering now an

identification key for the most important Acridoidean insects of RBM (Chihuahuan Desert), México.

### Study site

The Mapimi Biosphere Reserve (MBR) was established in 1979 but was later expanded (DOF 2000). It includes part of the states of Durango, Chihuahua, and Coahuila in northern Mexico, its irregular polygonal-shaped area is located between parallels 27° 00' and 26° 10' latitude north and meridians 104° 05' and 103° 25' longitude west. The total surface area is over 342 000 hectares, covering parts of the states of Durango (63%), Coahuila (23%) and Chihuahua (14%). The Reserve has two nucleus zones with a surface of 28, 532 hectares (together) and a buffer zone with 313, 855 hectares. At present the MBR is administered by the National Commission of Protected Areas (CONANP SEMARNAT). It is common to observe topographic profiles on the reserve, with dominant SE-NW directions. The study area corresponds to a surface of approximately 25,000 has, and includes a representative topographic gradient that has been considered for other studies. This gradient is located in the central part of the Reserve; it takes as altitudinal references the “Sn. Ignacio” and the floodplains of “La India” stream (locally named “La Vega”). The gradient is composed mainly of four forms of relief properly defined by Montaña and Breimer (1988).

All material was identified and used for made this key from the following texts: Alexander (1941); Alexander and Hilliard (1969); Ball *et al.* (1942); Blatchely (1920); Brooks (1958); Brusven (1967, 1972); Capinera and Sechrist (1981); Campbell *et al.* (1974); Cantrall (1943); Cohn (1965); Hubbell and Norton (1978); Otte (1981, 1984); Pfadt (1986); Rhen and Eades (1961); Rhen and Grant (1961); Richman *et al.* (1993); Rivera (1986); Stroecker *et al.* (1968); Thinkham (1938, 1948). All material described is deposited in INECOL-CRD, Durango Mapimí Collection along with 680 other wet preserved (FAA).

The identification key was elaborated using like principal Taxonomic reference Orthoptera Species File Online (Version 2.2) made by D. Otte, Eades D. C. and Naskerecki P. (<http://osf2x.orthoptera.org/osf2.2/OSF2X2Frameset.htm>) and for descriptions Alexander (1941); Ball *et al.* (1942); Capinera and Sechrist (1981); Richman *et al.* (1993); Rivera (1986) and Thinkham (1938, 1948).

### Key to most common Acridoidean species from Mapimí Biosphere Reserve

Antennae long and slender, usually longer than body. Ovipositor sometimes longer than body, slender (Suborder ENSIFERA)..... 39



1'. Antennae no longer than all the body. Ovipositor short. (Suborder CAELIFERA) .....	2
Last spine in the external border of hind tibiae in apical position. (Romaleidae: Romaleinae) .....	3
2'. Last spine in the external border of hind tibiae in sub apical position. (Acrididae) .....	5
Wings well developed .....	<i>Taeniopoda eques</i> (Burmeister)
3'. Braquiapterous, tegminae and wings reduced .....	4
Pronotum rugose, grayish color, with or without dark spots on surface .....	<i>Phrynotettix robustus</i> (Bruner)
4'. Pronotum smooth, yellowish, with blue or green spots on the head .....	<i>Brachystola magna</i> (Girard)
Without a prosternal spine .....	6
5'. With a prosternal spine .....	26
Males with stridulatory pegs in the inner side of posterior femora (Gomphocerinae) .....	7
6'. Males without stridulatory pegs in the inner side of posterior femora (Oedipodinae) .....	20
Vertex faveolae or faveolar area of the head not visible from the top .....	8
7'. Vertex faveolae or faveolar area of the head visible from the top .....	15
Lateral pronotum borders parallel between them .....	9
8'. Lateral pronotum borders contracted to the middle or divergent towards metazone .....	18
Pronotal postocular lateral strip, dark color and extending to all the body length, hind tibiae usually pinkish .....	<i>Mermiria bivittata</i> (Serville)
9'. Pronotal postocular lateral stripe, grayish or without it, hind tibiae usually grayish or yellowish .....	10
Ventral view, with a protuberance between frontal legs .....	<i>Paropomala virgata</i> Bruner
10'. Ventral view, without a protuberance between frontal legs .....	11

11. With similar amplitude along all pronotum, almost parallel from top view, tegminae more shorter than body ..... *Opeia obscura* (Thomas)
- 11'. Pronotum with more amplitude distally than frontally, tegmen longer than the abdomen ..... *Eritettix simplex* (Scudder)
12. Hind tibiae with black and white proximal third, the next two distal thirds orange color ..... *Acantherus piperatus* Scudder & Cockerell
- 12'. Hind tibiae without above characteristics ..... 13
13. Rostrum strongly slanting ..... 14
- 13'. Rostrum vertical ..... 15
14. Slender body, wings well developed with a tanner color than the body (Leptysminae) ..... *Leptysma margicollis* Serville
- 14'. Slender body dark brown color, braquipterous or apterous (Ommatolampinae) ..... *Clematodes larreae* Cockerell
15. Frontal part of the head sharpened ..... *Acrolophitus maculipennis* (Scudder)
- 15'. Frontal part of the head not sharpened ..... 16
16. Body olive green color with little dark spots and bright white pearl spots in both sides of body ..... *Bootettix argentatus* Bruner
- 16'. Body grayish or green color, with a little dark spot behind the eyes, present only in the head ..... *Syrbula montezuma* (Saussure)
17. Posterior part of pronotal disk with a triangle or elongated ribbons shape ..... *Psoloessa texana* Scudder
- 17'. Posterior part of pronotal disk continued ..... 18
18. Pronotum without lateral carinae ..... 19
- 18'. Pronotum with lateral carinae ..... *Boopedon nubilum* (Say)
19. Body dark grayish or pale brown in both sides ..... *Ligurotettix planum* (Bruner)
- 19'. Body with variable color, usually blue-gray or pink-gray ..... *Cibolacris parviceps* (Walter)
20. Medial pronotal carinae cristata, with tooth borders ..... *Tropidolophus formosus* (Say)
- 20'. Medial pronotal carinae with low smooth borders ..... 21
21. Hind wings sky blue color ..... *Anconia hebardii* Rhen

21'. Hind wings yellow, red or orange color .....	22
22. Slender body .....	23
22'. Robust body .....	24
23. Hind wings yellow-orange to orange-red color .....	<i>Arphia conspersa</i> Scudder
23'. Hind wings bright red color .....	<i>Arphia pseudonietana</i> (Thomas)
24. Pronotal metazone weakly rugose or smooth .....	25
24'. Pronotal metazone strongly rugose .....	28
25. Hind tibiae bright orange color .....	26
25'. Hind tibiae pale yellow or white .....	27
26. Inner face of posterior femora with almost two pale color stripes, without little projections in the lower posterior border of pronotal lateral lobules .....	<i>Trimerotropis latifaciata</i> (Scudder)
26'. Inner face of hind femora with two pale stripes alternate with three darker stripes, with little projections in the lower of posterior borders of pronotal lateral lobules .....	<i>Trimerotropis californica</i> (Bruner)
27. With a high contrast bright and dark color in the transversal stripes of the tegminae .....	<i>Trimerotropis pistrinaria</i> Saussure
27'. Lower contrast than above, hind femora inner surface with two pale stripes .....	<i>Trimerotropis pallidipennis</i> (Burmeister)
28. With two well marked dark stripes in the forward border of tegmina .....	<i>Conozoa texana</i> (Bruner)
28'. Without above characteristics .....	<i>Trimerotropis sp.</i>
29. Mesosternal lobules longer than wide (Cyrtacanthacridinae) .....	30
29'. Mesosternal lobules transversal (Melanoplinae) .....	31
30. Body plumber-gray or dark gray colour .....	<i>Schistocerca nitens</i> (Thunberg)
30'. Body gray-yellow or yellowish .....	<i>Schistocerca americana</i> (Drury)
31. Wings well developed or reduced .....	32
31'. Apterous .....	<i>Netrosoma nigropleura</i> Scudder
32. Body olive green or grass green color .....	33

- 32'. Body light brown grayish ..... 34
33. Body surface with many hairs and wings reduced .....  
..... *Campylacantha olivacea* (Scudder)
- 33'. Body surface without hairs and wings well developed ..... 35
34. With a yellow stripe on both tegminae forming a triangle in the joint of them .....  
..... *Melanoplus thomasi* Scudder
- 34'. With red or pinky spots behind the pronotum, with black marked sulcus .....  
..... *Hesperotettix viridis* (Thomas)
35. Hind tibiae red colour ..... 36
- 35'. Hind tibiae blue color, wings well developed ..... *Melanoplus femurrubrum* (De Geer)
36. Wings reduced or braquipterous ..... *Melanoplus lakinus* (Scudder)
- 36'. Wings well developed or size reduced but always present .....37
37. Tegminae longer than body, fore and middle femora robust, hind femora with a black  
dark spot pattern along them .....*Melanoplus differentialis* (Thomas)
- 37'. Male subgenital plate no triangular from behind view ..... 38
38. Hind tibiae highly variably in color red to blue, cerci finger shaped  
..... *Melanoplus sanguinipes* (Fabricius)
- 38'.Tegmina reduced size, dark brown color ..... *Melanoplus sp.*

#### TAXONOMIC LIST.

Order: Orthoptera; Suborder: Caelifera; Infraorder: Acridoidea; Superfamily: Acridoidea;  
Family: Romaleidae; Subfamily Romaleinae.

Tribe: Romaleini *Taeniopoda eques* (Burmeister 1889)

Tribe: Brachistolini *Brachystola magna* (Girard 1853)

Tribe: Phrynotettigini *Phrynotettix robustus* (Bruner 1889)

Family: Acrididae; Subfamily Gomphocerinae.

Tribe Acrolophitini *Acrolophitus maculipennis* (Scudder 1890)

*Boottettix argentatus* Bruner 1889

Tribe: Amblytropidinni *Boopedon nubilum* (Say 1825)  
*Syrbula montezuma* (Saussure 1861)

Tribe Aulocarini *Aulocara ellioti* (Thomas 1870)  
*Psoloessa texana* Scudder 1875

Tribe: Cibolacrini *Cibolacris parviceps* (Walker 1870)  
*Ligurotettix planum* (Bruner 1905)

Tribe: Eritettigini *Eritettix simplex* (Scudder 1889)  
*Opeia obscura* (Thomas 1872)

Tribe: Paropomalini *Paropomala virgata* Scudder 1899  
*Acantherus piperatus* Scudder and Cockerell 1902

Tribe: Mermirini *Mermiria bivitatta* (Serville 1839)

Subfamily: Oedipodinae

Tribe: Anconiini *Anconia hebaridi* Rhen 1919

Tribe: Arphini *Arphia conspersa* Scudder 1875  
*Arphia pseudonietana* (Thomas 1870)

Tribe: Psinidiini *Mestobregma plateii* (Thomas 1873)

*Mestobregma terricolor* Rhen 1919

Tribe: Tropidolophini *Tropidolophus formosus* (Say 1825)

Tribe: Sphingonotini *Trimerotropis pallidipennis* (Burmesiter 1838)

*Trimerotropis pistrinaria* Saussure 1884

*Trimerotropis latifaciata* Scudder 1881

*Trimerotropis californica* Bruner 1889

*Conozoa texana* (Bruner 1889)

Subfamily: Melanoplinae

Tribe: Dactylotini *Campylacantha olivacea* (Scudder 1875)

*Hesperotettix viridis* (Thomas 1872)

Tribe: Melanoplini *Netrosoma nigropleura* Scudder 1897

*Melanoplus differentialis* (Thomas 1865)

*Melanoplus femurrubrum* (De Geer 1773)

*Melanoplus glandstoni* Scudder 1897

*Melanoplus lakinus* (Scudder 1878)

*Melanoplus thomasi* Scudder 1897

Subfamily: Cyrtacanthacridinae

Tribe: Cyrtacanthacridini *Schistocerca americana* (Drury 1773)

*Schistocerca nitens* (Thunberg 1815)

Subfamily: Ommatolampinae

Tribe: Clematodini                      *Clematodes larreae* Cockerell 1901

Subfamily: Leptysminae

Tribe: Leptysminae                      *Leptysma margicolis* Serville 1839

## DISCUSSION

The greatest Orthopteran species richness was recorded in high vegetation cover. Grasshoppers were best represented in lower bajada with little difference between vegetation units. Extreme parts of the topographic gradient (slope and dunes) had low species richness (17 and 14 species respectively) with only three grasshopper species in common (*Phrynotettix robustus*, *Boottettix argentatus*, and *Trimerotropis pallidipennis*). Ensiferan fauna only share two species (*Gryllus assimilis* and *Acheta domesticus*) and the cockroach *Arenivaga* sp. was only recorded on dunes. *B. argentatus* and *T. pallidipennis* showed themselves to be the most common grasshoppers on MBR, the former closely related to creosote bush presence (high host specificity), and the latter always on the bare ground patches. The Acridoidea superfamily (Caelifera) was the best represented group (39 species), followed by the Ensiferans (15 species), showing the great Nearctic influence on MBR fauna. A close relationship has been demonstrated between orthopteran fauna, especially grasshoppers, and plant vegetation richness and soil surface texture along the topographic gradient, principally grasshoppers. The species recorded on MBR is lower than reported (around 100 species) by Tinkham (1948) in the Big Bend region (Trans-Pecos, Texas), the low species richness recorded at MBR (60 species) were due by altitude (average 1100 m) with high monotony on the physiognomic plant species composition (Montaña 1988). Grasshoppers offer a great biomass to be consumed by a wide variety of animals in MBR, principally vertebrates; they are therefore an important meal factor that stabilizes feeding interactions (Hassel 1985, 1987; Stiling 1988). In the MBR ecosystem, grasshoppers have many predators and parasites from spring to fall (Rivera 2004 and Rivera in press), sometimes with a great synchronization between the breeding season of some avian predators with grasshopper abundance (Garza 1988; Hermosillo 1989). This demonstrates the effect of prey availability on foraging patch choice by *Campylorhynchus brunneicapillus* (Hermosillo et al. 1991).

## ACKNOWLEDGMENTS

I Thank to Juan Francisco Herrera and his family for their invaluable help and company, as well as INECOL authorities for facilities during the 20 years of field work at MBR. I thank to Cuauhtemoc Dominguez, for text revision; and Sofia Anduaga for her comments and suggestions and two anonymous reviewers.

## LITERATURE CITED

- Alexander, G. 1941. Keys for the identification of Colorado Orthoptera. Univ. of Col. Studies, Series D. 1(3): 129-164.
- Alexander, G. and Hilliard, Jr. 1969. Altitudinal and seasonal distribution of Orthoptera in the Rocky Mountains of northern Colorado. Ecol. Monographs. 30: 385-431.
- Anderson, N. L. 1964. Some relationships between grasshoppers and vegetation. Ann. Ent. Soc. of Amer. 57: 736-742.
- Ball, E. D., E. R. Tinkham, R. Flock and C. T. Vorhies. 1942. The grasshoppers and other Orthoptera of Arizona. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 93: 255-373.
- Blatchely, W. S. 1920. Orthoptera of North-Eastern America. The Nature Pub. Co. Indianapolis. U. S. A.
- Brooks, A. R. 1958. Acridoidea of Southern Alberta, Saskatchewan, and Manitoba (Orthoptera). Supp. 9. Canadian Entomologist. 90 pp.
- Brusven, M. A. 1967. Differentiation, ecology, and distribution of immature slant-faced grasshoppers (Acridinae) in Kansas. Kansas. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. No. 149.
- Brusven, M. A. 1972. Differentiation of common Catantopinae and Cyrtacanthacridinae nymphs (Orthoptera: Acrididae) of Idaho and adjacent areas. Melanderia. 9: 1-31.
- Campbell, J. B., W. H. Arnett, J. D. Lambley, O. K. Jantz and H. Knutson. 1974. Grasshoppers (Acrididae) of the Flint Hills tall grass prairie in Kansas. Kansas Agric. Exp. Sta. Manhattan, Res. paper. No. 19.
- Cantrall, I. J. 1943. The ecology of the Orthoptera and Dermaptera of George Reserve, Michigan. Univ. of Mich. Misc. Pub., Mus. of Zoo. No. 54.
- Capinera, J. L. and T. S. Sechrist. 1981. Grasshoppers (Acrididae) of Colorado, identification, biology and management. Col. State. Univ. Exp. Sta. Bull. 584S.
- Cohn, T. 1965. The arid land Katydid of the North American Genus *Neobarrettia* (Orthoptera: Tettigoniidae): Their systematics and a reconstruction of their History. Miscellaneous Publications. Museum of Zoology, University of Michigan. No. 126.
- Cook, R. E. and Hubbard, S. F. 1977. Adaptive searching strategies in plant parasites. Jour. of Anim. Ecol. 46: 115-125.
- Diario Oficial de la Federación. Fecha: noviembre 26 del 2000.
- Dreux, P. 1979. Introducción a la Ecología. 2ª. Edit. Alianza Editorial. Madrid, España.



- Garza, H. A. 1988. La teoría del forrajeo central de Orians y Pearson (1979). Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias. UNAM.
- Hassel, M. P. 1985. Insect natural enemies as regulating factors. *Jour. of Anim. Ecol.* 54: 323-334.
- Hassel, M. P. 1987. Detecting regulation in patchily distributed animal populations. *Jour. of Anim. Ecol.* 56: 705-713.
- Helfer, J. R. 1987. How to know the grasshoppers, crickets, cockroaches and their allies. Dover Pub. New York.
- Hermosillo, M. S. 1989. Forrajeo y nidificación en *Campylorhynchus bruneicapillus* (Aves: Trogloditidae). Tesis Licenciatura. Fac. Ciencias. UNAM.
- Hermosillo, M. S., Garza, H. A. y J. Necedal. 1991. Preferencias de áreas de forrajeo de *Campylorhynchus bruneicapillus* (Trogloditidae): Influencia de los cambios en la densidad de presas. *Pub. Biol. Fac. de Ciencias Biológicas. U. A. N. L.* 5(1): 49-52.
- Hewitt, G. B., E. W. Huddleston., R. J. Lavigne., D. N. Veckert and G. J. Watts. 1974. *Rangeland Entomology. Range Sci. Ser. No. 2 Soc. Range. Manage. Denver, Colorado. U. S. A.*
- Hewitt, G. B. and J. B. Onsager. 1982. A method for forecasting potential losses from grasshoppers feeding in northern mixed prairie forages. *J. Range Manage.* 35: 53-57.
- Hewitt, G. B. and J. B. Onsager. 1983. Control of grasshoppers on rangeland in the United States - A perspective-. *J. Range. Manage.* 36: 202-207.
- Hubell, T. H. and R. M. Norton. 1978. The Systematics and Biology of cave-crickets of North American Tribe Hadenocici (Orthoptera: Saltatoria: Ensifera: Rhabdophoridae: Dolichopodinae). *Misc. Pub. Museum of Zool. Univ. of Mich.* No. 156.
- Kemp, W. P. and B. Dennis. 1993. Density dependence in rangeland grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Oecologia.* 96: 1-8.
- Mitchell, J. E. and R. E. Pfadt. 1974. A role of grasshoppers in short grass prairie ecosystem. *Environ. Ent.* 3: 358-360.
- Montaña, C. (ed). 1988. Estudio Integrado de los Recursos Vegetación Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. Instituto de Ecología, A. C. México, D. F.
- Montaña, C. 1988. Las formaciones vegetales. In: Montaña C. (ed). Estudio Integrado de los Recursos Vegetación Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. Instituto de Ecología, A. C. México, D. F. 167-198.
- Montaña, C. and R. F. Breimer. 1988. Major Vegetation units. In: Montaña C. (ed). Estudio Integrado de los Recursos Vegetación Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. Instituto de Ecología, A. C. México, D. F. 99-114.

- Odum, E. P., Connell, C. E. and L. P. Davenport 1962. Population energy flow of three primary consumer components of old field ecosystems. *Ecology*. 43: 88-96.
- Onsager, J. A. and G. B. Hewitt. 1982. Rangeland grasshoppers: Average longevity and daily rate of mortality among six species in nature. *Environmental Ent.* 11: 127-133.
- Otte, D. 1981. *The North American Grasshoppers. Vol. 1, Acrididae: Gomphocerinae and Acridinae.* Harvard Univ. Press, Cambridge.
- Otte, D. 1984. *The North American Grasshoppers. Vol. 2, Acrididae: Oedipodinae.* Harvard Univ. Press, Cambridge.
- Pfadt, R. E. 1986. Key to the Wyoming grasshoppers: Acrididae and Tetrigidae. Univ. Wyoming, Agric. Exp. Sta. Mimeo. Circ. No. 210.
- Rhen J. A. G. and D. C. Eades. 1961. The tribe Leptysmini (Orthoptera: Acrididae: Cyrtacanthacridinae) as found in North America and Mexico. *Proc. of Acad. of Nat. Sci. of Phila.* 113(5): 81-134.
- Rhen, J. A. and H. J. Grant Jr. 1961. A monograph of the Orthoptera of North America (North of Mexico). *Monographs of Academy of Natural Science of Philadelphia. U. S. A. No. 12.*
- Richman, D. B., D. C. Lightfoot, C. A. Sutherland, D. J. Ferguson, and L. Black. 1993. A manual of the grasshoppers of New Mexico (Orthoptera: Acrididae and Romaleidae). New Mexico State University, Handbook No. 7.
- Risser, P. G., Birney, E. C. Blocker, H. D. May, S. W. Parton, W. J. and J. A. Wiens. 1981. *The true prairie ecosystem.* Hutchinson & Ross. Stroudsburg, PA.
- Rivera, E. 1986. Estudio Faunístico de los Acridoidea de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Dgo., México. *Acta Zool. Mex. ( n. s.)* 14: 1-42.
- Rivera, G. E. 1996. Utilización de *Larrea tridentata* (DC) cov. (Zygophyllaceae) por *Boottettix argentatus* (Bruner), (Acrididae: Gomphocerinae), en el Bolsón de Mapimí, Durango, México. *Acta Zool. Mex. ( n. s.)* 68: 1-12.
- Rivera, G. E. 2004. Records of predators and parasites of creosote bush grasshopper *Boottettix argentatus* (Bruner), (Acrididae: Gomphocerinae), from Bolsón de Mapimí, Dgo. (Chihuahuan Desert), México. *Acta Zool. Mex. ( n.s.)* 20(1): 287-290.
- Ruiz de Esparza V. 1988. Lista de las especies Vasculares. In: Montaña C. (ed). *Estudio Integrado de los Recursos Vegetación Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí.* Instituto de Ecología, A. C. México, D. F. 225-268.
- Stiling, P. 1988. Density – Dependent processes and key factors in insect populations. *Jour. of Anim. Ecol.* 57: 581-593.

Stroecker, H. F., W. W. Middlekauff and D. C. Rentz. 1968. The grasshoppers of California (Orthoptera: Acrididae). Bulletin of California Insect Survey. No. 10.

Tinkham, E. R. 1938. Western Orthoptera attracted to lights. Jour. of New York Entomol. Soc. 46: 339-353.

Tinkham, E. R. 1948. Faunistic and ecological studies on the Orthoptera of the Big Bend region of Trans - Pecos Texas, with special reference to the Orthopteran zones and fauna of Midwestern North America. The Amer. Midd. Nat. 40: 521-663.

Uvarov, B. P. 1977. Grasshoppers and locusts. A handbook of general Acridology. Vol. 2. Centre for Overseas Pest Research, London.

Van Hook, R. I. Jr. 1971. Energy and nutrient dynamics of spider and Orthopteran populations in grassland ecosystem. Ecol. Monographs. 41: 1-26.

Watts, G. J., E. W. Huddleston and J. C. Owens. 1982. Rangeland Entomology. Ann. Rev. Ent. 27: 283-311.

Walde, S. J. and W. W. Murdock. 1988. Spatial density dependence in parasitoids. Ann. Rev. Ent. 33: 441-466.



## FOLIA ENTOMOLOGICA MEXICANA

5 de septiembre del 2008

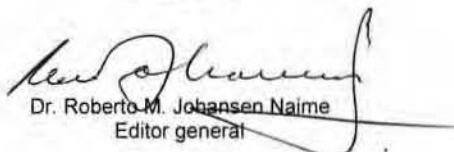
**DR. EDUARDO RIVERA GARCÍA**  
Presente

Estimado Eduardo:

Por este conducto me es muy grato el poder comunicarte, que tu manuscrito titulado: "AN IDENTIFICATION KEY FOR THE MOST IMPORTANT GRASSHOOPERS OF MAPIMI BIOSPHERE RESERVE (CHIHUAHUAN DESERT), MEXICO", ha sido aceptado para su publicación y estará incluido en el Volumen 47 (2) correspondiente al 2008 de nuestra revista Folia Entomológica Mexicana.

Enhorabuena y aprovecho para enviarte un saludo cordial.

Atentamente



Dr. Roberto M. Johansen Naimé  
Editor general

## **5. RELACIONES ECOLÓGICAS ENTRE LA COMPOSICION Y ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE CHAPULINES Y LA VEGETACIÓN EN PASTIZALES Y MATORRALES DE GOBERNADORA (*Larrea tridentata*) EN EL DESIERTO CHIHUAHUENSE, MÉXICO.**

### **INTRODUCCION**

Debido al consumo de forraje y su tamaño, los chapulines es el grupo de invertebrados herbívoros de mayor importancia en los pastizales del oeste de los Estados Unidos (Cigliano *et al.* 1995, Capinera *et al.* 1997, Craig *et al.* 1999, Onsager 2000, Squitier *et al.* 2002, Debanó 2006, Bock *et al.* 2007), Argentina (Cigliano *et al.* 2000, 2002, Torrusio *et al.* 2000, Wysiecki *et al.* 2004), Australia (Andersen *et al.* 2001, Hunter *et al.* 2001), Mongolia (Guo *et al.* 2006, Kang y Chen 2008), China (Kang *et al.* 2007), India (Kaushal y Joshi 2006) y en Sudáfrica (Wood y Samways 1991, Samways y Kreuzinger 2001). Este grupo de insectos responden rápidamente a los cambios físicos en el ambiente (Wood y Samways 1991, Kemp y Cigliano 1994, Kaushal y Joshi 2006), al ser afectados de manera positiva o negativa en sus poblaciones. La estructura de la vegetación, determina la oferta y disposición espacial de los recursos alimenticios y de microhabitat para estos insectos (Strohecker 1937, Cantrall 1943, Otte y Joern 1977, Joern 1979 a y b), los cuales conforman un gremio de herbívoros folívoros que explota los recursos de una manera similar (Root 1967, Uvarov 1977).

La interacción entre las especies de chapulines y la estructura vegetal (Anderson 1961, 1964), ha favorecido la evolución de una serie de adaptaciones en su morfología a nivel corporal (forma y color; Isely 1938, Gendron y Staddon 1983, Staddon y Gendron 1983, Civantos *et al.* 2004) y en modificaciones especiales en sus mandíbulas y apéndices bucales, asociadas al consumo de sus plantas preferidas (Herbívoro típico y Graminívoro típico, como los extremos de las modificaciones mencionadas; Uvarov 1977, Rivera-García 1986). Por ejemplo: los oedipodinos, están asociados con áreas abiertas de vegetación baja y la mayoría son polívoros u oligóvoros; los melanoplinos prefieren pastizales mixtos con alto porcentaje de arbustos y/o hierbas, mostrando hábitos mixtos de alimentación; los

gomfocerinos muestran una asociación más uniforme, con sitios de alta cobertura de pastos y con distribución uniforme de arbustos y muestran una gran variación en sus adaptaciones alimentarias y en el tipo de dentición mandibular asociada a estas adaptaciones (Craig *et al.* 1999, Rivera-García 1986, 2006).

De acuerdo a la coloración corporal de los chapulines, ellos seleccionan su microhábitat para protección (Isely 1938, Gendron y Staddon 1983, Staddon y Gendron 1983, Civantos *et al.* 2004) o alimentación (Pfadt 1977, Mulkern *et al.* 1969, Mulkern 1967, 1970, 1980,1982), en ambos casos la oferta de microambientes utilizables, son el producto de la combinación de la estructura vegetal, de la coloración proporcionada por la textura superficial del suelo, y de los tonos resultantes de la luz solar (Joern 1977, Otte y Joern 1977).

En algunas poblaciones de acrídidos, los cambios espaciales y temporales en la composición de la vegetación afectan su abundancia (Anderson 1964, 1973), y algunas veces llegan a la extinción local (Kemp *et al.* 1990; Parmenter *et al.* 1991).

Jonas *et al.* (2002) encontraron que la riqueza y diversidad de ortópteros es alta en ambientes modificados y que estos parámetros están correlacionados negativamente con la abundancia de plantas nativas, por lo cual concluyen que el disturbio favorece a esta comunidad.

La mayor parte de los trabajos sobre comunidades de chapulines han sido realizados en pastizales naturales de climas templados de EUA (Cigliano *et al.* 1995, Capinera *et al.* 1997, Craig *et al.* 1999, Onsager 2000, Squitier *et al.* 2002, Deban 2006, Bock *et al.* 2007), de Argentina (Cigliano *et al.* 2000, 2002, Torrusio *et al.* 2000, Wysiecki *et al.* 2004), de Australia (Andersen *et al.* 2001, Hunter *et al.* 2001), de Mongolia (Guo *et al.* 2006, Kang y Chen 2008) y de Sudáfrica (Wood y Samways 1991, Samways y Kreuzinger 2001), y todos ellos coinciden en encontrar entre 15 y 18 especies.

En los desiertos americanos la situación es un poco diferente debido a sus condiciones particulares (climáticas y biológicas), que incluyen bajos niveles de precipitación, alta evapotranspiración, gran variabilidad en la temperatura media anual (Cornet 1988, ver Fig 1. análisis de 30 años, para RBM), baja riqueza de plantas y de acrídidos (Otte y Joern 1977; Joern 1979 a, b).

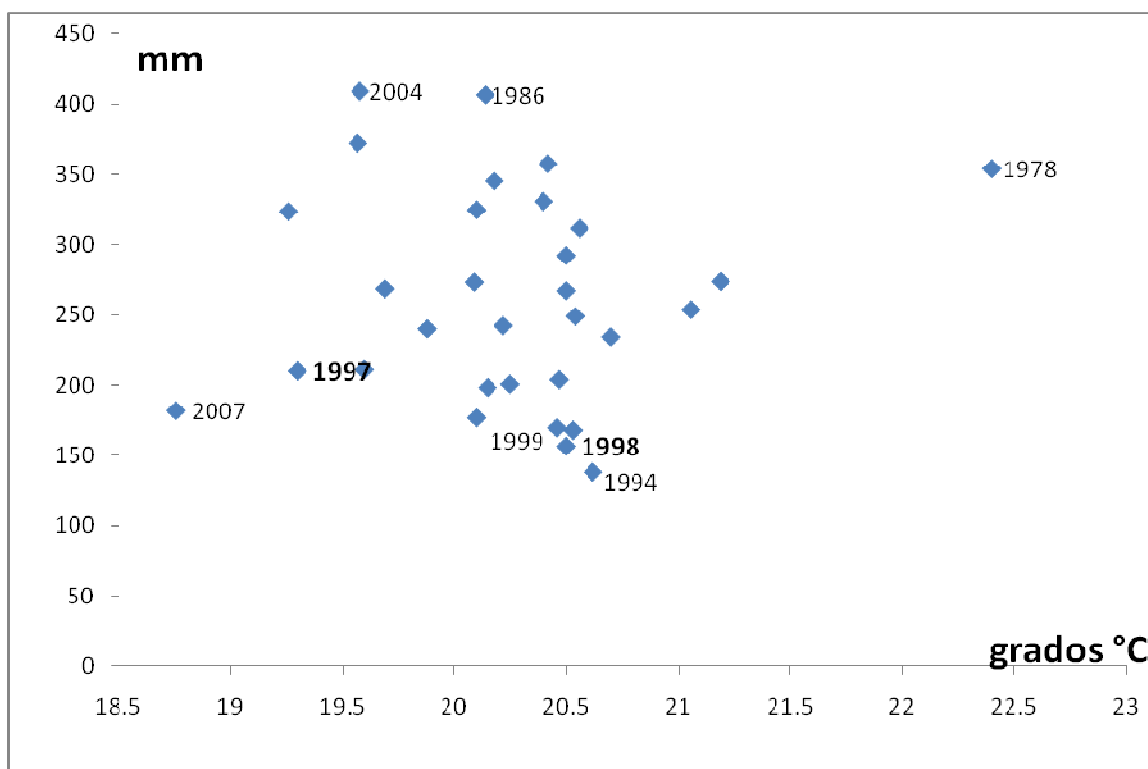


Figura 1. Registros de 30 años (1978–2008), Temperatura media anual en °C y de lluvia anual acumulada en mm, en la Reserva de la Biosfera Mapimí (datos de la Estación climatológica “Laboratorio del Desierto”, INECOL)

Por otra parte, aunque la competencia interespecífica ha sido considerada como una fuerza importante que estructura la disposición espacial de los organismos a lo largo de gradientes ambientales (Beckerman 2000), en áreas semiáridas o áridas del Desierto Chihuahuense debido a las limitantes de recursos, se esperaría encontrar fuertes interacciones de competencia por la utilización de alimento y el uso de la cobertura vegetal como medio de protección (Ueckert y Hansen 1971). Sin embargo, las comunidades de chapulines muestran diferencias marcadas en la composición, densidad y dominancia en los distintos parches de vegetación (Joern 1979a), con una reducción aparente de los nichos alimentarios para las especies interactuantes (Joern 1979b), diluyendo la posibilidad de una competencia directa.

Esto posiblemente sea el reflejo de las interacciones coevolutivas entre taxa de plantas y chapulines (Joern 1979b, 1982, Joern y Lawlor 1980), aunque la competencia entre acrídidos podría presentarse de manera temporal o de forma difusa durante algún periodo del año (Strong *et al.* 1984, Chapman 1990).

La topografía, la disposición local del hábitat y la abundancia de plantas hospederas, tienen repercusiones importantes en la ubicación espacial de las poblaciones de insectos fitófagos (Strong *et al.* 1984). La heterogeneidad registrada en la distribución espacial de los acrídidos puede deberse a la gran cantidad de microambientes que se forman cuando hay baja cobertura de pastos, disposición espacial de la vegetación y a la presencia de suelos escabrosos y desnudos (Solomon y Samways 2006).

Las tasas de ocupación de un sitio pueden ser afectadas por la oferta de recursos, el tiempo disponible para la colonización y el grado de similitud entre las áreas de procedencia y destino (Otte y Joern 1977), lo cual regula la posibilidad de ocupación de un sitio determinado. La heterogeneidad topográfica puede ser un factor adicional poco estudiado hasta ahora (Solomon y Samways 2006) y que afecta la disposición espacial de los parches de vegetación.

De acuerdo a Strong *et al.* (1984), la comunidad de insectos fitófagos se ve afectada por la especificidad alimentaria, el uso de recursos y los patrones estacionales de las especies de insectos fitófagos. En el caso de los chapulines, no muestran un alto grado de especificidad alimentaria (Chapman *et al.* 1988), pero se reconoce que algunas especies (de manera individual o poblacional) prefieren alimentarse de un número limitado de especies de plantas a nivel local (Joern 1979a). De acuerdo a Chapman (1990), los chapulines oligófagos se alimentan de un número limitado de plantas, pero por lo regular de pocas familias; los monófagos se alimentan de un solo género de plantas, pero también se han registrado especies monófagas estrictas como *Boottettix argentatus* Bruner, *Ligurotettix planum* (Bruner), *L. coquilleti* McNeill y *Hesperotettix viridis* (Thomas), y facultativas como el caso de *Opeia obscura* (Thomas).

Por otra parte, los patrones estacionales de presencia de los chapulines en el Desierto Chihuahuense son muy similares, con pocas diferencias latitudinales (Joern 1977; Rivera-García 1986). En la Reserva de la Biosfera Mapimí (RBM) se tienen registradas 39 especies de chapulines, de las cuales 18 son las más constantes en cuanto a su aparición anual, el resto son especies asociadas a las áreas de cultivo, especies raras o poco abundantes (Rivera-García 2006).



## OBJETIVO

El objetivo general de este capítulo fue conocer y describir la relación entre la estructura de la comunidad vegetal y la comunidad de chapulines en función de su abundancia, diversidad y dominancia, en los dos tipos de vegetación más importantes del Desierto Chihuahuense.

Se plantean como hipótesis: (1) la mayor diversidad de especies de chapulines será encontrada en los matorrales, debido a la diversidad vegetal que proporciona alimento y a su estratificación vertical que les brinda protección al incrementar los microhábitats disponibles, (2) el tipo de vegetación, la composición vegetal y la estratificación vertical, afecta la composición comunidad de chapulines en función de los requerimientos alimenticios y de protección de las especies, y (3) las parcelas con el mismo tipo de vegetación, en función de su cobertura, diversidad y estratificación, tendrán una composición de chapulines más parecida entre sí.

## MÉTODOS

**Sitio de estudio.** La Reserva de la Biosfera Mapimí (RBM), actualmente cuenta con una extensión de 342,387.99 ha (decreto del 27 de noviembre del 2000), formando un polígono irregular ubicado en los estados de Durango, Coahuila y Chihuahua. Es representativa de la subregión denominada Bolsón de Mapimí y se encuentra ubicada en la parte central del Desierto Chihuahuense. Este polígono irregular se encuentra dentro del cuadrante comprendido entre los 27°00' y 26°10' norte y entre los 104°05' y 103°25' oeste (DOF, 2000). Su clima corresponde al tipo BW<sub>hw</sub>(e), seco o árido, cálido, con invierno frío y con régimen de lluvias en verano en forma de chubascos muy localizados (García 1988), con un registro anual promedio de 232 mm al año, una media anual promedio de evaporación anual de 2,796 mm y temperatura mínima y máxima promedio de 18 y 42° C, respectivamente (Cornet 1988).

En la zona de estudio se ubican cerros de origen ígneo y sedimentario descritos por Montaña y Breimer (1988). También se encuentra ubicada la cuenca

endorreica denominada “Laguna de Palomas”, en la Región del Bolsón de Mapimí, en los estados de Chihuahua y Durango.

En general el tipo de vegetación dominante en la región, corresponde a matorral xerófilo (Rzedowski 2006). Montaña y Breimer (1988) describen la geomorfología, suelos y las grandes unidades de vegetación (Montaña 1988) y ambientes de la RBM. De acuerdo a Martínez y Morello (1977) y a Montaña y Breimer (1988) los principales tipos de vegetación del área de estudio son los siguientes:

**Matorral de *Larrea tridentata*.** Esta unidad de vegetación está presente en todas las bajadas de la RBM, es ocupada por comunidades arbustivas con *L. tridentata* J. M. Coult (Zygophyllaceae) y *Fouquieria splendens* Engelm. (Fouquieriaceae) como especies dominantes. En algunos sitios se observan especies suculentas como *Opuntia rastrera* F. A. C. Weber (Cactaceae), *O. microdasys* (Lehman) Pfeiffer (Cactaceae) y *Agave asperrima* Jacobi (Agavaceae), las cuales llegan a ser codominantes con las especies arbustivas antes mencionadas. Los suelos siguen un gradiente de acuerdo a la pendiente del terreno, que va desde suelos pedregosos con pendientes de poco más del 10%, a suelos profundos, gravosos o arenos-arcillosos con pendientes de no más del 2% (Montaña 1988).

**Pastizal.** Esta unidad está presente en las Bajadas Inferiores, donde los suelos observados pueden ser de grava fina y/o suelos de textura fina, profundos y moderadamente salinos. El 20% del área de la zona de estudio corresponde a comunidades vegetales típicas de pastizales áridos, en las que dominan, con más de 95% de cobertura relativa, las gramíneas amacolladas perennes *Pleuraphis* (= *Hilaria*) *mutica* Buckley (Poaceae) y *Sporobolus airoides* Torr. (Poaceae).

En algunos sitios la vegetación está organizada en forma de densos arcos de vegetación, cuyo eje principal es perpendicular a la pendiente del terreno. En estos arcos de vegetación están presentes *Prosopis glandulosa* Torrey (Fabaceae), *F. splendens*, *L. tridentata* y *P. mutica* como los elementos vegetales mejor representados (Montaña 1988; Montaña *et al.* 1988).

Los pastizales también se encuentran en las Playas, donde los suelos son arcillo-limosos, ligeramente salinos y sódicos, con vegetación típica de pastizal árido,

dominado por *P. mutica*, con un estrato arbustivo dominado por *P. glandulosa*. En contraste, las zonas cercanas a los cauces de arroyos como en el caso del “Arroyo de la India”, los suelos son más salinos y se encuentran cubiertos por *S. airoides*, como la gramínea dominante, acompañados por un estrato arbustivo de cobertura variable dominado por *P. glandulosa*.

*P. mutica* y *S. airoides* rara vez coexisten, por lo que es común observarlas en comunidades separadas. En general, los pastizales dominados por *S. airoides*, se encuentran ubicados en la porción más baja del gradiente mencionado y los pastizales de *P. mutica*, ocupan la posición superior inmediata, a manera de continuo. Esta distribución de comunidades se ve influida de manera diferencial por la habilidad de explotar los suplementos de agua y por su tolerancia a las concentraciones de sales en el suelo (Montaña *et al.* 1988).

**Selección de sitios.** Para este capítulo y como marco de referencia, fueron considerados para su análisis tres sitios de pastizal y tres de matorral de *L. tridentata* (Fig. 2), reconocidos por Montaña (1988), todos ellos ubicados dentro del mismo gradiente topográfico utilizado por Rivera-García (1986) (Cuadro 1):

**SITIO 1.** Corresponde a un sitio que cuenta con alrededor de 1,000 ha de pastizal de *S. airoides* con una cobertura que a veces supera el 50%, un estrato arbustivo dominado por *P. glandulosa*, que nunca pasa del 10% de cobertura relativa total, se encuentra ubicado sobre las vegas y arroyos, en la parte inferior del gradiente topográfico típico antes mencionado.

**SITIO 2.** Se presenta sobre la mayor parte de la superficie de las Bajadas, son formaciones densas, que generalmente sobrepasan el 50% de cobertura relativa total, dominados por *P. glandulosa* y *P. mutica*, también existe un tercer elemento con una cobertura relativa entre 10 y 20%, compuesto por *P. glandulosa* y *L. tridentata*.

**SITIO 3.** Ocupa vegas y valles intermontanos sobre xerosoles y yermosoles háplicos o lúvicos, donde el estrato leñoso siempre es dominado por *P. glandulosa*, llega a alcanzar hasta 25% de cobertura, el estrato herbáceo siempre es dominado por *P. mutica*, es muy denso, llega a superar el 50% de cobertura vegetal relativa.

**SITIO 4.** Corresponde a formaciones caracterizadas por mosaicos de dos elementos principales, con dominancia alternada dependiendo de la extensión del área entre: *L. tridentata*, *P. glandulosa*, *P. mutica* y *O. rastrera*, con coberturas relativas superiores al 50%.

**SITIO 5.** Son formaciones caracterizadas mostrar estratos leñosos altos, bajos y suculentas platicaulas. Ocupan las partes superiores de las Bajadas y está cubierto por *L. tridentata*, *F. splendens* y *O. rastrera*, como las principales plantas dominantes, llegan a registrar coberturas relativas superiores al 50%.

**SITIO 6.** Son las formaciones con estratos leñosos altos, bajos y suculentas platicaulas, se encuentran ubicados en las laderas del cerro de "San Ignacio", en la parte más alta del gradiente topográfico. Las especies vegetales dominantes son *F. splendens*, *L. tridentata* y *O. microdasys*, en algunas ocasiones se encuentra un estrato de gramíneas perennes de importancia y composición variable que puede llegar a incrementar la cobertura relativa hasta 50%.

En 1996, un año previo al del trabajo de campo, se registró una oscilación de temperatura media anual (máxima y mínima), de entre 42.0 y 18.0°C así como una precipitación de 232.7 mm (datos meteorológicos de la estación "Laboratorio del Desierto", del INECOL). En el periodo de estudio (1997-1998) se registró una severa sequía, particularmente durante el segundo año (oscilación térmica entre la media anual mínima y máxima: 1997, 0.3 y 34.6°C; 1998, 2.1 y 37.3°C; precipitación: 1997, 210.4 mm, 1998, 157.0 mm). Esto repercutió severamente en la vegetación y fauna de chapulines (composición específica y cobertura en el primer caso; composición y abundancia en el segundo).

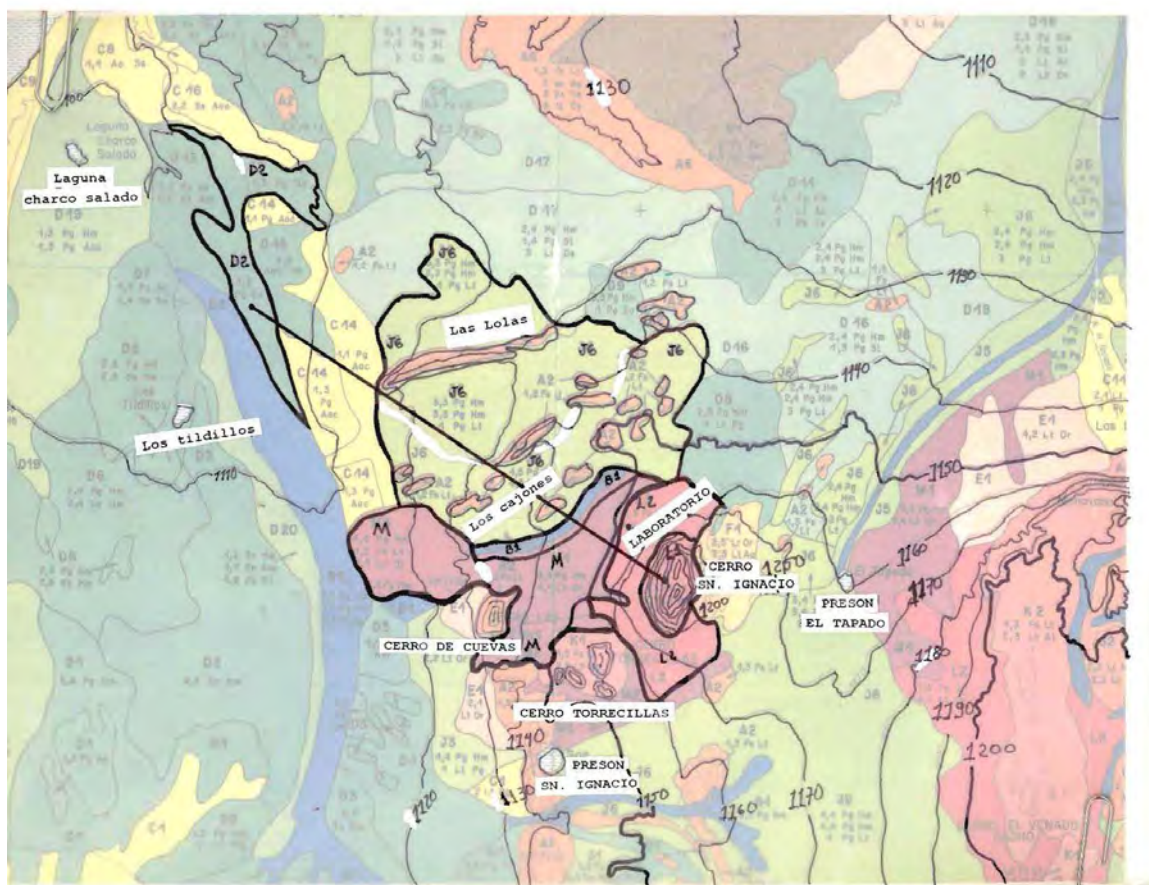


Figura 2. Ubicación del gradiente topográfico utilizado para el presente estudio, tomando como referencia el mapa de vegetación de Montaña 1988, para la parte central de la Reserva de la Biosfera Mapimí.

**Comunidad de chapulines.** Para determinar la estructura de las comunidades de chapulines en los seis sitios elegidos para el presente trabajo, y ubicados dentro de un gradiente topográfico en la RBM, a finales de agosto de 1997 y 1998 se realizaron los muestreos, en cuatro parcelas de 36 x 36 m en cada uno de los tres sitios de pastizal anteriormente descritos (Sitios 1, 2 y 3) y en tres sitios de matorral de gobernadora *L. tridentata* (Sitios 4, 5 y 6), todos ellos ubicados en forma ascendente a la cota altitudinal (entre los 1100 y 1220 m). Dentro de cada área se efectuaron conteos visuales directos de chapulines en seis transectos de 1 x 30 m (Rivera-García 1990; Rivera-García y Reyna 1991; Legg y Lookwood 1995; Legg *et al.* 1996) entre las 09:00 y las 13:00, que es el periodo de actividad de los chapulines (Rivera 1988, 1992). Los transectos fueron ubicados en forma paralela a 5 m de distancia

como mínimo entre ellos. En cada transecto se registró el número de especies de chapulines, número de individuos de especie y estrato vegetal donde fueron observados. Las especies de chapulines fueron identificadas tomando como referencia los trabajos de Rivera-García (1986, 2006) y Richman *et al.* (1993).

Cuadro 1. Ubicación geográfica y caracterización de los sitios de muestreo en pastizales y matorrales en un gradiente topográfico de la Reserva de la Biosfera Mapimí, de acuerdo a los tipos de vegetación descritos por Montaña 1988.

Características	PASTIZALES			MATORRALES		
	SITIO 1	SITIO 2	SITIO 3	SITIO 4	SITIO 5	SITIO 6
Latitud	26°43' 21.6''	26°40' 38.8''	26°41' 16.4''	26°41' 58.8''	26°41' 23.4''	26°40' 27.6''
Longitud	103°50' 19.2''	103°47' 28.2''	103°45' 21.6''	103°44' 39.9''	103°44' 41.1''	103°44' 52.1''
Altitud (m)	1110	1143	1152	1157	1163	1220
Vegetación <sup>1</sup>	D <sub>2</sub>	J <sub>6</sub>	B <sub>1</sub>	M	L <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>
Tipo de suelo	yermosol lúvico + gípsico	yermosol lúvico + háplico	yermosol lúvico + solonchack	yermosol modal + coluviones	regosol columnar medio	regosol + coluvión
Pendiente (%)	< 1	< 1	< 1	1	1.5	6.3
Drenaje	lateral	causes de conducción	causes de conducción	encausado	encausado	encausado
Pedregosidad	nula	nula	nula	grava fina	grava	pedregoso
Textura	fina	media	fina	arenoso limoso	arenoso limoso	arenoso limoso
Estado de superficie	arcilla limo	arcilla limo	arena grava	grava fina arena y limo	gravas y suelo desnudo	pedras y gravas
Salinidad	salino sódico	salino sulfatos	moderado sódico	moderado sódico	ligeramente sódico	nula

<sup>1</sup>Tipos de vegetación *sensu* Montaña (1988):

D<sub>2</sub>: Estrato leñoso bajo (1-1.5 m), estrato herbáceo de hasta .5 m, c/ *P. glandulosa* y *S. airoides*, como dominantes en cada estrato.

J<sub>6</sub>: Estrato leñoso variable (1 -2 m), estrato herbáceo de hasta .5 m, c/ *P. glandulosa* y *H. mutica*, como dominantes en cada estrato y presencia de *L. tridentata*.

B<sub>1</sub>: Estrato leñoso alto (hasta 4 m), herbáceo hasta .5 m, dominados por *P. glandulosa* y *H. mutica*.

M: Estrato leñoso variable (0.5-2 m), herbáceo hasta 0.5 m y suculento platicaula entre 0.5 y m con *P. glandulosa* y *L. tridentata* como dominantes acompañadas de *H. mutica* y *O. rastrera*.

L<sub>2</sub>: Estrato leñoso medio-alto (1-3 m), leñoso bajo (hasta 1 m) y suculento platicaula (0.5-1 m), *F. splendens*, *L. tridentata* y *O. rastrera* como dominantes.

L<sub>1</sub>: Estrato leñoso medio-alto (1-3 m), leñoso bajo (hasta 1 m) y suculento platicaula (0.5-1 m), *F. splendens*, *L. tridentata* y *O. microdasys* como dominantes.

**Comunidad de chapulines.** Para determinar la estructura de las comunidades de chapulines en los seis sitios elegidos para el presente trabajo, y ubicados dentro de un gradiente topográfico en la RBM, a finales de agosto de 1997 y 1998 se realizaron los muestreos, en cuatro parcelas de 36 x 36 m en cada uno de los tres sitios de

pastizal anteriormente descritos (Sitios 1, 2 y 3) y en tres sitios de matorral de gobernadora *L. tridentata* (Sitios 4, 5 y 6), todos ellos ubicados en forma ascendente a la cota altitudinal (entre los 1100 y 1220 m). Dentro de cada área se efectuaron conteos visuales directos de chapulines en seis transectos de 1 x 30 m (Rivera-García 1990; Rivera-García y Reyna 1991; Legg y Lookwood 1995; Legg *et al.* 1996) entre las 09:00 y las 13:00, que es el periodo de actividad de los chapulines (Rivera 1988, 1992). Los transectos fueron ubicados en forma paralela a 5 m de distancia como mínimo entre ellos. En cada transecto se registró el número de especies de chapulines, número de individuos de especie y estrato vegetal donde fueron observados. Las especies de chapulines fueron identificadas tomando como referencia los trabajos de Rivera-García (1986, 2006) y Richman *et al.* (1993).

**Comunidad vegetal.** Para determinar la estructura de la vegetación se ubicaron dentro de cada parcela, y de manera uniforme dentro de cada una, cuatro líneas Canfield de 25 m de longitud a una distancia de 8 m como mínimo entre ellas, en forma paralela. En cada uno de los transectos se registraron los siguientes parámetros: número de especies vegetales, longitud de cobertura por especie y altura máxima de cada especie vegetal en cada transecto.

**Análisis de datos.** A los datos de cobertura vegetal (en cm cubiertos/especie) se les practicó un Análisis de Varianza anidado (Zar 2009), tomando en cuenta: Año, tipo de vegetación, sitio y línea (muestra). En el caso de abundancia de chapulines, se utilizó la transformación de Bonferroni [ $\sqrt{(x + 0.5)}$ ] para efectuar un Análisis de Varianza Multivariada y prueba de Wilks.

Tanto con los datos de chapulines como de plantas, se calculó la riqueza específica ( $S$ ), el índice de Shannon ( $H'$ ) y el índice recíproco de Simpson ( $1/D$ ) equitatividad ( $J'$ ) los cuales fueron calculados con el programa DIVERS (Krebs 1989).

La composición y abundancia de chapulines, y la composición y cobertura vegetal fueron comparadas entre pares de comunidades mediante el método normalizado de Bray-Curtis (distancia de Sørensen; Southwood 1978, Pielou 1984).

Los índices calculados fueron registrados en dendrogramas que señalan gráficamente las distancias de similitud entre pares de comunidades por muestra y por especie.

Además de lo anterior, se aplicó un Análisis de Componentes Principales (ACP) que señala las relaciones entre sitios, parcelas, años y tipos de vegetación con las especies de chapulines y los valores calculados de los índices de Riqueza de especies, Diversidad y Equitatividad, mencionados utilizando los mismos vectores, los cuales fueron calculados en función de los valores de cobertura vegetal y de los valores de abundancia de acrídidos (Pielou 1984, Rencher 2002, Johnson y Winchern 2002, Manly 2005). Como complemento a lo anterior, a las matrices de correlación de los datos de cobertura vegetal y abundancia de acrídidos (dos años, seis sitios y cuatro parcelas por sitio), se les practicó una prueba de correlación de Cochran-Mantel-Haenzel (CMH), con el objeto de comprobar si hay correlación entre las matrices y en qué medida. Para realizar los dendrogramas y análisis de componentes principales se utilizó el programa BIODIVERSITY PRO vers. 2.0 (McAleece 1997, *The Natural History Museum & Scottish Association for Marine Science*) y para los análisis estadísticos el programa XLStat 2009.

## RESULTADOS

**Comunidad vegetal.** Se registraron 53 especies de plantas durante el periodo de estudio (Cuadro 2), con un total de 40 especies en el primer año (30 en pastizal y 21 en matorral) y 43 especies en el segundo año (25 en pastizal y 34 en matorral).

Cuadro 2. Registros de especies de plantas en 1997 y 1998 en la Reserva de la Biosfera Mapimí (Durango, Chihuahua y Coahuila), México.

CODIGO	CLAVE	PLANTA	AÑO 1	AÑO 2
1	ECME	<i>Echinocereus merkeri</i>	1	1
2	ATCA	<i>Atriplex caenescens</i>	1	1
3	BAAB	<i>Bahia absinthifolia</i>	1	1
4	BOBA	<i>Bouteloua gracilis</i>	1	1
5	CABA	<i>Cassia bauhinoidea</i>	1	1
6	ERPU	<i>Erioneuron pulchellum</i>	1	1
7	EUPHO	<i>Euphorbia sp</i>	1	1
8	FLCE	<i>Flouencia cernua</i>	1	1
9	NIED	<i>Nicolletia edwardsii</i>	1	



10	HAHE	<i>Haplopappus heterophyllus</i>	1	1
11	HEMO	<i>Heliotropium molle</i>	1	
12	HIMU	<i>Pleuraphis mutica</i>	1	1
13	HODE	<i>Hoffmannceggia densiflora</i>	1	1
14	IBTE	<i>Ibervillea tenuisecta</i>	1	
15	LATR	<i>Larrea tridentata</i>	1	1
16	LIGR	<i>Lippia graveolens</i>	1	1
17	MUSQ	<i>Munroa squarosa</i>	1	
18	OPCH	<i>Opuntia schiotii</i>	1	
19	OPLE	<i>Opuntia leptocaulis</i>	1	1
20	OPRA	<i>Opuntia rastrera</i>	1	1
21	OPVI	<i>Opuntia violacea</i>	1	1
22	PANICUM	<i>Panicum sp</i>	1	1
23	POA	<i>Poaceae sp</i>	1	1
24	PRGL	<i>Prosopis glandulosa</i>	1	1
25	RHMI	<i>Rhus microphyla</i>	1	
26	SAKA	<i>Salsola kali</i>	1	
27	SILE	<i>Sida leprosa</i>	1	
28	SOEL	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	1	1
29	SPAI	<i>Sporobolus airoides</i>	1	1
30	SPCO	<i>Spharalcea cocinea</i>	1	1
31	ZELO	<i>Zephyranthes longifolia</i>	1	1
32	ZIOB	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	1	1
33	AGAS	<i>Agave asperrima</i>	1	1
34	CATE	<i>Castella texana</i>	1	1
35	COGR	<i>Cordia parvifolia</i>	1	1
36	EUAN	<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	1	
37	FOSP	<i>Fouquieria splendens</i>	1	1
38	JADI	<i>Jatropha dioica</i>	1	1
39	OPMI	<i>Opuntia microdasys</i>	1	1
40	MASC	<i>Machaeranthera scabrella</i>	1	
41	ARIAD	<i>Aristida adscencionis</i>		1
42	ENED	<i>Eneapogon desbauxii</i>		1
43	BOAR	<i>Bouteloua aristidoides</i>		1
44	PAIN	<i>Parthenium incanum</i>		1
45	BAMU	<i>Baileya multiradiata</i>		1
46	SUNI	<i>Suaeda nigrescens</i>		1
47	DYSP	<i>Dyssodia sp y Pectis sp</i>		1
48	BOCU	<i>Bouteloua curtipendula</i>		1
49	POOL	<i>Portulaca oleracea</i>		1
50	TRCA	<i>Trixis californica</i>		1
51	DALE	<i>Dalea sp</i>		1
52	QUELA	<i>Amaranthus sp</i>		1
53	BOER	<i>Boerhaavia erecta</i>		1
	<b>TOTAL</b>		<b>40</b>	<b>43</b>





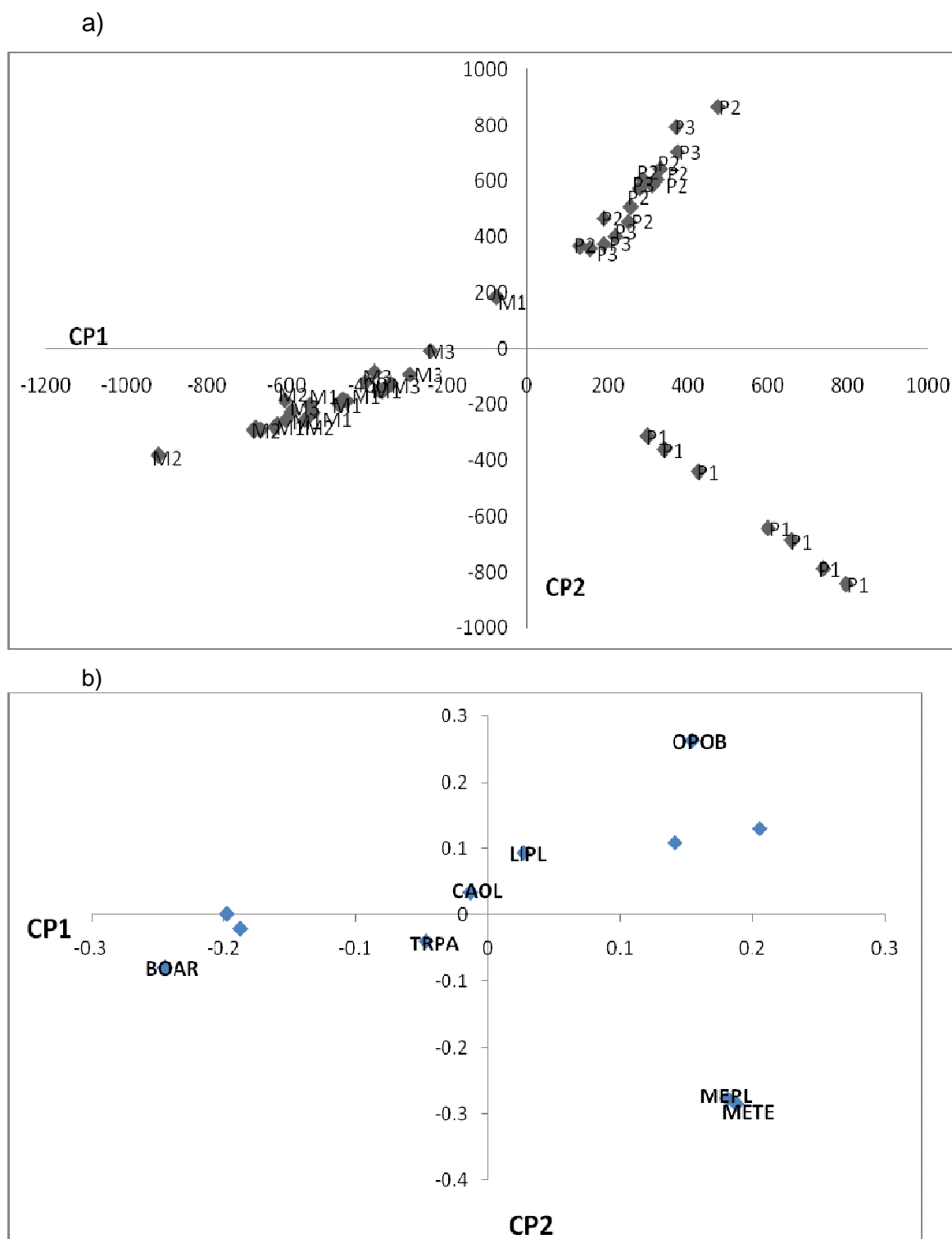


Figura 5. a) Resultado del análisis de Componentes Principales practicado a los datos de cobertura vegetal por parcela, sitio y año (M matorral; P pastizal; 1-6 sitios). b) Complemento del análisis de Componentes Principales, ubicando los resultados de riqueza específica (Sveg), índice de diversidad de Shannon e inverso de Simpson ( $H'$ veg y  $1/D$ veg),

equitatividad de Pielou ( $J'$ veg) y registros de abundancia de acrididos, por parcela, sitio y año, considerando los mismos vectores (CP1 y CP2) de la gráfica anterior.

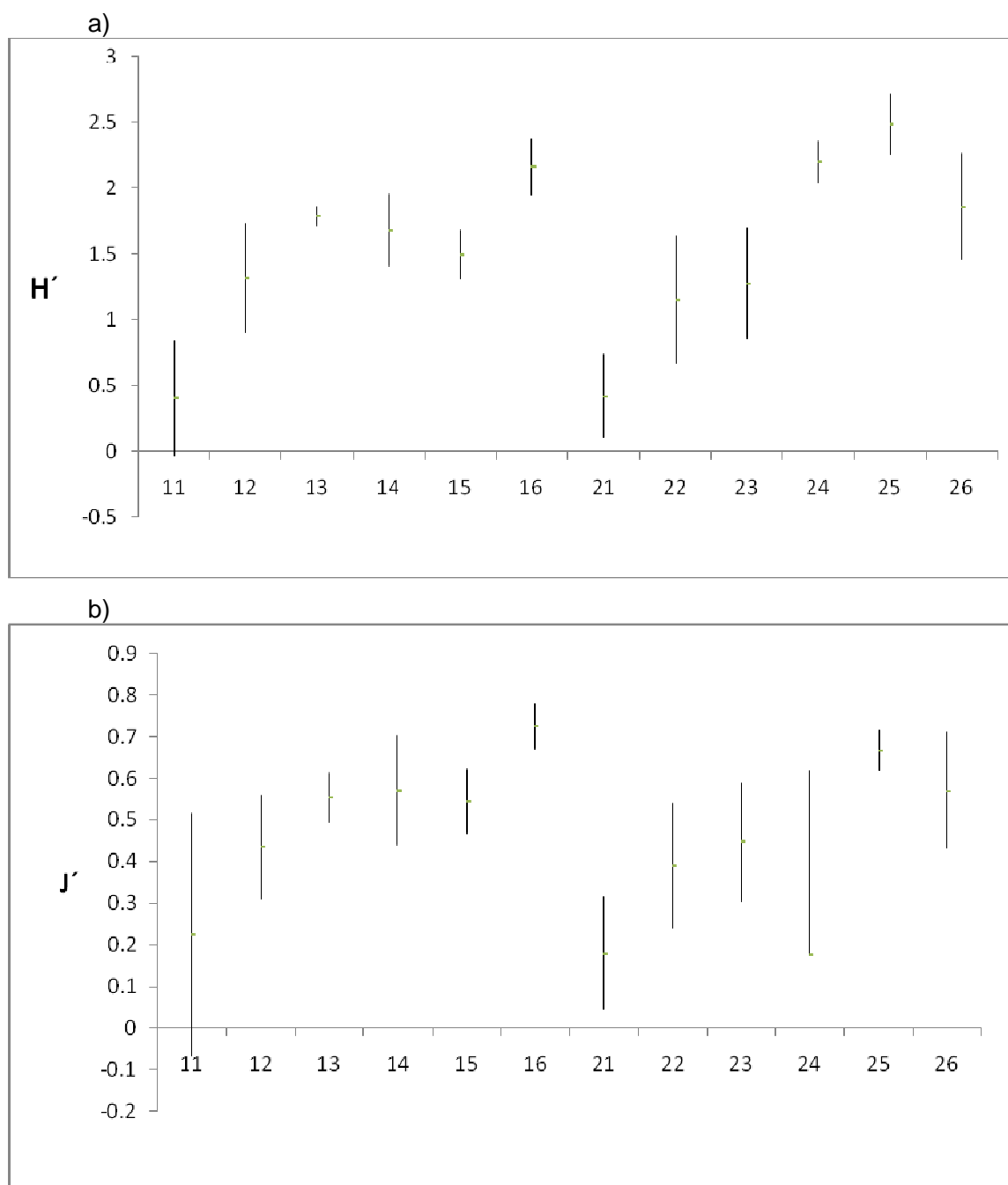


Figura 6. a) Índice de diversidad de Shannon calculado con los valores de cobertura vegetal, por año (1-2) y sitio (1-6). b) Índice de equitatividad de Pielou relacionado al de diversidad de Shannon calculado con los valores de cobertura vegetal, por año (1-2) y sitio (1-6).

En el pastizal halófito (sitio 1) destaca la presencia de dos estratos, uno gramino-herbáceo (con *S. airoides* como dominante), con una altura menor a 50 cm y un estrato leñoso que no rebasa los 70 cm de altura (con *P. glandulosa* como dominante). Los pastizales de *P. mutica* (sitios 2 y 3), muestran también dos estratos, el primero no sobrepasa los 50 cm de altura, el segundo oscila entre 70 y 132 cm de altura (representado por *P. glandulosa*, *L. tridentata* y *F. cernua*). En los matorrales de los sitios 4 y 5 el estrato gramino-herbáceo llega a los 50 cm, y el leñoso generalmente oscila entre los 70 y 124 cm de altura, aunque de manera aislada pueden encontrarse arbustos más altos como *Fouqueria splendens*, este estrato está representado casi por las mismas especies que en los sitios 2 y 3 de pastizal, como *P. glandulosa*, *L. tridentata*, *F. cernua* y *C. parvifolia*. Por último, en el sitio 6 se presenta una situación similar a los anteriores en los estratos gramino-herbáceo y leñoso, pero se observa un estrato intermedio suculento platicaula de entre 50 y 70 cm de altura, con *Opuntia rastrera* y *O. microdasys*, acompañadas de *P. mutica* en el estrato 0-50 cm.

En general se observó que la altura de las plantas aumenta conforme se incrementa la pedregosidad y la pendiente del terreno, al mismo tiempo que la salinidad se reduce (Figura 7).

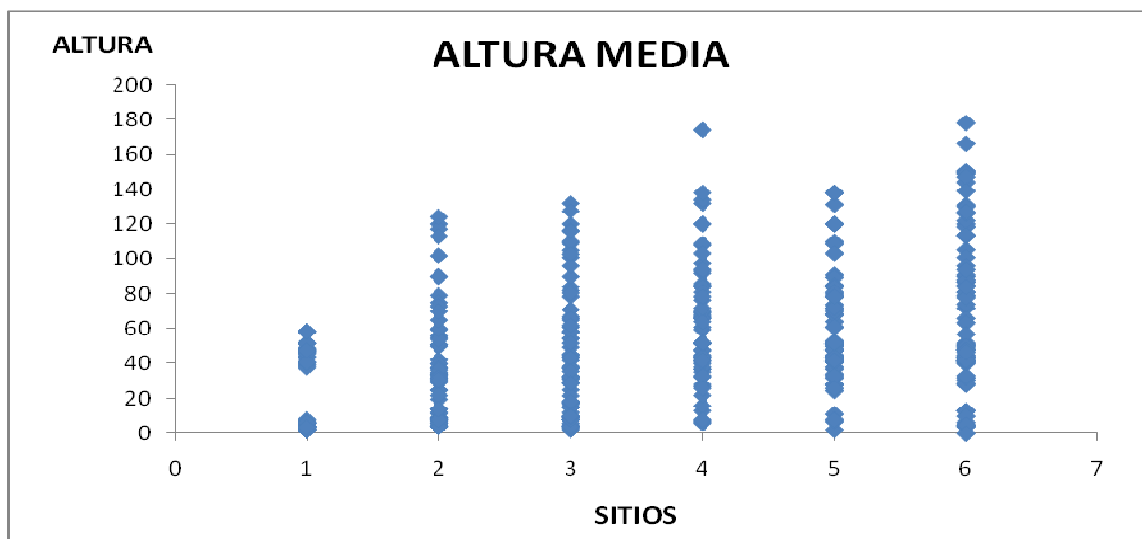


Figura 7. Altura media de la vegetación registrada en el gradiente topográfico por sitios de muestreo a lo largo de una toposecuencia en la Reserva de la Biosfera Mapimí.

Se encontró un efecto significativo del año de estudio ( $P < 0.05$ ) y de la interacción año  $\times$  tipo de vegetación ( $P = 0.010$ ), pero no del tipo de vegetación, del sitio y de la línea sobre la cobertura de las plantas (ANOVA paramétrico anidado, ver cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de varianza anidado para determinar el efecto del año (1997 y 1998), tipo de vegetación (pastizal y matorral), sitio y línea sobre la cobertura vegetal. Los factores señalados en negritas fueron significativos.

Fuente	g.l.	F	p
<b>Año (A)</b>	<b>1</b>	<b>43.335</b>	<b>&lt;0.001</b>
Tipo de vegetación (TV)	1	0.601	0.444
Sitio (S)	2	1.732	0.194
Línea (L)	15	0.820	0.649
<b>A <math>\times</math> TV</b>	<b>1</b>	<b>7.481</b>	<b>0.010</b>
A $\times$ S	2	2.475	0.101
TV $\times$ S	2	2.493	0.100
A $\times$ L	15	1.096	0.400
TV $\times$ L	15	1.664	0.114
S $\times$ L	30	1.300	0.238
A $\times$ TV $\times$ S	2	2.955	0.067
A $\times$ TV $\times$ L	15	1.886	0.068
A $\times$ S $\times$ L	30	1.118	0.381
TV $\times$ S $\times$ L	30	1.708	0.074

**Comunidad de Chapulines.** El análisis faunístico se realizó con las 11 especies de chapulines abundantes registradas en los dos años de muestreo, 11 especies en el primer año y ocho en el segundo para los pastizales y en los matorrales se registraron seis especies el primer año y cinco en el segundo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Especies de acrididos registradas en 1997 y 1998 (1) en la RBM. Se señala también su clave, forma de vida (F.V.) y tipo de alimentación.

NOMBRE	CLAVE	F. V.	ESTRATO	ALIMENTACIÓN	1997	1998
<i>Boottettix argentatus</i>	BOAR	ARB	3	MONO	1	1
<i>Ligurotettix planum</i>	LIPL	ARB	3	MONO	1	1
<i>Opeia obscura</i>	OPOB	GRAM	2	MONO	1	1

<i>Paropomala virgata</i>	PAVI	GRAM	2	OLIGO	1	1
<i>Arphia conspersa</i>	ARCO	TERR	1	OLIGO	1	
<i>Mestobregma plattei</i>	MEPL	TERR	1	OLIGO	1	
<i>Mestobregma terricola</i>	METE	TERR	1	OLIGO	1	
<i>Trimerotropis pallidipennis</i>	TRPA	TERR	1	POLI	1	1
<i>Trimerotropis pistrinaria</i>	TRPI	TERR	1	POLI	1	1
<i>Campilacantha olivacea</i>	CAOL	ARB	3	MONO	1	1
<i>Schistocerca nitens</i>	SCNI	ARB	3	POLI	1	1
<b>TOTAL</b>					<b>11</b>	<b>8</b>

Los dendrogramas de similitud de Bray-Curtis practicados a los datos de abundancia, muestran la separación del sitio 1 de los sitios 2 y 3, dentro del grupo correspondiente a pastizales, mismo que corresponde al pastizal halófito dominado por *S. airoides*. Pero se nota claramente la separación de los componentes faunísticos de los matorrales y pastizales, principalmente en el primer año (Figuras 8 y 9). Esta separación de los sitios de muestreo es confirmada con el ACP correspondiente, donde se aprecia que el sitio 1 (P1 de la gráfica), se encuentra un poco alejado del grupo de pastizales, esto denota que la mayor afinidad faunística de los pastizales se encuentra entre los sitios 2 y 3 (P2 y P3 de la gráfica), y la fauna asociada a matorrales y pastizales muestra concordancia con su ubicación en la toposecuencia (Figuras 10a y b).

DENDROGRAMA (Bray-Curtis) ABUNDANCIA AÑO 1 (6 SITIOS, PARCELAS ANIDADAS)

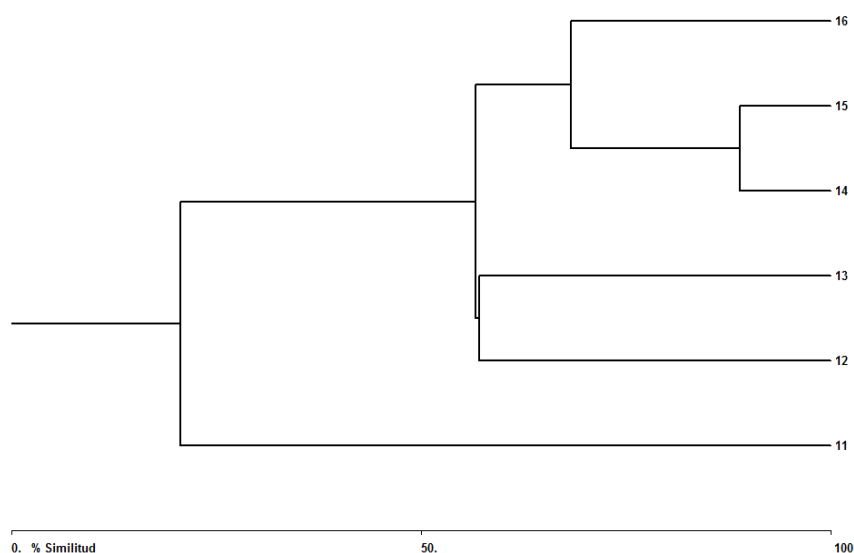




Figura 8. Dendrograma de similitud de la fauna de acrídidos (Bray–Curtis) en tres sitios de pastizal (11 a 13) y tres de matorral (14 a 16) en 1997.

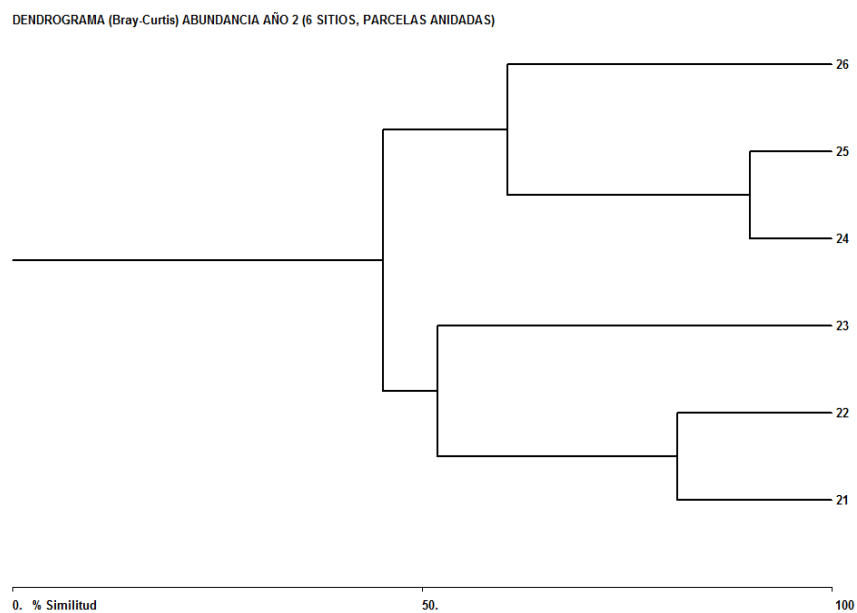


Figura 9. Dendrograma de similitud de la fauna de acrídidos (Bray–Curtis) en tres sitios de pastizal (21 a 23) y tres de matorral (24 a 26) en 1998.

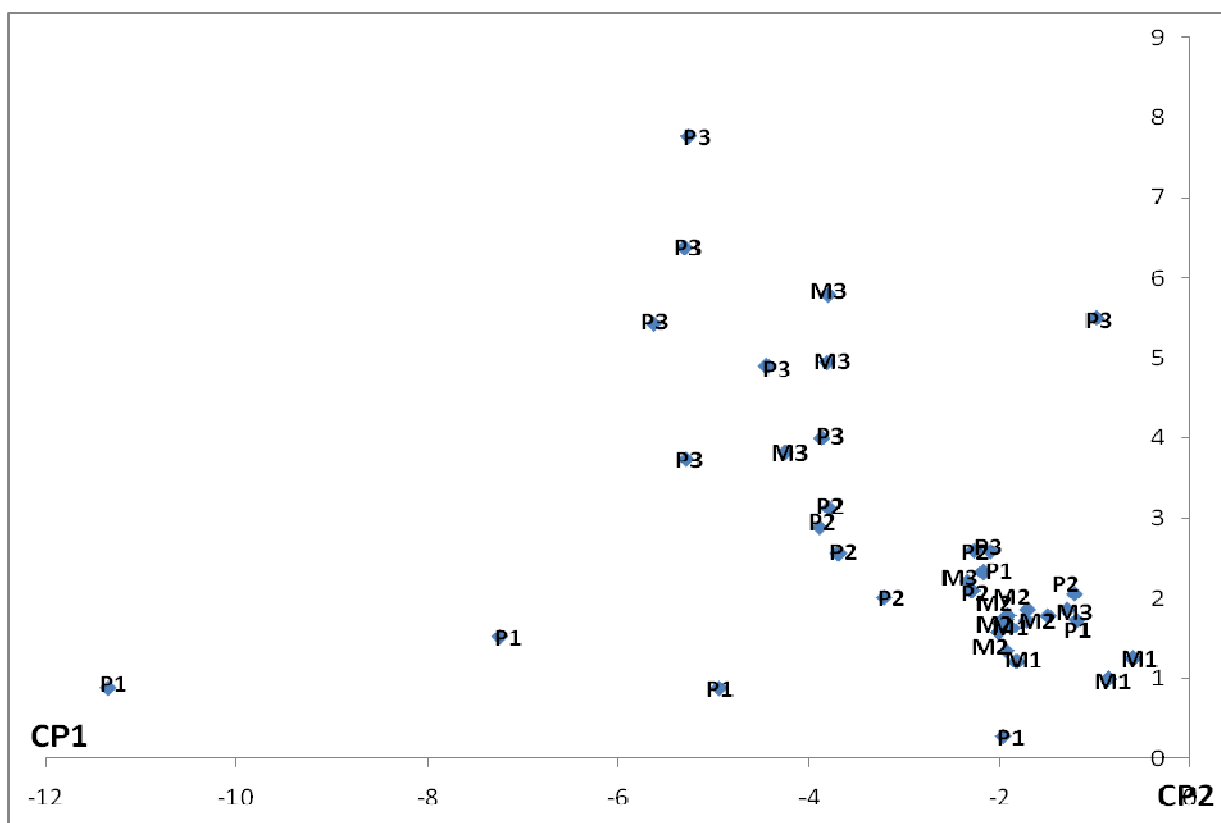


Figura 10. a) Análisis de componentes principales practicado a los datos de abundancia de acrídidos en parcelas de tres sitios de pastizal (P) y tres de matorral (M) de la RBM durante 1997 y 1998.

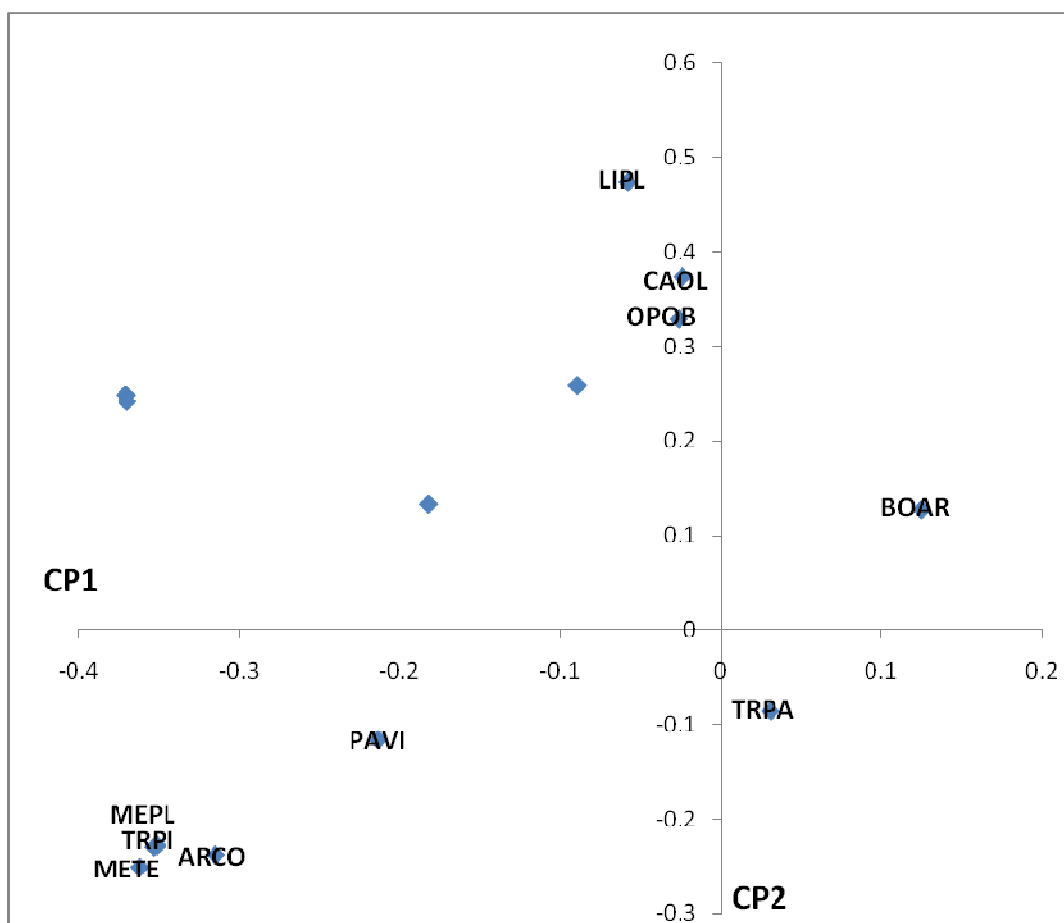


Figura 10. b) Complemento de los resultados anteriores considerando los datos de riqueza específica (Sabun), índices de diversidad de Shannon ( $H'$ abun), inverso de Simpson ( $1/D$  abun) y equitabilidad ( $J'$ abun) y la ubicación de cada especie (símbolos como en el cuadro 4).

En los dos años del trabajo, destacaron del resto de las especies como dominantes *B. argentatus*, *O. obscura* y *T. pallidipennis*; durante el primer año se manifestó un grupo compacto compuesto de cinco especies de acrídidos: *Arphia conspersa*, *Schistocerca nitens*, *C. olivacea*, *Trimerotropis pistrinaria* y *Mestobregma terrícola*, pero en el segundo año, aunque se detecta también un grupo de cinco especies, *S. nitens*, *C. olivacea*, *T. pistrinaria* (registradas el año anterior), son acompañadas de *Paropomala virgata* y *L. planum*.

La diversidad ( $H'$ ) muestra mayores valores en el pastizal que en el matorral la equitatividad registrada en general es alta, oscila entre 0.50 y 0.94, lo cual indica que el reparto de la abundancia relativa de los componentes específicos tiende a ser proporcional. (Figura 11).

Se registró un efecto significativo del año de estudio pero no del tipo de vegetación (pastizal y matorral), sitio y línea sobre la abundancia de chapulines (análisis de varianza multivariado; ver cuadro 5).

Los resultados del análisis de correlación de CMH aplicado a las matrices de correlación de cobertura vegetal (COBER) y abundancia (ABUN) de acrididos (dos años, seis sitios y cuatro parcelas por sitio), mostraron en todos los casos correlación positiva ( $p < 0.0001$ ), con los siguientes valores de r:

COBERTURA 97 vs COBERTURA 98 = **0.943**

ABUNDANCIA 97 vs ABUNDANCIA 98 = **0.577**

COBERTURA 97 vs ABUNDANCIA 97 = **0.644**

COBERTURA 98 vs ABUNDANCIA 98 = **0.529**

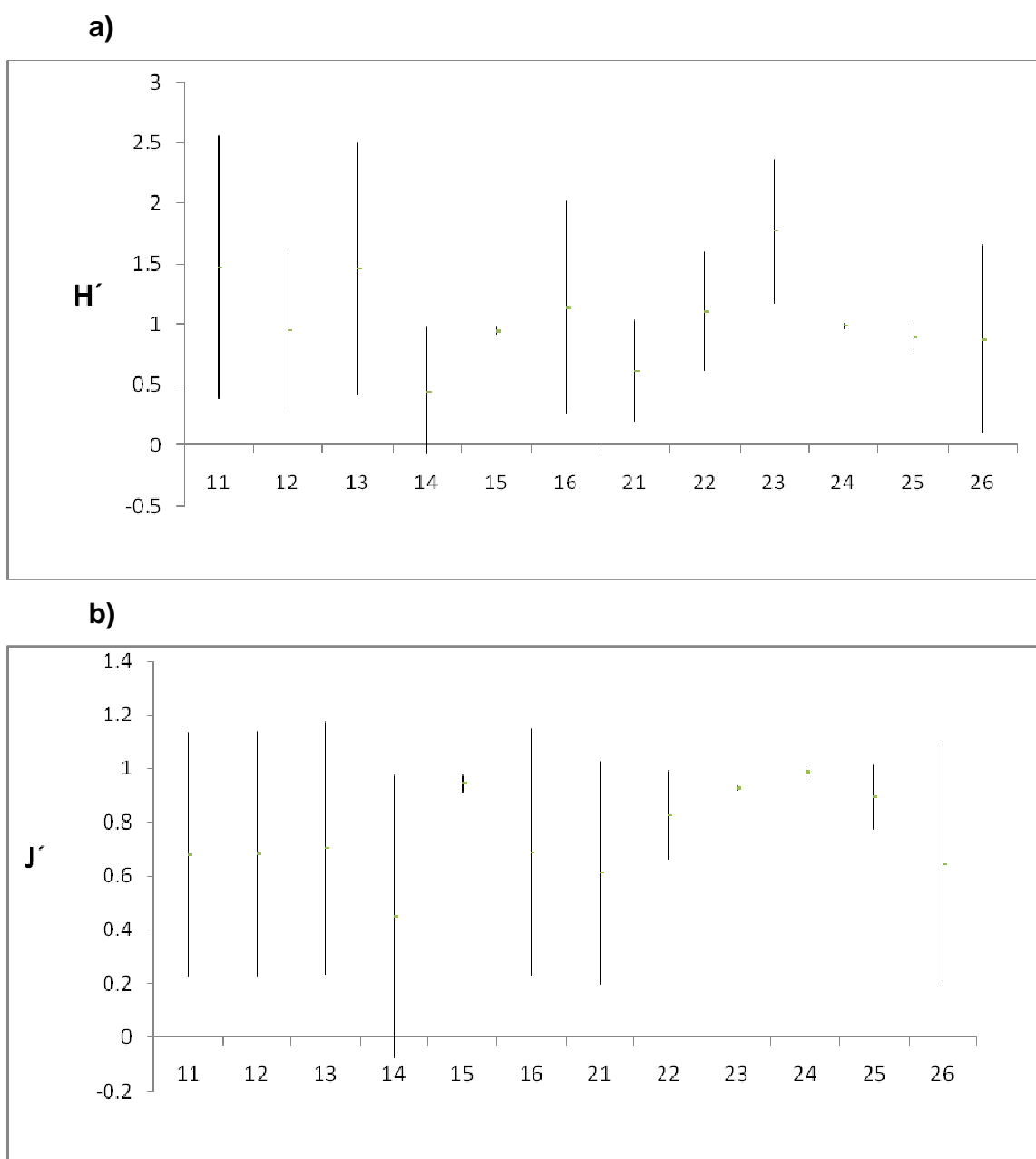


Figura 11. a) Índice de diversidad de Shannon y b) Índice de equitatividad de Pielou calculado en los seis sitios estudiados en dos años consecutivos. Los datos 11 a 16 corresponden a 1997 y 21 a 26 a 1998, los datos 11-13 y 21-23 corresponden a pastizales y 14-16 y 24-26 corresponden a matorrales.

Cuadro 5. Análisis de varianza multivariada y prueba de Wilks para verificar el efecto de años, tipo de vegetación, sitio y línea sobre la abundancia de acrididos.

Efectos	<i>F</i>	g.l. efecto	g.l. error	<i>P</i>
Año	10.415	2	259	<b>&lt;0.001</b>
Tipo de vegetación	2.849	2	259	<b>0.059</b>
Sitio	2.226	4	518	<b>0.065</b>
Línea	1.301	46	518	<b>0.094</b>

## DISCUSION

**Las condiciones de sequía.** Rivera-García (2006) reporta 16 especies comunes para la RBM, en el presente trabajo solo se registraron 15, de las cuales 11 fueron consideradas como abundantes, el resto de ellas (cuatro) se pueden considerar como raras ó escasas. Esto confirma que los chapulines tienen gran sensibilidad a la sequía, tal como lo han manifestado Dreux (1972, 1979), Kemp *et al.* (1990), Parmenter *et al.* (1991) y Kemp y Cigliano (1994).

La sequía registrada en el periodo de estudio afectó tanto a plantas como a los chapulines, en el caso de la vegetación afectó el número de especies registradas, principalmente a las plantas anuales, también afectó a la cobertura relativa, la cual nunca llegó a 40%.

**La comunidad vegetal.** La cobertura vegetal depende principalmente de las interacciones entre Año y Tipo de Vegetación, lo cual es el resultado de las características físicas del suelo, que cambian a lo largo del gradiente (pendiente, salinidad, tipo de suelo, drenaje, estado de superficie; ver cuadro 1). Además de lo anterior, todas las plantas dominantes son perennes, por lo que el efecto negativo de la sequía en el área de estudio se manifestó en la carencia de plantas anuales, lo cual concuerda con los valores de equitatividad y los valores del análisis de correlación CMH (*r*), entre las matrices de correlación de cobertura entre años.

**La comunidad de plantas y de chapulines.** Los efectos de la topografía, condicionan el establecimiento de la vegetación a lo largo del gradiente y esto a su vez condiciona de cierta manera la distribución local de los hábitats disponibles para ser ocupados por los chapulines (Otte y Joern 1977) y la abundancia de hospederas potenciales, en este caso limitadas por la sequía, pero esta heterogeneidad topográfica es importante para poder explicar los patrones de diversidad (Solomon y Samways 2006).

Isely (1938) y Anderson (1961, 1964) encontraron que la distribución de las especies de chapulines guarda una estrecha relación con la composición de la vegetación, Uvarov (1977) fue el primero en registrar la importancia de la forma de vida y del tipo de alimentación en la distribución espacial de las especies de chapulines.

En este trabajo se registraron cinco especies terrícolas, tres de ellas oligófagas y dos polífagas; cuatro arborícolas y dos graminícolas, destacando la presencia de tres, de las cuatro especies monófagas estrictas reportadas para Norte América en el Desierto Chihuahuense (Chapman 1990); *B. argentatus* que vive y se alimenta de *L. tridentata*; *L. planum* que vive y se alimenta de *F. cernua*; *O. obscura* que es monófaga facultativa y que en la RBM vive y se alimenta de *P. mutica*. También se manifiesta que el mayor número de especies de chapulines son de la forma de vida terrícola, destacando la importancia de la protección que les brinda su coloración críptica (Isely 1938, Gendron y Staddon 1983, Staddon y Gendron 1983, Civantos *et al.* 2004).

Es posible que la sequía haya determinado la ausencia de las siguientes especies de chapulines *Cibolacris parviceps*, *Netrosoma nigropleura* y *Arphia pseudonietana*, así como la reducción poblacional de *Paropomala virgata*, *Heperotettix viridis* y *Psoloessa texana*, especies consideradas como escasas y que no fueron consideradas en el presente trabajo, lo cual coincide con los resultados de la prueba de correlación CMH ( $r$ ) entre las matrices de correlación de abundancia de acrídidos entre los dos años del trabajo.

El resultado obtenido del análisis faunístico realizado con las 11 especies abundantes, desecha totalmente nuestra hipótesis de que los matorrales registran mayor diversidad que los pastizales.

La cobertura, el número de componentes específicos y la estratificación vegetal, aunque pueden tener efecto sobre la comunidad de acrididos, en este caso particular y debido a las condiciones de sequía, encontramos que las especies de acrididos más abundantes y dominantes, son las que muestran tener las mejores capacidades adaptativas para sobrevivir a estos eventos ambientales negativos, tal y como lo demuestran *B. argentatus*, *O. obscura* y *T. pallidipennis*.

Hay que destacar que las tendencias adaptativas de cada una de estas especies (forma de vida arborícola y monófaga estricta sobre *L. tridentata* la primera; forma de vida graminícola y monófaga facultativa sobre *P. mutica*, la segunda; y con forma de vida terrícola y polífaga la tercera), las distinguen desde el punto de vista de evolutivo, de las demás especies de chapulines del Desierto Chihuahuense (Otte y Joern 1977, Chapman 1990).

Por otra parte, los dendrogramas de vegetación y los resultados de los ACPs, separan al pastizal halófito de los otros sitios de pastizal, como un sitio particular. En general, se destaca una correspondencia entre los tipos de vegetación, con su comunidad de chapulines, aunque la diferencia más notoria se detectó entre los pastizales de *P. mutica* de los sitios 2 y 3 y los matorrales (sitios 4, 5 y 6).

Como complemento a lo anterior, el ACP de abundancia de chapulines muestra un grupo, que se caracteriza por presentar registros solo en del primer año de muestreo (año más húmedo), compuesto por *Mestobregma plattei*, *M. terricolor*, *Trimerotropis pistrinaria*, *Arphia conspersa* y *Paropomala virgata*, pero por otra parte se puede observar otro grupo de especies que se encuentran asociadas a los matorrales, compuesto por *Ligurotettix planum*, *Campylacanta olivacea* y *Opeia obscura*, y como complemento y separadas entre sí, las especies más destacadas en el presente trabajo *B. argentatus* y *T. pallidipennis*.

Esta situación puede estar mostrando la existencia de otras formas de adaptación para poder tolerar condiciones extremas, que se suman a las mencionadas y descritas para *B. argentatus*, *O. obscura* y *T. pallidipennis*.



**Diversidad.** La diversidad de chapulines registró valores mayores en el pastizal que en el matorral. Este resultado sugiere que la heterogeneidad de estratos de vegetación tiene poca importancia y que la cobertura y diversidad vegetal asociada no guarda una relación positiva con la comunidad de acrídidos, situación que se refleja en los valores asociados a la equitatividad. Sin embargo, algunos autores sostienen que en condiciones de sequía puede no registrarse una respuesta inmediata a la heterogeneidad vegetal como en este caso (Pfadt 1977; Mulkern *et al.* 1969; Mulkern 1967, 1970, 1980,1982).

Por lo anterior, las especies dominantes de la comunidad de acrídidos muestran características muy particulares y cada una de ellas selecciona los sitios de ocupación de acuerdo a estas características, es decir los monófagos, buscarán a las plantas de su preferencia, ya sean arborícolas ó graminícolas. Estas especies altamente especializadas en sus hábitos alimenticios (tres), dependerán directamente de la densidad y cobertura vegetal de las especies vegetales que las albergan.

Las especies terrícolas contarán con más posibilidades de encontrar protección, pero al no especializarse alimentariamente pueden encontrar el alimento disponible más fácilmente, de acuerdo a la disponibilidad de las especies vegetales que pueden formar parte de su dieta, ya que presentan hábitos alimenticios diversos (Oligofagos, Polífagos ó Mixtos), por lo que buscarán a las plantas que puedan ofrecer alguna ventaja alimenticia (dentro de su rango de preferencia), aunque bajo condiciones ambientales extremas la oferta de las mismas no es constante en el tiempo por la escasa presencia de anuales, esta situación afecta la eficiencia en la búsqueda de protección y/ó alimento, lo que nos permite pensar que en el caso de *T. pallidipennis*, la especie está bien adaptada a situaciones ambientales extremas, esta capacidad de tolerancia ambiental se confirma al mostrar un amplio rango biogeográfico de distribución en el continente Americano (desde Canadá hasta la Patagonia; Otte 1984).

En el caso de las especies que habitan los pastizales halófitos, cuentan con menos opciones para alimentación ó protección (baja cobertura y diversidad vegetal),

además de que deberán mostrar cierta tolerancia fisiológica a la salinidad del suelo, debido a que todas las especies registradas en la RBM, depositan sus huevecillos en el suelo (Rivera-García 2006). Cabe destacar que *M. plattei* y *M. terricolor*, fueron encontrados en este pastizal solo en el primer año (1997).

Por todo lo anterior, se concluye que la estrecha relación de las especies de chapulines con la vegetación dentro de este gradiente topográfico no depende de la estratificación de la vegetación, ni de la cobertura vegetal, sino del grado de especialización de las especies de chapulines que componen a la comunidad en su conjunto, debido a la forma de vida dominante y a su especialización alimentaria.

Es decir que la cobertura vegetal, la estratificación vertical y el tipo de suelo tendrán un efecto diferencial sobre algunas de las especies de la comunidad, pero bajo condiciones extremas, otras también se verán favorecidas. Lo anterior coincide totalmente con las afirmaciones hechas por Uvarov (1977) sobre la importancia de la forma de vida, el tipo de alimentación y las de Chapman (1990), sobre la importancia de la monofagia en acrídidos, pero también nos muestra que las posibles condiciones adaptativas mencionadas por Otte y Joern (1977): i) sobre la evolución de los hábitos dendrófagos de los gomfocerinos, que se presentan en condiciones extremas y con un alto grado de especialización, como es el caso de *O. obscura* y de *B. argentatus* y sobre ii) la importancia de la combinación de las ventajas de la polifagia (carencia total de dependencia alimenticia) y de la coloración críptica al suelo (oferta ilimitada de espacios de protección) como en el caso de *T. pallidipennis*, son de gran importancia en caso de presentarse condiciones climáticas extremas.

Todos los trabajos revisados sobre comunidades de chapulines (Wood y Samways 1991, Looockwood *et al.* 1994, Cigliano *et al.* 1995, Capinera *et al.* 1997, Craig *et al.* 1999, Cigliano *et al.* 2000, 2002, Onsager 2000, Torrusicio *et al.* 2000, Andersen *et al.* 2001, Hunter *et al.* 2001, Samways y Kreuzinger 2001, Squitier *et al.* 2002, Wysiecki *et al.* 2004, Deban 2006, Guo *et al.* 2006, Bock *et al.* 2007, Kang y Chen 2008) fueron realizados en regiones caracterizadas por ser parte de pastizales naturales con climas más templados y menos áridos que el nuestro, bajo condiciones ambientales muy diferentes (registros de temperaturas menores y mayores de lluvia), pero en todos los casos independientemente de la ubicación de las regiones donde

se realizaron los trabajos, se menciona que es común encontrar entre 10 y 16 especies de acrídidos abundantes, cantidad similar a la reportada por Rivera-García (2006) para la RBM en el Desierto Chihuahuense.

Por lo cual, tipos de ambiente como el que se presenta en el Desierto Chihuahuense puede ser excepcionalmente interesante, desde el punto de vista del funcionamiento de las comunidades y de los caminos evolutivos seguidos por los elementos que componen a la comunidad de acrídidos, sobre todo, si se toman en cuenta afirmaciones como la de Simpson (1990), quien considera que desde el punto de vista fisiológico, que la termorregulación es uno de los factores importantes que limitan la actividad de alimentación, con efectos adversos en condiciones extremas de temperatura, esto puede estar asociado a que en ausencia de humedad, los chapulines pueden tener problemas de termorregulación y balance hídrico.

Las únicas referencias que se tienen para comparar resultados en la misma región (Desierto Chihuahuense) son los trabajos de Otte (1976), Otte y Joern (1977) y Joern (1977, 1979a y b), los cuales fueron realizados en los pastizales áridos de la región del Trans-Pecos en Texas, también dentro del Desierto Chihuahuense.

El resultado de esta comparación muestra diferencias importantes con lo encontrado en la RBM, debido a que nuestros sitios de estudio muestran tener variables climáticas (temperaturas medias más altas, mayor evapotranspiración y menos lluvia; Cornet 1988), menos favorables que las referidas en las localidades del Trans-Pecos en Texas (Altuda, Marathon, Solitario y Presidio, Texas; Otte, 1976; Otte y Joern 1977; Joern 1977, 1979 a y b), con componentes de vegetación diferentes y con pocas especies de chapulines comunes (al menos durante el periodo de estudio) en comparación con la parte norte del Desierto Chihuahuense (Cuadro 6; Joern 1977, 1979 a, b).

En pastizales, sólo se comparten tres especies de acrídidos: *O. obscura*, *T. pallidipennis* y *C. olivacea*; lo mismo encontramos al comparar los matorrales, donde se comparten (*B. argentatus*, *T. pallidipennis* y *C. olivacea*) y existe una especie que puede ser considerada como equivalente ecológico *P. virgata* en la RBM y *P. pallida* en Texas.

Pero, al comparar la proporción de especies de acrídidos y especies vegetales (considerando las cuatro especies raras de acrídidos registradas en la RBM), la proporción de número de especies de chapulines y de especies vegetales, los valores son mayores a la proporción estimada por Otte (1976), para el Desierto Chihuahuense (proporción 1:3), en comparación con 1:3.63 para pastizales y 1:5.37 para matorrales de la RBM (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resumen comparativo de parámetros ambientales entre localidades del Trans – Pecos, Texas y los sitios de trabajo en la RBM.

Rasgo	Reserva de Mapimí	Altuda *	Marathon *
Latitud (norte)	26-27°	30° 18´	30° 12´
Longitud (oeste)	103-104°	103° 27´	103° 14´
Altitud (m)	1110-1220	1448	1256
Suelo	yermosol-regosol	calcáreo obscuro	calcáreo obscuro
Temperatura media máxima (°C)	42	40	40
Temperatura media mínima (°C)	10	15	15.5°
Precipitación (mm)	232	356	355
Tipo de vegetación	pastizal árido y matorral xerófilo	pastizal árido	pastizal árido
Especies dominantes	<i>Hilaria mutica</i> , <i>Sporobolus airoides</i> , <i>Larrea tridentata</i> , <i>Prosopis</i> y <i>Opuntia</i>	<i>Bouteloua gracilis</i>	<i>B. hirsuta</i> y <i>B. curtipendula</i>
No. especies acrídidos (A)	15	22	24
No. especies vegetales (V)	53	63	76
A/V	0.283	0.349**	0.316**

\* Información tomada de Joern (1977, 1979 a, b).

\*\* Información tomada de Otte (1977).

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a Juan Francisco Herrera y su familia por invaluable apoyo, ayuda y compañía durante todo el trabajo de campo. Al L. I. Cuauhtémoc Domínguez, por sus valiosos comentarios y revisión del texto. Este estudio fue apoyado parcialmente por el Departamento de Fauna Silvestre del INECOL-CRD, Durango, Dgo., México. Cuentas No. 902-05 y No. 902-08-0028.

## LITERATURA CITADA

- Andersen, A. N., J. A. Ludwig, L. M. Lowe, y D. C. F. Rentz. 2001. Grasshopper biodiversity and bioindicators in Australian tropical savannas: Responses to disturbance in Kakadu National Park. *Austral Ecology*. 26: 213-222.
- Anderson, N. L. 1961. Seasonal losses in rangeland vegetation due to grasshoppers. *Journal of Economic Entomology*. 54: 369-378.
- Anderson, N. L. 1964. Some relationships between grasshoppers and vegetation. *Annals of the Entomological Society of America*. 57: 736-742.
- Anderson, N. L. 1973. The vegetation of rangeland sites associated with some grasshopper studies in Montana. *Montana Agricultural Experimental Station Bulletin*. No. 668.
- Beckerman, A. P. 2000. Counterintuitive outcomes of interspecific competition between two grasshopper species along a resource gradient. *Ecology*. 81: 948-957.
- Bock, C. E., Z. F. Jones, y J. H. Bock. 2007. Relationships between species richness, evenness, and abundance in a Southwestern savanna. *Ecology*. 88: 1322-1327.
- Cantrall, I. J. 1943. *The Ecology of the Orthoptera and Dermaptera of George Reserve. Michigan*. University Museum of Zoology Miscellanea Publications. No. 54. E. U. A.
- Chapman, R. F. 1990. Food selection. Págs. 39-72. En: R. F. Chapman y A. Joern (eds). *Biology of Grasshoppers*. Wiley, Nueva York.
- Chapman, R. F., E. A. Bernays y T. Wyatt. 1988. Chemical aspects of host-plant specificity in three *Larrea*-feeding grasshoppers. *Journal of Chemical Ecology*. 14: 557-575.
- Cigliano, M. M., Kemp. W. P., y M. T. Kalaris. 1995. Spatiotemporal characteristics of rangeland grasshopper (Orthoptera: Acrididae) regional outbreaks in Montana. *Journal of Orthoptera Research*. 4: 111-126.
- Cigliano, M. M., L. M. Wysiecki y M. C. Lange. 2000. Grasshoppers (Orthoptera: Acridoidea) species diversity in the Pampas Argentina. *Journal of Diversity and Distributions*. 6: 81-91.

- Cigliano, M. M., S. Torrusio, y L. M. Wysiecki. 2002. Grasshopper (Orthoptera: Acridoidea) community composition and variation in the Pampas Argentina. *Journal of Orthoptera Research*. 11: 215-221.
- Civantos, E., J. Ahnesjö, A. Forsman, J. Martín y P. López. 2004. Indirect effects of prey coloration on predation risk: pygmy grasshoppers versus lizards. *Evolutionary Ecology*. 6: 201-213.
- Capinera, J. L., C. W. Scherer y J. B. Simkins. 1997. Habitat associations of grasshoppers at the MacArthur Agro-Ecology Research Center, Lake Placid, Florida. *Florida Entomologist*. 80: 253-261.
- Cornet, A. 1988. Principales características climáticas. Págs. 45-76. En: Montaña C. (ed.). *Estudio Integrado de los Recursos Vegetación, Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera Mapimí. Ambiente Natural y Humano*. Pub. No. 23. Instituto de Ecología, A. C., México, D. F.
- Craig, D. P., C. E. Bock, B. C. Bennett, y J. H. Bock. 1999. Habitat relationships among grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) at the Western limit of the Great Plains in Colorado. *The American Midland Naturalist*. 142: 314-327.
- Dreux, P. 1972. Recherches de terrain en auto-écologie des Orthopteres. *Acrida*. 1: 305-330.
- Dreux, P. 1979. *Introducción a la Ecología*. 2ª ed. Alianza Editorial, Madrid.
- Debano, S. J. 2006. Effects of livestock grazing on aboveground insect communities in semi-arid grasslands of Southeastern Arizona. *Biodiversity and Conservation*. 15: 2547-2564.
- García, E. 1988. *Modificación al Sistema de Clasificación de Köepen-Gracia*. Talleres Offset Larios. México. 217 pp.
- Gendron, R. P. y J. E. R. Staddon. 1983. Searching for cryptic prey: The effect of search rate. *The American Naturalist*. 121(2): 172-186.
- Guo, Z., H. Li, y Y. Gan. 2006. Grasshopper (Orthoptera: Acrididae) biodiversity and grassland ecosystems. *Insect Science*. 13: 221-227.
- Hunter, D. M., P. W. Walker, y R. J. Elder. 2001. Adaptations of locusts and grasshoppers to the low and variable rainfall of Australia. *Journal of Orthoptera Research*. 10 (2): 347-351

- Isely, F. B. 1938. Survival value of Acrididan protective coloration. *Ecology*. 19: 370-389.
- Joern A. 1977. Vegetation structure and microhabitat selection in grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Southwestern Naturalist*. 27(2): 197-209.
- Joern, A. 1979a. Resource utilization and community structure in assemblages of arid grassland grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Transactions of the American Entomological Society*. 150: 253-300.
- Joern, A. 1979b. Feeding patterns in grasshoppers (Orthoptera: Acrididae): factors influencing diet specialization. *Oecologia*. 38: 325-347.
- Joern, A. 1982. Distributions, densities, and relative abundances of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in Nebraska Sandhills prairie. *The Prairie Naturalist*. 14: 37-45.
- Joern, A. y L. R. Lawlor. 1980. Food and microhabitat utilization by grasshoppers from arid grasslands: comparisons with neutral models. *Ecology*. 61(3): 591-599.
- Jonas, J. L., M. R. Whiles, y R. E. Charlton. 2002. Aboveground invertebrate responses to land management differences in a central Kansas Grasslands. *Environmental Entomology*. 31: 1142-1152.
- Johnson, R. A. y D. W. Winchurn. 2002. Applied Multivariate Statistical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Nueva Jersey. 767 pp.
- Kang L. y Y. Chen. 2008. Dynamics of grasshopper communities under different grazing intensities in inner Mongolian Steppes. *Insect Science*. 2 (3): 265-281.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper and Row, Nueva York. 664 pp.
- Kemp, W. P. and M. M. Cigliano. 1994. Drought and rangeland grasshopper species diversity. *The Canadian Entomologist*. 126: 1075-1092.
- Kemp, W. P., S. J. Harvey, and K. M. O'Neill. 1990. Patterns of vegetation and grasshopper community composition. *Oecologia*. 83: 290-308.
- Legg, D. E. y Lookwood J. A. 1995. Estimating densities of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) assemblages: an extension of the binomial sampling technique. *Journal of Kansas Entomological Society*. 68: 178-183.

- Legg, D. E., Lookwood J. A. y Brewer, M. J. 1996. Variability in rangeland grasshopper (Orthoptera: Acrididae) counts when using the standard visualized sampling method. *Journal of Economic Entomology*. 89: 1143-1150.
- Lookwood, J. A., L. Hong-Chang, J. L. Dodd y S. E. Williams. 1994. Comparison of grasshopper (Orthoptera: Acrididae) Ecology on the grassland of the Asian steppe in Inner Mongolia and the Great Plains of North America. *Journal of Orthoptera Research*. 2: 4-14.
- McAleece, N., P. J. D. Lamshead, y G. L. J. Paterson. 1997. *BIODIVERSITY PRO. Vers. 2.0*. The Natural History Museum & Scottish Association for Marine Science, Londres.
- Manly, B. F. J. 2005. *Multivariate Statistical Methods. A Primer*. 3a. ed. Chapman and Hall, Florida. 214 pp.
- Martínez, O. E. y J. Morello. 1977. *El Medio Físico y las Unidades Fisonómico Florísticas del Bolsón de Mapimí*. Pub. No. 3 Instituto de Ecología, A. C., México, D. F.
- Montaña, C. 1988. Las formaciones vegetales. Págs. 167-198. En: Montaña, C. (ed.). *Estudio Integrado de los Recursos Vegetación, Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. Ambiente Natural y Humano*. Pub. No. 23. Instituto de Ecología, A. C., México, D. F.
- Montaña, C. y R. Breimer. 1988. Major vegetation and environment units. Págs. 99-114. En: Montaña, C. (ed.). *Estudio Integrado de los Recursos Vegetación, Suelo y Agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. Ambiente Natural y Humano*. Pub. No. 23. Instituto de Ecología, A. C., México, D. F.
- Montaña, C., C. Floret, y A. Cornet. 1988. Water use efficiency and biomass production of two perennial grasses from the Chihuahuan Desert (Mexico). *Third International Rangeland Congress*. Nueva Delhi, India. 1: 240-243.
- Mulkern, G. B. 1967. Food selection by grasshoppers. *Annual Review of Entomology*. 12: 59-78.
- Mulkern, G. B. 1970. The effects of preferred food plants on distribution and numbers of grasshoppers. *Proceedings of International Conference. Current on Feature Problems of Acridology*. Population Studies, Londres.



- Mulkern, G. B. 1980. Population fluctuations and competitive relationships of grasshopper species (Orthoptera: Acrididae). *Transactions of the American Entomological Society*. 106: 1-41.
- Mulkern, G. B. 1982. Multidimensional analysis of overlap in resource utilization by grasshoppers. *Transactions of the American Entomological Society*. 108: 1-9.
- Mulkern, G. B., K. P. Pruess, H. Knutson, A. F. Hagen, J. B. Campbell y J. D. Lambley. 1969. Food habits and preferences of grassland grasshoppers of the north central great plains. *North Central Regional Publication. No. 196. Agricultural Experimental Station Bulletin. No. 481. E. U. A.*
- Onsager, J. A. 2000. Suppression of grasshoppers in the Great Plains through grazing management. *Journal of Range Management*. 53: 592-602.
- Otte, D. 1976. Richness Patterns of new desert Grasshoppers in relation to plant Diversity. *Journal of Biogeography*. 3: 197-209.
- Otte, D. 1984. *The North American Grasshoppers*. Vol. 2. Harvard University Press, Cambridge. 366 pp.
- Otte, D. y A. Joern. 1977. On feeding patterns in desert grasshoppers and the evolution of specialized diets. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 128: 9-126.
- Parmenter, R. P., J. A. MacMahon y C. A. B. Gilbert. 1991. Early successional patterns of arthropod recolonization on reclaimed Wyoming strip mines; the grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) and their allied faunas (Orthoptera: Gryllacrididae, Tettigonidae). *Environmental Entomology*. 20: 135-142.
- Pfadt. R. E. 1977. Some aspects of the ecology of grasshopper populations inhabiting the shortgrass plains. *Minnesota Agriculture Experimental Station Bulletin*. 310: 73-79.
- Pielou, E. C. 1984. *The Interpretation of Ecological Data. A Primer on Classification and Ordination*. John Wiley and Sons, Nueva York.
- Rencher, A. C. 2002. *Methods of Multivariate Analysis*. 2a. ed. John Wiley and Sons, Inc. 708 pp.
- Richman, D. B., D. C. Lightfoot, C. A. Sutherland y D. J. Ferguson. 1993. *A Manual of the Grasshoppers of New Mexico. Orthoptera: Acrididae and Romaleidae*.

- Handbook No. 7. Cooperative Extension Service. New Mexico State University, Las Cruces, Nuevo Mexico.
- Rivera-García E. 1986. Estudio faunístico de los Acridoidea de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Dgo. México. *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)*. 14: 1-42.
- Rivera-García E. 1988. Actividad diurna de *Taenipoda eques* Burmeister (Orthoptera: Romaleidae), en el Bolsón de Mapimí, Dgo., México. *Folia Entomologica Mexicana*. 75: 5-15.
- Rivera-García E. 1990. Alimentación y competencia entre *Opeia obscura* (Thomas) y *Paropomala virgata* (Scudder); (Orthoptera: Acrididae), en un pastizal de *Hilaria mutica* del Bolsón de Mapimí, Dgo. *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)*. 38: 1-19.
- Rivera-García E. 1992. Utilización de microambientes por *Trimerotropis pallidipennis* (Burmeister), (Orthoptera: Oedipodinae), en un gradiente típico del Desierto Chihuahuense. *Folia Entomologica Mexicana*. 86:1-14.
- Rivera-García E. 2006. An annotated checklist of some Orthopteroid Insects of Mapimi Biosphere Reserve (Chihuahuan Desert), Mexico. *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)*. 22: 131-149.
- Rivera, G. E. y R. Reyna R. 1991. Utilización de recursos alimenticios por chapulines (Orthoptera: Acrididae), en pastizales áridos de Durango, México. *Agrociencia*, serie Recursos Naturales Renovables. 1: 87-101.
- Root, R. B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs*. 37: 317-350.
- Rzedowski, J. 2006. *La vegetación de Mexico*. 1ª. Edición Digital. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, México, D. F.
- Samways, M. J. y K. Kreuzinger. 2001. Vegetation, ungulate and grasshopper interactions inside vs. outside an African savanna game park. *Biodiversity and Conservation*. 10: 1963-1981.
- Simpson, S. J. 1990. The pattern of feeding. Págs. 73-103. En: R. F. Chapman y A. Joern (eds.). *Biology of Grasshoppers*. Wiley, Nueva York.

- Squitier, J. M. y J. L. Capinera. 2002. Habitat associations of Florida grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *The Florida Entomologist*. 85: 235-244.
- Solomon, G. y M. J. Samways. 2006. Topographic heterogeneity plays a crucial role for grasshopper diversity in a southern African megabiodiversity hotspot. *Biodiversity and Conservation*. 15: 231–244.
- Southwood, T. R. E. 1978. *Ecological Methods with Particular Reference to the Study of Insects*. Chapman and Hall. 524 pp.
- Staddon, J. E. R. y R. P. Gendron. 1983. Optimal detection of cryptic prey may lead to predator switching. *The American Naturalist*. 122: 843-848.
- Strohecker, H. F. 1937. Ecological study of some Orthoptera of the Chicago area. *Ecology*. 18: 231-250.
- Strong, D. R., J. H. Lawton y T. R. E. Southwood. 1984. *Insects on Plants: Community Patterns and Mechanisms*. Harvard Univ. Press, Londres. 313 pp.
- Torrusio, S., M. M. Cigliano y L. M. Wysiecki. 2002. Grasshopper (Orthoptera: Acridoidea) and plant community relationships in the Argentina Pampas. *Journal of Biogeography*. 29: 221-229.
- Ueckert, D. N. y Hansen, R. M. 1971. Dietary overlap of grasshoppers on Sanhill rangeland in Northeastern Colorado. *Oecologia*. 8: 276-295.
- Uvarov, B. 1977. *Grasshoppers and Locusts*. Vol. 2. Centre for Overseas Pest Research, Londres. 613 pp.
- Wood, P. A. y M. J. Samways. 1991. Landscape element pattern and continuity of butterfly flight paths in an ecologically landscaped botanic garden, Natal, South Africa. *Biological Conservation*. 58: 149–166.
- Wysiecki, L. M., M. S. Torrusio y M. M. Cigliano. 2004. Caracterización de las comunidades de acrídidos (Orthoptera: Acridoidea) del partido Benito Juárez, sudeste de la provincia de Buenos Aires. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 63: 87- 96.
- Zar. J. H. 2009. *Biostatistical Analysis*. 5<sup>a</sup>. ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey. 960 pp.

**EFEECTO DE LA INTERFERENCIA PARCIAL  
EN LA DEPREDACIÓN NATURAL  
SOBRE UNA COMUNIDAD DE ACRÍDIDOS  
EN UN PASTIZAL DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE**

**Eduardo RIVERA GARCÍA<sup>1</sup> y Zenón CANO-SANTANA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Ecología, A. C. (INECOL), Centro Regional Durango. Apdo. Postal 632. Km 5 carretera a Mazatlán, Esq. Blvd. Los Remedios. Los Remedios, Durango, Dgo., MÉXICO.

e-mail: eduardo.rivera@inecol.edu.mx

<sup>2</sup>Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Coyoacán. 04510 MÉXICO, D.F.

e-mail: zcs@hp.fciencias.unam.mx

**Rivera García, E. y Z. Cano-Santana.** 2009. Efecto de la interferencia parcial en la depredación natural sobre una comunidad de acrididos en un pastizal del Desierto Chihuahuense. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 25(2): 345-357.

**RESUMEN.** Durante el verano de 1998, se analizó el efecto de interferencia parcial por medio de la remoción de depredadores, en una comunidad compuesta de ocho especies de acrididos durante un brote masivo poblacional de una de ellas, *Boopeton nubilum* (Say), en una estepa subarbusciva de zacate tobo en el Desierto Chihuahuense. El diseño consistió de cuatro bloques con un tratamiento (depredadores disminuidos parcialmente) y un control. Las especies de depredadores registradas incluyeron a cinco mamíferos, cinco reptiles, dos anfibios, 20 aves, seis insectos diurnos, seis arañas y cuatro artrópodos depredadores de hábitos nocturnos. Los depredadores vertebrados importantes fueron las aves. La presencia de depredadores vertebrados inhibió la actividad de los depredadores invertebrados. No hay efecto significativo entre las fechas y tratamiento, sobre las densidades de acrididos. El efecto de la depredación en la población de *B. nubilum*, modificó la composición de especies de la comunidad de acrididos y las plantas usadas por los acrididos para forrajeo y/o protección. Las especies gramínicas mostraron una estrategia de escape que incluye saltar entre los zacates, macollos o al suelo desnudo, disminuye el riesgo de captura, de acuerdo a su coloración y de la posición final que adoptan para evitar ser detectados. La ausencia de un efecto significativo de la depredación se atribuye al bajo impacto de la perturbación y al corto tiempo de respuesta, así como a un probable fenómeno de saciar su apetito por la abundancia de alimento debido al brote masivo de *B. nubilum*. Sin embargo se detectaron cambios en la composición de la comunidad de especies de acrididos. Las parcelas de control y tratamiento mostraron una tendencia negativa sobre los registros de densidad de *B. nubilum* y un efecto natural de la depredación. Sugerimos que para este tipo de experimentos se deberá aplicar el disturbio durante un periodo de tiempo mayor y con una remoción total o casi total de los depredadores, así como monitorear las densidades de la siguiente generación de acrididos, para poder determinar el efecto retardado de la depredación en la siguiente generación.

**Palabras clave:** interferencia, depredación, Desierto Chihuahuense, comunidad de acrididos, chapulines.

---

*Recibido: 8/07/2008; aceptado: 11/02/2009.*

*Rivera y Cano-Santana: Interferencia parcial en la depredación natural de acrididos*

**Rivera García, E. & Z. Cano-Santana.** 2009. Effect of partial interference on natural predation of a grassland grasshopper community from the Chihuahuan Desert. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 25(2): 345-357.

**ABSTRACT.** Perturbation on natural predation in a driest year (1988) on eight grasshopper species assembly during an outbreak of one of them (*Boopeton nubium*) in a toboso arid grassland in Chihuahuan Desert was analyzed. We used a four blocks trial with a treatment (predators' decreased) and a control. Predators recorded were five mammals, five reptiles, two amphibians, 20 birds, six diurnal Insects, six spiders and four nocturnal arthropods. The vertebrate predators presence (principally raptors) inhibited invertebrate predators action, the most important predators were birds. Results showed no significative effect of date and treatment on grasshopper density (pooled data). The effect of predation on the most abundant grasshopper species (*B. nubium*) was observed, changing the species composition of the assembly and the use of plant stratification by grasshoppers. The graminicole species showed an escape strategy of jumping between grasses, tussocks, bunches or to bare soil, or only keep down into the grass, using this strategy, vulnerability (detection risk by predators) depends on their coloration and final position adopted to avoid predators. The short time effect results were due by short time response in treatment add to the predation satiation phenomena by over offer of meal in this specific patch by the outbreak grasshopper species. Where control and treatment showed clearly negative tendency on the population records of *B. nubium* and a natural effect of predation, but our statistical analysis showed no significative differences, suggesting it is more adequate to do this kind of trials, considering a larger remotion of predators and monitoring and evaluating on next generation of grasshopper species.

**Key words:** interference, predation, Chihuahuan Desert, grasshopper community.

## INTRODUCCIÓN

Existe gran cantidad de trabajos que demuestran que la depredación puede tener una influencia significativa en las poblaciones, en la estructura de la comunidad, en la dinámica de las redes tróficas, especialmente en las especies de herbívoros dominantes (Hairston *et al.* 1960, Paine 1966, Hunter & Price 1992, Hairston & Hairston 1997), incluyendo a los insectos (Marquis & Whelan 1994) entre los que se cuentan los acrididos (Beckerman *et al.* 1997, Schmitz *et al.* 1997, Schmitz 1998). Por otra parte, en los ecosistemas de pastizal, los acrididos son los herbívoros dominantes (Odum *et al.* 1962, Van Hook 1971, Mitchel & Pfadt 1974, Risser *et al.* 1981), mostrando una intrincada red de interacciones tróficas, entre insectos herbívoros, parásitos, parasitoides y depredadores vertebrados e invertebrados (Dempster 1963, Greathead 1963, Lavigne & Pfadt 1966, Rees 1973, Polis 1991).

Aunque los parasitoides constituyen el principal factor de mortalidad para insectos fitófagos, los depredadores son un factor extra que puede ser importante en la reducción y regulación de la densidad de población de acrididos (Stower & Greathead 1969, Joern & Rudd 1982, Joern 1986, Joern & Gaines 1990, Belovsky & Slade 1993), en particular las aves (Bock *et al.* 1992). Los depredadores generalistas pueden proporcionar una fuerte presión de selección en el mantenimiento de las poblaciones y en la evolución de insectos herbívoros, también constituyen un factor importante que puede modificar la composición de la comunidad (Bernays &

Graham 1988, Kaspari & Joern 1993, Rothley *et al.* 1997, Rosenheim 1998, Pitt 1999, Rota & Wagner 2006), en respuesta a esta presión evolutiva, muchas especies de acrididos, han adquirido adaptaciones morfológicas, coloraciones y conductas para evitar ser detectados (Foreman & Appelqvist 1998, Beckerman *et al.* 1997, Ovadia & Schmitz 2004, Schmitz *et al.* 2000, Civantos *et al.* 2004).

Por lo anterior es importante definir el papel de los depredadores en la dinámica de población de los acrididos y su efecto en la proporción de especies que componen las comunidades de herbívoros. Este fenómeno es especialmente interesante cuando ocurren brotes masivos en la población de alguna de las especies de tal ensamble.

*Boopeton nubilum* (Say) es una especie graminícola que muestra un marcado dimorfismo sexual, el cuerpo de los machos (24-34 mm), es siempre de color negro, las hembras (33-52 mm) presentan coloraciones que van desde el color amarillo paja, café pálido, café oscuro a negro oscuro en su totalidad, en la reserva de la biosfera Mapimí (RBM), es frecuente observar brotes masivos de esta especie (Rívera 2006).

En este trabajo, mostramos los resultados relacionados con varios aspectos de la interferencia en la depredación natural (disturbio), durante un brote natural de la población de *B. nubilum*. Los objetivos de este trabajo fueron: (1) Determinar cuál es el efecto a corto plazo, de la perturbación en la depredación a nivel de comunidad y de la especie que mostró un brote masivo de su población; (2) Determinar qué clase de depredadores de acrididos son importantes durante un brote masivo poblacional bajo condiciones de disturbio; y (3) determinar qué mecanismos usan los acrididos para evitar su ataque.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

**Área de estudio.** Este trabajo fue realizado en una estepa sub-arbustiva dominada o codominada por zacate tobozo *Hilaria mutica* (Buckl.), Benth., *Prosopis glandulosa* Torr. y *Larrea tridentata* (C.C.) Cov., ubicada a 1.5 kilómetros al norte de la estación del INECOL "Laboratorio del Desierto," en la Reserva de la Biosfera Mapimí, situada en el área del Bolsón de Mapimí, en la parte mexicana del Desierto Chihuahuense (polígono irregular ubicado entre 26° 10' y 27° 00' norte, y 103° 25' y 104° 05' oeste; con registros de altitud entre 1050 y 1350 m). El área es dominada por terrenos llanos con arbustos, pastizales áridos, áreas desnudas de vegetación y colinas discontinuas. El clima es cálido y seco, con temperatura media mensual que oscila entre 12 y 28°C, la precipitación anual es 263 mm y ocurre principalmente en verano, la evaporación anual es de alrededor de 2,796 mm (Cornet 1988).

**Experimento.** Se llevó a cabo en el verano de 1998. Antes, durante y después de éste, como complemento se realizaron actividades para determinar la identidad de todos los depredadores en los sitios de estudio, mediante colecta directa, registro por observación y búsqueda de restos de chapulines en heces. La composición y cobertura de la vegetación fue evaluada por medio de cinco líneas de interceptación

Rivera y Cano-Santana: Interferencia parcial en la depredación natural de acrididos

tipo Canfield, de 20 m de largo en cada parcela experimental (Brower & Zar 1980). Las parcelas experimentales fueron instaladas a mediados de septiembre y fueron utilizadas entre el 20 de septiembre y el 7 de octubre. El diseño experimental consistió de cuatro bloques de dos parcelas de 36 x 36 m con un tratamiento (depredadores reducidos) y un control (con la presencia natural de depredadores), con aproximadamente 20-25 m entre ellas, cada bloque separado por al menos 500 m. El experimento se llevó a cabo dentro de un área ocupada por la especie responsable del brote poblacional (*B. mubilum*).

En las parcelas sujetas a disminución de depredadores, se usó un “espantapájaros” como fuente de interferencia para alejar a las aves. Este espantapájaros consistió en una bola de esponja con dos cintas de color rojo de 1.20 m de largo, la cual era arrojada a las aves. Este método fue utilizado durante 4 h en cada parcela a diferentes horas del día (dos horas por la mañana y dos horas por la tarde). Las aves alejadas (todas), se registraron como “removidas”, durante el tiempo entre los conteos de acrididos. Cada día, los depredadores como lagartijas, coyotes, etc., fueron removidos o alejados por interferencia directa (dos horas por la mañana y el mismo tiempo por la tarde), en tanto que otros depredadores más pequeños fueron capturados y removidos usando 10 trampas Sherman y 20 pitfall (20 cm de alto y 12 cm de diámetro sin preservador) por parcela, las cuales fueron revisadas dos veces al día (en la mañana y en la tarde), entre los conteos de chapulines en los periodos comprendidos entre los días quinto y décimo ( $T_{5-10}$ ) y entre los días décimo y decimo quinto ( $T_{10-15}$ ) contados a partir del primer censo de chapulines ( $t_0$ ).

Todos los depredadores considerados como “removidos” fueron contados, determinados y liberados a la mayor distancia posible del área del trabajo (al menos 200 m). Los acrididos fueron contados visualmente, usando cinco bandas/transecto de 1x30 m, ubicadas en forma paralela a una distancia de 5 m entre ellas, cada cinco días, ( $t_0$ ,  $t_{+5}$ ,  $t_{+10}$ , y  $t_{+15}$ ), registrando la abundancia, la forma de vida (Uvarov 1977) y el substrato usado (Rivera 1988, 1992, 2006) y calculando la densidad de cada especie de acridido (no. de individuos/m<sup>2</sup>) dentro de cada parcela (tratamiento y control). La identificación de acrididos fue realizada usando las claves de Rivera (1986) y Richman *et al.* (1993). *B. mubilum* emergió alrededor del 20 de agosto de 1998, antes del inicio del trabajo en el terreno, y continuó activo hasta principios de noviembre.

Los datos promedio de densidad de chapulines fueron analizados por medio de un ANDEVA (Steel & Torrie 1960, 1976, Zar 1996), sin tomar en cuenta los registros a  $t_0$  debido a que la población de *B. mubilum* se encontraba en estado preadulto.

El efecto de la depredación en la composición de especies de la comunidad de acrididos fue analizado por medio de una serie de pruebas de Chi cuadrada aplicadas a los registros agrupados por forma de vida (Rivera 2006), considerando o no los registros de *B. mubilum* y por último los mismos registros agrupados pero tomando en cuenta por separado los registros del control y los del tratamiento.



## RESULTADOS

La cobertura vegetal en todas las parcelas fue estimada en alrededor de 60%, sin diferencias aparentes entre ellas y siempre dominada por gramíneas acompañadas de hierbas y arbustos, sin embargo se observó una cobertura muy baja de plantas anuales. Se registraron ocho especies de acrididos: *Boopedon nubilum* (Say), *Boottettix argentatus* Bruner, *Brachystola magna* Scudder, *Hesperotettix viridis* (Thomas), *Ligurotettix planum* (Bruner), *Opeia obscura* (Thomas), *Paropomala virgata* (Bruner) y *Trimerotropis pallidipennis* (Burmeister). La densidad más alta registrada correspondió a la forma de vida graminícola y las más bajas a terrícolas y arborícolas (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Abundancia registrada de ocho especies de acrididos en pastizales de la Reserva de la Biosfera Mapimí en el verano de 1998. Especies encontradas de chapulines de acuerdo a sus formas de vida: Arborícolas: BOAR *Boottettix argentatus*; LIPL *Ligurotettix planum*; HEVI *Hesperotettix viridis*; BRMA *Brachystola magna* Graminícolas: BONU *Boopedon nubilum*; OPOB *Opeia obscura*; PAVI *Paropomala virgata terricola*; TRPA *Trimerotropis pallidipennis*.  $t_n$  censo de chapulines al tiempo n (0 = inicial; 5 = al 5° día; 10 = al 10° día; 15 = al 15° día).  
C = abundancia en parcelas control al tiempo ( $t_n$ ).  
T = abundancia en parcelas con interferencia al tiempo (tn).

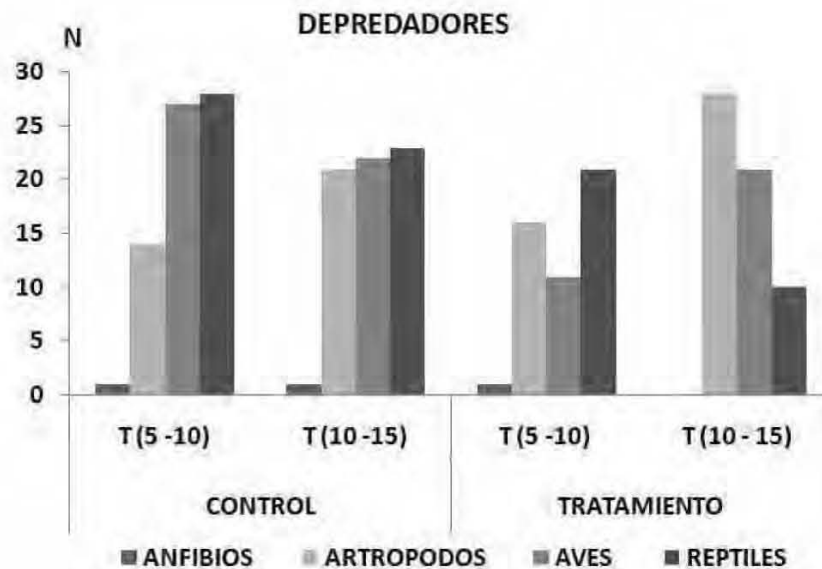
SPP	$t_0$		$t_5$		$t_{10}$		$t_{15}$	
	C	T	C	T	C	T	C	T
BONU	384	638	320	532	149	378	213	310
BOAR	8	8	8	8	11	8	0	1
BRMA	0	0	0	0	0	0	2	5
LIPL	4	5	4	5	6	7	1	2
OPOB	8	12	10	16	4	14	40	47
PAVI	49	22	49	22	34	17	0	1
TRPA	12	15	16	17	20	14	18	21
HEVI	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	465	700	407	600	224	438	274	388

Al inicio del trabajo (14/sept/98), la población de *B. nubilum* se encontraba en estadios ninfales, con una densidad media de  $35.81 \pm 35.20$  ind. /m<sup>2</sup> d. e. (n = 70) con un máximo de 79 ind. /m<sup>2</sup> y un mínimo de 0 ind. /m<sup>2</sup>, ocupando una área estimada entre 20 y 30 ha.

Aunque la actividad de aves depredadoras se redujo ligeramente en el (T<sub>10-15</sub>) en las parcelas de control, las parcelas de tratamiento mostraron una disminución del número de reptiles (Fig. 1) y un incremento para los artrópodos y aves.



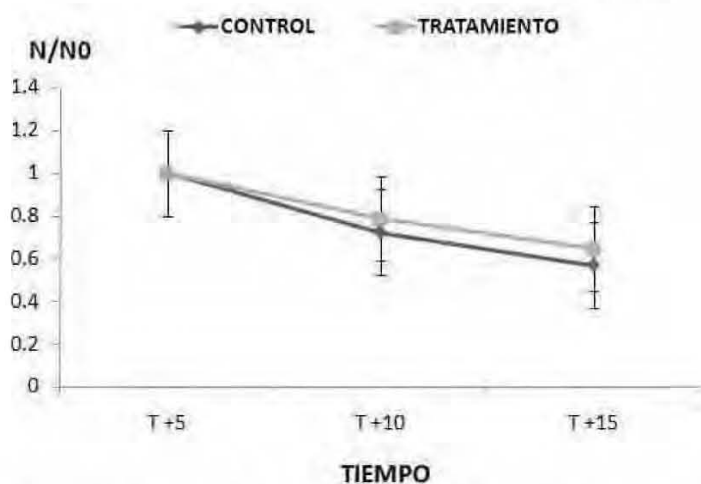
Rivera y Cano-Santana: Interferencia parcial en la depredación natural de acrididos



**Figura 1.** Registro de depredadores “removidos” durante el verano de 1998. N = Número de registros, (T<sub>5-10</sub>) = periodo comprendido entre el quinto y el décimo día, (T<sub>10-15</sub>) = periodo comprendido entre el décimo y el décimo quinto día.

No se encontraron diferencias significativas entre fechas ( $F = 7.407$ ; g. l. = 2, 10,  $P > 0.10$ ) ni por efecto del tratamiento ( $F = 25.909$ ; g. l. = 1, 10,  $P > 0.10$ ) debidas a la interferencia de la depredación natural sobre la densidad total de *B. nubilum*. Se detectó una tendencia a la disminución en la densidad de población (Fig. 2) aunque no se apreciaron cambios en el conjunto de especies de la comunidad pero sí se detectaron cambios apreciables en las proporciones y densidades de especies graminícolas (Fig. 3).

Los resultados de las pruebas de Chi cuadrada aplicadas a los registros de chapulines (Cuadro 3) indican que la principal especie afectada fue *B. nubilum*, y no hubo efecto sobre las especies con formas de vida terrícola y arborícola. No obstante al excluir los registros de *B. nubilum* en el análisis sí se detectaron diferencias entre las especies graminícolas.

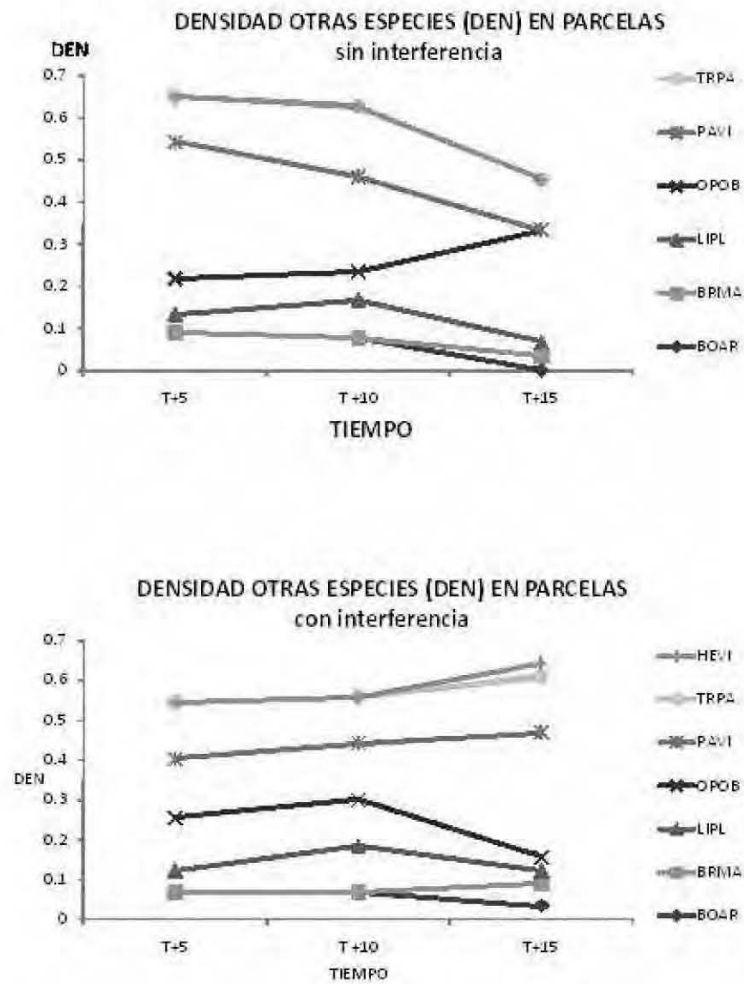


**Figura 2.** Efecto de la depredación natural interferida sobre la densidad de población de *Boopedon nubilum*, en el verano de 1998.  $t_{+5}$  = censo al quinto día,  $t_{+10}$  = censo al décimo día,  $t_{+15}$  = censo al décimo quinto día,  $N/N_0$  = Densidad al tiempo T, dividido entre la densidad al tiempo inicial (cero).

**Cuadro 2.** Resumen de los resultados de las pruebas de Chi cuadrada aplicadas a los registros de chapulines en el trabajo de interferencia parcial, todas las especies agrupadas, por formas de vida, considerando y no los registros de la especie responsable del brote de población de *Boopedon nubilum* (BONU), en el tratamiento (con interferencia) y control (sin interferencia).

FUENTE	X <sup>2</sup> cal.	d.f.	X <sup>2</sup> tab.	$\alpha$	significancia
Todas S/BONU	12.109	2	9.210	0.01	***
Todas C/BONU	4.044	2	4.605	0.10	ns
Solo BONU	19.600	2	9.210	0.01	***
TERRICOLAS	1.209	2	9.210	0.10	ns
GRAMINICOLAS C/BONU	16.660	2	13.815	0.001	****
GRAMINICOLAS S/BONU	4.925	2	4.605	0.10	ns
ARBORICOLAS	2.315	2	4.605	0.10	ns
CONTROL C/BONU	13.989	4	9.488	0.05	**
CONTROL S/BONU	19.022	4	13.277	0.01	***
TRATAMIENTO C/BONU	13.905	4	9.488	0.05	**
TRATAMIENTO S/BONU	11.718	4	9.488	0.05	**

Rivera y Cano-Santana: Interferencia parcial en la depredación natural de acrididos



**Figura 3.** Densidad de las otras especies del ensamble de chapulines registradas durante la depredación natural interferida, en las parcelas de Control (a) y Tratamiento (b), en el verano de 1998. DEN = Número de individuos/m<sup>2</sup>; a) Parcela control. b) Parcela tratamiento. HEVI = *Hesperotettix viridis*; TRPA = *Trimerotropis pallidipennis*; PAVI = *Paropomala virgata*; OPOB = *Opeia obscura*; LIPL = *Liguotettix planum*; BRMA = *Brachystola magna*; BOAR = *Boottettix argentatus*.

### DISCUSIÓN

El clima durante 1997 y 1998 fue más seco que la media regional (precipitación 205 y 122 mm, evaporación 2378 y 3285 mm, respectivamente). Esta variabilidad es directa o indirectamente la responsable de las oscilaciones en abundancia de las poblaciones de acrididos y que muy probablemente detonó el brote masivo de la población de *B. nubilum* para ese verano (Kemp & Dennis, 1993, Pitt 1999).

Sólo registramos ocho especies de acrididos de 12 reportados para este tipo de vegetación por Rivera, (1986), lo cual está estrechamente relacionado con la sequía extrema (Rivera 2006). Los registros de abundancia más alta fueron de acrididos graminícolas en todo el período de estudio (Cuadro 1).

El efecto del “espantapájaros” fue más notable para las aves rapaces que para las aves insectívoras. De éstas últimas fueron más importantes por su persistencia: *Ammodramus savaanarum* (Gmelin), *Dendroica occidentales* (Towsend), *Lanius ludovicianus* Linnaeus, mostrando que se habituaron rápidamente a su efecto no letal. En tanto, en segundo lugar de importancia estuvieron las lagartijas *Cnemidophorus inornatus* Baird y *Sceloporus undulatus* (Latreille), (Fig. 1). El efecto de remover a estos depredadores vertebrados benefició a los depredadores artrópodos, debido a que ellos también son consumidos, principalmente por lagartijas.

La perturbación producida por el “espantapájaros” y la remoción de depredadores epigeos mayores no fue muy notorio en los resultados debido al tiempo de duración (solamente 4/ hrs/día), por lo que no se encontraron diferencias significativas en el corto plazo durante el ensayo. Aunque los resultados muestran una tendencia negativa de la depredación sobre la densidad de población de los elementos del ensamble de chapulines, en especial sobre *B. nubilum* (Fig. 2 y Cuadro 2), este efecto puede ser considerado como natural y se suma al posible efecto de los depredadores al saciar su apetito por la abundancia de alimento.

En el campo, las presas enfrentan el riesgo de ser capturadas por múltiples depredadores y los chapulines tienen muchos enemigos naturales (Joern 1986, Belovsky *et al.* 1990, Bock *et al.* 1992, Schmitz *et al.* 1997), por lo que el riesgo que corren los chapulines de acuerdo a la altura a la que se encuentran en la vegetación, explica el hecho de no haber detectado el efecto de la interferencia en la depredación a corto plazo en acrididos terrícolas y arborícolas ( $P > 0.10$ ), ni en los registros de todo el ensamble ( $P > 0.10$ ), cuando excluimos los valores de *B. nubilum* (ver Cuadro 2). Lo anterior indica que esta especie fue la más atractiva para los depredadores (por sus características morfológicas, color y densidad de población), beneficiando al resto de los elementos del ensamble, lo cual concuerda con los resultados de experimentos realizados por Foreman & Appelqvist (1998) con aves y con los de Cívantos *et al.* (2004) con lagartijas.

Por otra parte, aunque Wiens & Rottenberry (1979) sugieren poco impacto de aves sobre los depredadores artrópodos en experimentos de exclusión de aves

Rivera y Cano-Santana: Interferencia parcial en la depredación natural de acrididos

depredadoras de chapulines, sus resultados pueden estar considerando oscilaciones por el efecto de artrópodos depredadores no detectados que quedaron dentro de sus exclusiones. En nuestro caso cuando la interferencia (“espantapájaros” y remoción de depredadores epigeos) produce la reducción del número de depredadores de artrópodos (principalmente lagartijas) durante el brote de población de los chapulines, se disminuye el riesgo de que sean capturados, promoviendo a su vez que la actividad diurna y vespertina de éstos artrópodos depredadores se incremente (Civantos *et al.* 2004) para aprovechar la abundancia de acrididos como fuente de alimento (Fig. 1).

Todas las especies graminícolas mostraron tener como estrategia de escape saltar entre las hierbas, los macollos y manojos de hierba o al suelo desnudo (como *B. nubilum* y *P. virgata*), o protegiéndose en los manojos de hierba (*O. obscura*), así su vulnerabilidad a la depredación disminuye al distraer ó contrarrestar los esfuerzos de búsqueda del depredador potencial (Staddon & Gendron 1983, Gendron & Staddon 1983). Aunque algunas especies tienden a agregarse en áreas densas de vegetación herbácea, donde los acrididos encuentran los recursos necesarios para su reproducción, supervivencia y para disminución del riesgo de depredación (Hamilton 1971).

En virtud de las densidades de población registradas por *B. nubilum*, el grupo de los chapulines graminícolas fue el más consumido, aunque se observaron diferencias apreciables en registros de *P. virgata* y de *O. obscura*, esta última especie obtuvo ventajas debido a su estrategia de escape (dejarse caer dentro y abajo de la hierba), disminuyendo el riesgo por su posición y coloración (Foreman & Appelqvist 1998). *B. magna* y *H. viridis*, se encontraron cuando la abundancia de graminícolas disminuyó, pero solo la primera especie usó en parte el mismo hábitat que las especies graminícolas, la segunda especie es netamente arborícola (Rivera 2006), ambas se vieron favorecidas debido a la altura de la vegetación en que viven y se desarrollan (Pitt 1999).

De acuerdo con Rivera (2006), *B. nubilum* es una especie dimórfica, los machos adultos son negros, las hembras comúnmente son de color café oscuro, pero algunas son negras, con una proporción de sexos de 1:1 y la relación de color café-negro en las hembras es 4:1 (N=800). Esta especie mostró ser una presa atractiva por su tamaño y alto contraste lo que proporciona una buena imagen de búsqueda para los depredadores (Staddon & Gendron 1983, Gendron & Staddon 1983); su defensa a la depredación es baja para depredadores vertebrados, por mostrar una alta vulnerabilidad diurna por su color negro (Foreman & Appelqvist 1998, Civantos *et al.* 2004). Al incrementar la atención de los depredadores sobre esta especie graminícola, indirectamente disminuye la presión sobre las otras especies graminícolas (Pitt 1999). Esto es razonable debido a que los registros de densidad de *B. nubilum* obtenidos durante el ensayo fueron diez veces mayores que todas las especies restantes en su conjunto

No fue posible detectar ningún efecto de la interferencia parcial en la depredación sobre la densidad de chapulines del ensamble a corto plazo, debido a que la disminución de depredadores vertebrados no fue suficiente para evitar su acción sobre la densidad de población de la especie responsable del disparo de población (*B. nubilum*), ya que esta última por las densidades de población registradas (diez veces mayor que todas las especies en conjunto), sirvió como atracción para los depredadores, disminuyendo el efecto sobre las demás especies, pero sí se detectaron modificaciones en las proporciones y densidades de los acrididos que componen el ensamble de especies.

También se encontró que el efecto de interferencia (“espantapájaros”) sobre las rapaces favoreció a las especies de aves pequeñas y reptiles, quienes mostraron ser los depredadores vertebrados de mayor importancia.

Una limitante para los resultados aquí presentados puede haber sido el poco tiempo invertido para disminuir a los depredadores (4/hrs/día) lo cual, sumado al fenómeno de haber saciado su apetito por la abundancia de alimento proporcionada por el brote masivo de *B. nubilum*, no permitió detectar el efecto esperado de la interferencia parcial sobre la densidad de acrididos del ensamble. Estos resultados sugieren que este tipo de diseño experimental debe ser repetido considerando una mayor inversión de tiempo en la disminución de depredadores, un monitoreo más prolongado y evaluar las poblaciones de la siguiente generación de la especie de acridido que registró el disparo de población.

**AGRADECIMIENTOS.** Gracias a Juan Francisco Herrera y su familia por invaluable apoyo, ayuda y compañía durante todo el trabajo de campo. Gracias a Alfredo Garza, a Elizabeth Aragón y a Rolando González por su ayuda en la identificación de vertebrados y nombres comunes regionales. Al L. I. Cuauhtémoc Domínguez, por sus valiosos comentarios y revisión del texto. Este estudio fue apoyado parcialmente por el Departamento de Fauna Silvestre del INECOL-CRD, Durango, Dgo., México. Cuentas No. 902-05 y No. 902-08-0028.

#### LITERATURA CITADA

- Beckerman, A. P., M. Uriarte & O. J. Schmitz.** 1997. Experimental evidence for a behavior-mediated trophic cascade in terrestrial food chain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 94:10735-10738.
- Belovsky, G. F. & J. B. Slade.** 1993. The role of vertebrate and invertebrate predators in a grasshopper community. *Oikos*. 68:193-201.
- Belovsky, G. E., J. B. Slade & B. A. Stochhoff.** 1990. Susceptibility to predation for different grasshoppers: An experimental Study. *Ecology*. 71(2):624-634.
- Bernays, E. A. & M. Graham.** 1988. On evolution of host specificity in phytophagous arthropods. *Ecology*. 69:886-892.
- Bock, C. E., Bock, J. H. & Grant, M. C.** 1992. Effects of bird predation on grasshopper densities in an Arizona grassland. *Ecology*. 73: 1706-1717.
- Brower, J. E. & J. H. Zar.** 1980. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. W. M. C. Brown Co. Pub. Dubuque Iowa, E.U. 226 pp.



*Rivera y Cano-Santana: Interferencia parcial en la depredación natural de acrididos*

- Civantos, E., J. Ahnesjö, A. Forsman, J. Martín & P. López.** 2004. Indirect effects of prey coloration on predation risk: pygmy grasshoppers versus lizards. *Evolutionary Ecology*. 6:201-213.
- Cornet, A.** 1988. Principales características climáticas. Pp. 45-76. In: Montaña C. (ed): *Estudio Integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la reserva de la Biosfera de Mapimi. Ambiente Natural y Humano*. Pub. 23 Instituto de Ecología, A. C. México, D.F.
- Dempster, J. P.** 1963. The population dynamics of grasshoppers and Locusts. *Biological Reviews*. 38:490-529.
- Foreman, A. & S. Appelqvist.** 1998. Visual predators impose correlational selection on prey color pattern and behavior. *Behavioral Ecology*. 9:409-413.
- Gendron, R. P. & J. E. R. Staddon.** 1983. Searching for cryptic prey: the effect of search rate. *The American Naturalist*. 121:172-186.
- Greathead, D. J.** 1963. A review of insect enemies of Acridoidea (Orthoptera). *Transactions of the Royal Entomological Society of London*. 114:437-517.
- Hairston, N. G., F. E. Smith, & L. S. Slobodkin.** 1960. Community structure, population control, and competition. *The American Naturalist*. 94:421-425.
- Hairston, N. G. Jr., & N. G. Hairston, Sr.** 1997. Does food web complexity eliminate trophic-level dynamics? *The American Naturalist*. 149: 1001-1007.
- Hamilton, W. D.** 1971. Geometry for the selfish herd. *Journal of Theoretical Biology*. 32:295-311.
- Hunter, M. D. & P. W. Price.** 1992. Playing chutes and ladders: Heterogeneity and the relative roles of bottom-up and top-down forces in natural communities. *Ecology*. 73:724-732.
- Joern, A. & N. T. Rudd.** 1982. Impact of predation by the rubber fly *Proctacanthus milbertii* (Diptera:Asilidae) on grasshopper (Orthoptera:Acrididae) populations. *Oecologia*. 55:42-46.
- Joern, A.** 1986. Experimental study of avian predation on coexisting grasshopper populations (Orthoptera: Acrididae) in a sandhills grassland. *Oikos*. 46:243-249.
- Joern, A. & S. B. Gaines.** 1990. Population dynamics and regulation in grasshoppers. Pags. 415-482. In: Chapman, R. F. & A. Joern (eds). *Biology of Grasshoppers*. John Wiley & Sons, New York.
- Kaspari, M. E. & A. Joern.** 1993. Prey choice by three insectivorous grassland birds: reevaluating opportunism. *Oikos*. 68:414-430.
- Kemp, W. P. & B. Dennis.** 1993. Density dependence in rangeland grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Oecologia*. 96:1-8.
- Lavigne, R. J. & R. E. Pfadt.** 1966. Parasites and predators of Wyoming rangeland grasshoppers. *University of Wyoming. Agricultural Experiment Station Science Monographs*. 3:4-31.
- Marquis, R. J. & C. J. Whelan.** 1994. Insectivorous birds increase growth of white oak through consumption of leaf chewing insects. *Ecology*. 75:2007-2014.
- Mitchel, J. E. & R. E. Pfadt.** 1974. A role of grasshoppers in a short grass prairie ecosystem. *Environmental Entomology*. 3:358-360.
- Odum, E. P., C. E. Connell, & L. P. Davenport.** 1962. Population energy flow of the three primary consumer components of old field ecosystems. *Ecology*. 43:88-96.
- Ovadia, O. & O. J. Schmitz.** 2004. Weather variation and trophic interactions strength: sorting the signal of the noise. *Oecologia*. 140:398-406.
- Paine, R. T.** 1966. Food web complexity and species diversity. *The American Naturalist*. 100: 65-73.
- Pitt, W. C.** 1999. Effects of multiple vertebrate predators on grasshopper habitat selection: trade-offs due to predation risk, foraging and thermoregulation. *Evolutionary Ecology*. 13: 499-515.
- Polis, G. A.** 1991. Complex trophic interactions in deserts: an empirical critique of food-web theory. *The American Naturalist*. 138:123-155.
- Rees, N. E.** 1973. *Arthropod and nematode parasites, parasitoids and predators of Acrididae in America North of Mexico*. U. S. Department of Agriculture Technical Bulletin. 460 pp.

- Richman, D.B., D.C. Lightfoot, C.A. Sutherland & D.J. Ferguson.** 1993. *A Manual of the grasshoppers of New Mexico. Orthoptera: Acrididae and Romalidae*. Handbook No. 7. Cooperative Extension Service New Mexico State University. U. S. 112 pp.
- Risser, P. G., E.C. Birney, H. D. Blocker, S.W. May, W. J. Parton & J. A. Wiens.** 1981. *The true prairie ecosystem*. Hutchinson Ross, Pub. Co. Stroudsburg, Philadelphia. U. S. 557 pp.
- Rivera, E.** 1986. Estudio faunístico de los Acridoidea de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, Dgo. México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*. 14:1-12.
- Rivera G., E.** 1988. Actividad diurna de *Taeniopoda eques* Burmeister (Orthoptera: Romaleidae), en el Bolsón de Mapimí, Dgo. México. *Folia Entomologica Mexicana*. 75:5-15.
- Rivera G., E.** 1992. Uso de microambientes por *Trimerotropis pallidipennis* (Burmeister), (Orthoptera: Acrididae) en un gradiente topográfico típico del Desierto Chihuahuense. *Folia Entomologica Mexicana*. 86:1-14.
- Rivera G. E.** 2006. An Annotated checklist of some orthopteroid insects of Mapimí Biosphere Reserve (Chihuahuan Desert), Mexico. *Acta Zoologica Mexicana (n. s.)*, 22: 131 -149.
- Rota, J. & D. L. Wagner.** 2006. Predator Mimicry: Metalmark Moths Mimic Their Jumping Spider Predators. *PLoS ONE* 1(1): e45. doi:10.1371/journal.pone.0000045.
- Rosenheim, J. A.** 1998. Higher - order predators and the regulation of insect herbivore populations. *Annual Review of Entomology* 43:421-447.
- Rothley, K. D., O. J. Schmitz, & J. L. Cohen.** 1997. Foraging to balance conflicting demands: novel insights from grasshoppers under predation risk. *Behavioral Ecology*. 8:551-559.
- Schmitz, O. J.** 1998. Direct and indirect effects of predation and predation risk in old-field interaction webs. *The American Naturalist*. 151:327-342.
- Schmitz, O. J., A. P. Beckerman, & K. M. O'Brien.** 1997. Behaviorally-mediated trophic cascades: effects of predation risk on food web interactions. *Ecology*. 78: 1388-1399.
- Schmitz, O. J., P. Hamback & A. P. Beckerman.** 2000. Trophic cascades in terrestrial systems: a review of the effect of top predators removal on plants. *The American Naturalist*. 155:141-153.
- Staddon, J.E.R. & R.P. Gendron.** 1983. Optimal detection of cryptic prey may lead to predator switching. *The American Naturalist*. 122:843-848.
- Steel, R. G. D. & J. H. Torrie.** 1960. *Principles and procedures of statistics*. Mc Graw Hill. Nueva York. 481 pp.
- Steel, R. G. D. & J. H. Torrie.** 1976. *Introduction to Statistics*. Mc Graw Hill. New York. 382 pp.
- Stower, W. J. & D. F. Greathead.** 1969. Numerical Changes in a population of the desert locust, with special reference to factors responsible for mortality. *Journal of Applied Ecology*. 6:203-235.
- Van Hook, R. I. Jr.** 1971. Energy and nutrient dynamics of spider and orthopteran populations in grassland ecosystem. *Ecological Monographs*. 41:1-26.
- Uvarov, B.** 1977. *Grasshoppers and Locusts: a handbook of general Acridology*. Vol. 2. Behaviour, Ecology, Biogeography, population dynamics. Centre for Overseas Pest Research, Londres. England. 613 pp.
- Wiens, J. A & J. T. Rotenberry.** 1979. Diet niche relationships among North American grassland and scrub steppe birds. *Oecologia* (Berlin), 42:453-492.
- Zar, J. H.** 1996. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey, U. S. 662 pp.



## 7. DISCUSIÓN GENERAL

### 7.1. Diagnóstico de las comunidades de ortopteroideos

El Desierto Chihuahuense abarca una extensión de 629 mil km<sup>2</sup> (Dinerstein *et al.* 2000), dentro de ella los pastizales comprenden una pequeña parte de este territorio (Fig. 1), la importancia de estos sitios es que están sufriendo una transformación a gran escala, debido principalmente a que se han visto alterados y modificados a matorral xerófilo, debido principalmente a una combinación de factores como el cambio climático, los incendios, el sobrepastoreo, la remoción de herbívoros vertebrados y el incremento de la desertificación (Dinerstein *et al.* 2000). Estos pastizales se destacan y describen por sus especies de gramíneas dominantes; de acuerdo a Johnson (1974) se pueden reconocer hasta 15 tipos diferentes, entre ellos destacan los menos áridos (dominados por las “navajitas”, en cotas de lluvia superior a 300 mm) y los áridos (dominados por *P. mutica*, *Sporobolus airoides*, *S. wrightii*, *Muhlenbergia* spp., *Aristida* spp. y *Dasyochloa pulchela* y que tienen registros anuales de lluvia menor a 300 mm) (Fig. 1).

En esta provincia biogeográfica, el trabajo más importante sobre ortopteroideos fue realizado por Tinkham (1948), cubriendo en su totalidad la región del Trans Pecos en Texas (TPT; 3 millones de ha), ubicada en la parte norte del Desierto Chihuahuense, entre 102 y 105° oeste, y 29 y 31° norte, con registros de altitudes extremas de 850 y 2770 m (entre Presidio en el Río Grande y las montañas Davies), con registros de lluvia de entre 200 y 480 mm. En este trabajo se registraron 150 especies incluyendo fásmidos, mántidos y blatodeos. En comparación con lo anterior, la Reserva de la Biosfera Mapimí (RBM) es menos extensa (342 mil ha), ubicada en la parte central de la misma provincia, entre 103 y 104° oeste, y 26 y 27° norte, con registros de altitudes extremos de 1080 y 1380 m s.n.m. (entre el lecho de la Laguna de Palomas y el cerro San Ignacio), con registros de lluvia que van desde los 409 a los 138.5 mm (registros de 1978-2008; ver cuadro 6 del capítulo 5). A la fecha se tienen registradas 60 especies de este

grupo de insectos (Rivera-García, 2006), todas ellas citadas por Tinkham (1948) para TPT.

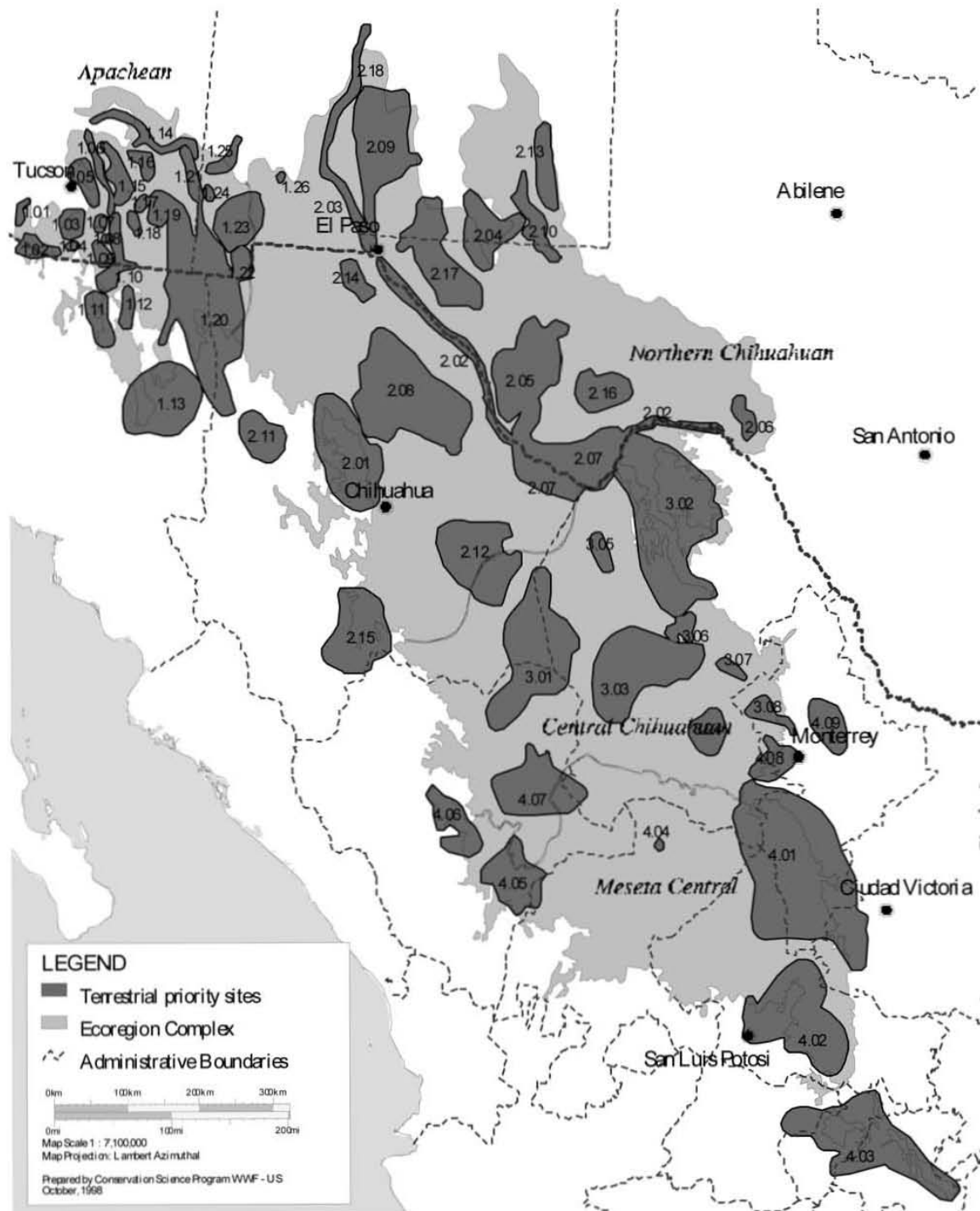


Figura 1. Sitios de pastizal que son importantes para la conservación dentro del Desierto Chihuahuense. Modificado de WWF (Dinerstein *et al.* 2000). Joern (1977, 1979 a, b): Marathon y Altuda, Texas. (2.16); Solitario y Presidio, Texas (2.07). Rivera-García (2006): Reserva de la Biosfera Mapimí (3.01).

Los ortopteroideos registrados en RBM mostraron una fuerte influencia Neártica, los Acridoidea son los mejor representados (39 especies), el mayor número de especies corresponde a sitios con mayor cobertura vegetal, con pocas diferencias entre las unidades de vegetación extremas (ladera de Cerros y Dunas), que mostraron un menor número de especies (17 y 14, respectivamente), de ellas, tres especies comunes de Caelifera (*Phrynotettix robustus*, *Boottettix argentatus* y *Trimerotropis pallidipennis*); en los Ensifera, sólo compartieron dos especies (*Gryllus asimilis* y *Acheta domesticus*) y el registro único en la región de la cucarachita de las dunas (*Arenivaga* sp), de la cual en TPT se registraron tres especies del mismo género.

Tomando como marco de referencia lo anterior, al comparar la riqueza específica de Orthopteroideos en la (RBM sitio 3.01, Fig. 1, Rivera-García 2006), con los de la región del TPT, encontramos una mayor riqueza de especies en TPT (Tinkham 1948), una situación similar se observó al comparar solamente los registros de los acrididos reportados por Joern (1977, 1979 a, b) para los sitios 2.07 y 2.16 de TPT (Fig. 1). En este caso particular se comparten 15 especies (38% de las especies registradas en la RBM; 55% de las reportadas para TPT por Joern, *op. cit.*) entre las que destacan: *Trimerotropis pallidipennis*, *Boottettix argentatus*, *Phrynotettix robustus*, *Hesperotettix viridis*, *Opeia obscura*, *Psoloessa texana*, *Clematodes larreae*, *Campylacantha olivacea*, *Mermiria bivittata*, *Tropidolophus formosus*, *Boopedon nubilum*, *Cibolacris parviceps*, *Acrolophitus maculipennis*, *Melanoplus gladstoni* y *Melanoplus lakinus*. Estas diferencias se deben principalmente a la ubicación latitudinal, la baja altitud, tipo de suelo (predominantemente salinos), promedio de lluvia inferior a 300 mm, gran monotonía de la composición florística y a la historia ganadera de la región de la RBM, en comparación con el entorno ambiental de los sitios de TPT antes mencionados, que están ubicados más al norte, a mayor altitud, con clima más

templado (lluvias mayores a 300 mm), y que muestran una mayor diversidad de paisaje (ver cuadro 6 del capítulo 5). Al comparar la información generada en este trabajo bajo condiciones extremas de sequía en la RBM, con la información proporcionada por Joern (1977, 1979 a,b), Otte (1976) y Otte y Joern (1977), se encontró que las especies compartidas entre RBM y TPT se reducen a sólo tres especies en pastizales y tres en matorrales, es decir (sólo cinco de un total de 15 compartidas faunísticamente).

Los resultados del capítulo 5 de este trabajo muestran que la vegetación del área de estudio (toposecuencia) se encuentra formada de un pastizal halófito, pastizal árido y matorral xerófilo de *Larrea tridentata* codominada con *Prosopis glandulosa*, acompañadas de otras especies conforme se incrementa la pendiente del terreno, en particular especies de suculentas platicaulas. Aunque también comparten algunas especies vegetales que conforman el estrato arbustivo en el pastizal árido, como son *Flourenzia cernua* y *Cordia parvifolia*. Un patrón similar fue detectado al analizar a la comunidad de acrídidos, con una dominancia marcada de *Boottettix argentatus*, *Opeia obscura* y *Trimerotropis pallidipennis*, especies que se destacan por su abundancia y presencia en la mayoría de los sitios de muestreo.

Lo anterior, nos muestra que el número de especies de la comunidad vegetal depende del tipo de vegetación y las características del suelo a lo largo de la toposecuencia, sumado a las condiciones climáticas, que afectan la cobertura vegetal (sequía implica carencia o disminución de plantas anuales) dando como resultado variaciones en la disposición espacial de los hábitats disponibles para ser ocupados por los acrídidos, lo cual se refleja en la composición de la comunidad y en los patrones de diversidad de acrididos asociada a la estructura de la vegetación (menor diversidad de chapulines en matorrales que en pastizales, asociado a la presencia de un menor número de especies arborícolas en pastizales y a un menor número de especies terrícolas en los matorrales; ver

capítulo 5), lo cual es una combinación de factores que determinan la composición y estructura de las comunidades de acrídidos en la RBM.

Por otra parte, Otte (1976) registra una proporción (estandarizada) de número de especies de chapulines/número de especies de plantas, para el Desierto Chihuahuense de 1:3 (0.35), y en la RBM esta misma proporción es menor a la registrada en 1997 (1:3.62) y 1998 (1:5.27), en promedio 0.29. Esta diferencia entre los valores registrados nos muestra el impacto del disturbio climático sobre la composición faunística de acrídidos, y en la vegetación de la RBM, mismo que seguramente se presenta en las zonas más áridas del Desierto Chihuahuense, afectando la composición de las comunidades de acrídidos. Este tipo de indicadores nos pueden proporcionar una medida de la fragilidad que se puede detectar en el sistema, misma que puede tener repercusiones en la dinámica del equilibrio debido a la variabilidad climática interanual (Turner *et al.* 1993), ya que en el caso de vegetación la mayoría de las especies registradas fueron perennes.

Esta situación confirma la sensibilidad de estos insectos a cambios ambientales reportada por otros autores en el pasado (Dreux 1972, 1979; Kemp *et al.* 1990, Parmenter *et al.* 1991; Kemp y Cigliano 1994), pero al mismo tiempo se destacan las tendencias adaptativas de las especies dominantes, que muestran la gran capacidad que tienen para soportar disturbios climáticos importantes y que mantienen un número importante de especies que componen la comunidad bajo condiciones extremas. Entre estas tendencias podemos mencionar a:

(1) La combinación de monofagia (con adaptaciones particulares en la dentición mandibular), crípsis y forma de vida arborícola (como ejemplos de monofagia estricta en arbustos perennes), podemos mencionar a *B. argentatus* con *L. tridentata*, en este caso se tiene documentado que el uso de la planta corresponde directamente con la pendiente del terreno y que en general, la probabilidad de encontrar a este insecto sobre esta planta es del orden de 0.293, aunque esta probabilidad puede aumentar en función de la densidad de la planta (Rivera-

García 1996). *Ligurotettix planum* con *Flouencia cernua*, aunque en el caso de esta especie, también usa las plantas de tallos oscuros como protección a sus depredadores y como sitios de descanso cuando está de tráfico (Rivera-García, datos no publicados). Además de: *O. obscura* con *Pleuraphis mutica*, como ejemplo de monofagia facultativa en gramíneas perennes, la cual ha sido reportada por Otte y Joern (1977) como monófaga sobre *Bouteloua gracilis* en TPT. Desde el punto de vista adaptativo, además de los acrididos citados, existen otras dos especies que podrían ser ubicadas de manera cercana a este grupo, *Hesperotettix viridis* sobre arbustos de la familia de las asteráceas y *Campilacantha olivacea* sobre *F. cernua*, aunque esta última especie ha sido encontrada sobre otros arbustos como *Partenium incanum* y algunas veces sobre *Lippia graveolans* entre otros (E. Rivera-García, obs. perss.).

(2) La combinación de polifagia, crípsis y forma de vida terrícola que presenta *T. pallidipennis*. Además de mostrar un uso diferencial del microhabitat a lo largo de la toposecuencia, relacionadas principalmente a la textura del suelo y que presenta modificaciones en su ciclo de vida, registrando generaciones sobrepuestas relacionadas a la variabilidad de la distribución de la lluvia (espacial y estacional) y en caso de sequía muestra un solo ciclo al año (Rivera-García 1992). Aunque hay otras especies terrícolas que pueden mostrar adaptaciones muy parecidas aunque han mostrado menos tolerancia a la carencia de humedad (*T. pistrinaria*, *Mestobregma terricolor* y *M. plattei*), lo cual coincide con lo propuesto por Simpson (1994), sobre la importancia de la termoregulación, que bajo condiciones extremas de temperatura, asociado a la ausencia de humedad es un factor fisiológico importante porque llega a limitar el consumo de alimento, con efectos adversos.

(3) Aparición de disparos de población como el registrado para *B. nubilum* (especie de afinidad Neártica) en 1997 y 1998 que fueron particularmente secos y mostraron una respuesta poblacional a la sequía pronunciada que fue aprovechada por esta especie al ser favorecida por las nuevas condiciones ambientales. Mismo caso fue lo manifestado por *Taenipoda eques* (especie de

afinidad Neotropical), pero los disparos de población se desencadenaron en un periodo excepcionalmente húmedo entre 1984 a 1986 (con registros de lluvia de 273.4, 331.3 y 407 mm, respectivamente), en los que se alcanzaron densidades de hasta 115 ind/ha (1984) y 890 ind/ha (1986), reportados por Rivera-García (1988 a, b). En el caso de los disparos de población de algunas especies debidos a la sequía como el mencionado anteriormente, la principal consecuencia del efecto de factores bióticos como la depredación, se enfoca hacia la especie más numerosa, provocando un reacomodo (a manera de ajuste) entre las especies que componen la comunidad de chapulines (ver capítulo 6), por el efecto directo (en este caso), de la depredación, que aumentó para *B. nubilum*, y disminuyó para los otros componentes específicos de la comunidad de acrididos, provocando al mismo tiempo que las especies modificaran las formas habituales de uso de plantas para forrajeo y protección, dando como resultado cambios en la composición de la comunidad de especies de acrididos y en el uso de la comunidad vegetal por estos insectos.

## **7.2. Conclusiones generales y preguntas por resolver**

El Desierto Chihuahuense, es una de las más extensas regiones áridas de la parte norte de nuestro continente y es la mayor extensión de terreno, con ubicación latitudinalmente correspondiente al cinturón árido ubicado entre el ecuador y el Trópico de Cáncer.

Por lo anterior y dada su sensibilidad a los cambios climáticos, los pulsos de contracción y expansión (en espacio y tiempo) de las especies de acrididos, que habitan en esta provincia fisiográfica, estarán íntimamente ligados a las fluctuaciones climáticas que se registran a lo largo y ancho de su territorio, mostrando mayores oscilaciones en los sitios más áridos.

Al paso del tiempo, estos cambios han conducido a las especies mejor representadas y constantes (*B. argentatus*, *O. obscura*, *T. pallidipennis* y *B.*

*nubilum*) por caminos adaptativos para compensar estos niveles de disturbio como se muestra en este trabajo. Sumado a lo anterior, las comunidades también reflejan en su conjunto, ajustes debidos al impacto de la depredación, mismos que se reflejan en las fluctuaciones en los cambios en la composición y su arreglo espacial, como se mostró en el cap. 6.

Por lo anterior, es posible considerar a los acrídidos en su conjunto como un grupo particularmente indicativo de la intensidad y capacidad de recuperación en ambientes alterados por disturbios en ambientes extremos como son las zonas áridas.

Esto nos permite suponer que si los acrídidos registran de manera natural cambios de ajuste en el corto y largo plazo por estos dos factores (bióticos y bióticos), buscando de alguna manera un equilibrio dinámico, ¿qué pasa cuando este sistema natural está afectado de manera irreversible por factores producidos por la influencia humana? ¿Las comunidades de acrídidos serán capaces de compensar estas situaciones, y si es así, durante cuánto tiempo?

Lo anterior nos permite desencadenar otro tipo de interrogantes: ¿se puede determinar en la actualidad que ambientes de manera natural, cubren en su totalidad o parcialmente el *preferendum* ambiental para las poblaciones de especies de acrídidos en zonas áridas? ¿Los procesos de adaptación y evolución a nivel de especie y comunidad, han seguido los mismos caminos en el Great Basin (EUA), en comparación con el Desierto Chihuahuense (EUA y México)? ¿Qué pasa con las especies de acrídidos compartidas en estas dos regiones del Norte del Continente en comparación con las de Mapimí o en regiones más al sur, pero dentro del Desierto Chihuahuense? ¿Se han adaptado por caminos similares o alternos a sus respectivos ambientes? Y en consecuencia ¿qué tan cercanas (desde el punto de vista genético) son actualmente las poblaciones de las mismas especies? En el caso de las especies que muestran disparos de población: ¿la adaptación genética que sirve de pilar para que una población soporte niveles de impacto tan altos de depredación, son los mismos para todas las especies, o se



presentan sólo en las que muestran estos disparos o potencialmente todas pueden presentarlos?

¿Qué tan íntima es la relación que guardan estos insectos fitófagos con sus depredadores, son especializados, generalistas, oportunistas o es al azar? ¿Qué tan importantes son (a nivel de especie o grupo) para el desarrollo de las poblaciones de depredadores?, y ¿ésta es igualmente importante en todo tipo de ambiente y para todos los depredadores? ¿Bajo qué circunstancias los ciclos reproductores se ven afectados por esta situación, o que tipo de ajustes hacen para su desarrollo poblacional?

#### **Literatura citada.**

- Dinerstein, E., D. Olson, J. Atchley, C. Louks, S. Contreras-Balderas, R. Abell, E. Inigo, E. Enkerlin, C. Williams y F. Castilleja. 2000. *Ecoregion-Based conservation in the Chihuahuan Desert: A Biological assesment*. WWF and others. En: USDA Forest Service Proceedings RMRS-P 40 2006.17.
- Dreux, P. 1972. Recherches de terrain en auto-ecologie des Orthopteres. *Acrida*. 305-330.
- Dreux, P. 1979. *Introducción a la Ecología*. 2ª ed. Alianza Editorial, Madrid.
- Johnson, M. C. 1974. Brief resume of botanical, including vegetation, features of the Chihuahuan Desert region with special emphasis on their uniqueness. En: R. H. Waver y D. H. Riskind (eds.). *Transactions of the Symposium on the biological resources of the Chihuahuan Desert Region. United States and Mexico. U. S. Department of Interior. National Park Services Transactions and Proceedings. Series No. 3*. Págs. 335-362.
- Joern A. 1977. Vegetation structure and microhabitat selection in grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Southwestern Naturalist*. 27 (2): 197-209.

- Joern, A. 1979a. Resource utilization and community structure in assemblages of arid grassland grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Transactions of the American Entomological Society*. 150: 253-300.
- Joern, A. 1979b. Feeding patterns in grasshoppers (Orthoptera: Acrididae): factors influencing diet specialization. *Oecologia*. 38: 325-347.
- Kemp, W. P. y M. M. Cigliano. 1994. Drought and rangeland grasshopper species diversity. *The Canadian Entomologist*. 126: 1075-1092.
- Kemp, W. P., S. J. Harvey y K. M. O'Neill. 1990. Patterns of vegetation and grasshopper community composition. *Oecologia*. 83: 290-308.
- Otte, D. 1976. Species Richness Patterns of New World Desert Grasshoppers in Relation to Plant Diversity. *Journal of Biogeography*. 3 (3): 197-209.
- Otte, D. y A. Joern. 1977. On feeding patterns in desert grasshoppers and the evolution of specialized diets. *Proceedings of the Academy of Natural Science of Philadelphia*. 128: 9-126.
- Parmenter, R. P., J. A. MacMahon y C. A. B. Gilbert. 1991. Early successional patterns of arthropod recolonization on reclaimed Wyoming strip mines; the grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) and their allied faunas (Orthoptera: Gryllacrididae, Tettigonidae). *Environmental Entomology*. 20: 135-142.
- Rivera-García, E. 1988a. Utilización de arbustos para descanso por *Taeniopoda eques* Burmeister (Orthoptera: Romaleidae), en el Desierto Chihuahuense. *Acta Zoologica Mexicana. (nueva serie)*. 25: 35-41.
- Rivera-García, E. 1988b. Actividad diurna de *Taeniopoda eques* Burmeister (Orthoptera: Romaleidae), en el Bolsón de Mapimí, Dgo., México. *Folia Entomologica Mexicana*. 75: 5-15.

- Rivera-García, E. 1992. Uso de microambientes por *Trimerotropis pallidipennis* (Buermeister) (Orthoptera: Acrididae) en un gradiente topográfico típico del Desierto Chihuahuense. *Folia Entomologica Mexicana*. 86: 1-14.
- Rivera-García, E. 1996. Utilización de *Larrea tridentata* (DC) Cov. (Zygophyllaceae) por *Boottettix argentatus* (Bruner), (Acrididae: Gomphocerinae), en tres biotopos del Bolsón de Mapimí, Dgo. (Desierto Chihuahuense). *Acta Zoologica Mexicana. (nueva serie)*. 68: 1-12.
- Rivera-García, E. 2006. An annotated checklist of some Orthopteroid Insects of Mapimi Biosphere Reserve (Chihuahuan Desert), Mexico. *Acta Zoologica Mexicana. (nueva serie)*. 22: 131-149.
- Tinkham, E. R. 1948. Faunistic and ecological studies on Orthoptera of the Big Bend region of Trans-Pecos Texas, with special reference to the Orthopteran zones and fauna of Midwestern North America. *The American Midland Naturalist*. 40: 521-663.
- Turner, M. G., W. H. Romme, R. H. Gardner, R. V. O'Neill y T. K. Kratz. 1993. A revised concept of landscape equilibrium: Disturbance and stability on scaled landscapes. *Landscape Ecology*. 8(3):213-227.

Anexo 1. Resumen de valores asociados al análisis de Componentes Principales, practicado a los datos de cobertura vegetal, abundancia d acrídidos por parcela, sitio año y valores de Riqueza de especies, Diversidad de Shanon, Inverso de Simpson y Equitatividad, para ambos casos.

<b>VALORES</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>PC3</b>	<b>PC4</b>	<b>PC5</b>
<b>VECTORES</b>	9.04599	6.04723	5.28524	4.62856	4.06266
<b>PROPORCION VARIANZA EXPLICADA</b>	0.30522	0.20404	0.17833	0.15617	0.13708
<b>PROPORCION ACUMULADA</b>	0.30522	0.50926	0.68759	0.84376	0.98084

## **COMPONENTES**

<b>ESPECIES PLANTAS</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>PC3</b>	<b>PC4</b>	<b>PC5</b>
<b>ECME</b>	0.01984	0.13954	0.09185	0.09817	0.07299
<b>ATCA</b>	0.12823	-0.22679	0.07077	-0.01317	0.0403
<b>BAAB</b>	-0.05803	0.01162	-0.3176	0.11635	-0.06488
<b>BOBA</b>	0.0234	0.13837	0.04512	0.03025	0.13198
<b>CABA</b>	-0.03497	0.04126	-0.02938	0.08978	-0.04837
<b>ERPU</b>	-0.0997	-0.07725	-0.04184	-0.17935	0.00561
<b>EUPHO</b>	-0.0844	-0.07128	-0.24489	0.03143	-0.02178
<b>FLCE</b>	0.05258	0.13005	-0.20245	-0.03772	0.06943
<b>NIED</b>	0.06731	0.13372	0.03142	-0.05335	0.24908
<b>HAHE</b>	0.00813	0.05248	-0.04376	-0.10107	0.12385
<b>HEMO</b>	0.07175	0.14331	0.02816	-0.05213	0.2553
<b>HIMU</b>	0.15494	0.27091	-0.05638	-0.13084	0.05431
<b>HODE</b>	0.06981	-0.03347	0.06855	0.11213	-0.09095
<b>IBTE</b>	0.04504	0.04397	-0.12348	-0.05771	0.06246
<b>LATR</b>	-0.26095	-0.10553	-0.04253	0.04932	-0.01895
<b>LIGR</b>	-0.11051	-0.03427	0.05921	-0.08982	0.08312
<b>MUSQ</b>	-0.05654	-0.00349	-0.34535	0.06555	-0.05919
<b>OPCH</b>	0.04504	0.04397	-0.12348	-0.05771	0.06246
<b>OPLE</b>	-0.05165	-0.01986	-0.04265	0.05598	-0.04106
<b>OPRA</b>	-0.20755	-0.07776	-0.04376	-0.11403	0.0861
<b>OPVI</b>	0.06972	0.14324	0.03652	-0.0495	0.24955
<b>PANICUM</b>	0.0428	0.09247	0.07705	0.01951	0.15397
<b>POA</b>	0.00451	0.05234	0.00805	-0.15524	-0.01607
<b>PRGL</b>	0.09828	0.20065	-0.03101	-0.05487	0.25338
<b>RHMI</b>	-0.0101	0.06996	-0.10819	0.07226	-0.06707
<b>SAKA</b>	0.02649	0.12161	0.07736	0.08129	0.06647
<b>SILE</b>	0.20079	-0.24494	0.02789	0.07722	0.02369
<b>SOEL</b>	-0.03167	0.04422	0.0326	0.03946	0.0768

<b>SPAI</b>	0.19231	-0.20365	0.0853	0.14055	-0.03256
<b>SPCO</b>	-0.08182	0.00633	-0.21137	0.14814	-0.09773
<b>ZIOB</b>	-0.0253	0.03683	-0.01925	0.11885	-0.03854
<b>CATE</b>	-0.05181	0.00095	-0.0408	0.08322	-0.07426
<b>COGR</b>	-0.06771	-0.05255	0.00073	-0.10112	0.02564
<b>EUAN</b>	-0.15074	-0.08186	0.07405	0.00622	0.02832
<b>FOSP</b>	-0.14388	-0.05042	0.0784	0.06362	0.01179
<b>JADI</b>	-0.20452	-0.11466	-0.10757	0.05114	-0.04458
<b>OPMI</b>	-0.11038	-0.06323	0.03672	0.01204	-0.00496
<b>MASC</b>	-0.05528	-0.04079	-0.30276	0.0419	-0.04621
<b>ARI</b>	0.06568	0.07406	0.04518	-0.20434	-0.3459
<b>ENE</b>	0.06568	0.07406	0.04518	-0.20434	-0.3459
<b>BOAR</b>	-0.07532	-0.05508	0.07957	-0.30583	-0.10133
<b>PAIN</b>	-0.00873	0.0585	0.04655	0.00395	0.04102
<b>BAMU</b>	0.06989	0.08791	0.05895	-0.192	-0.3409
<b>SUNI</b>	0.04637	-0.00611	0.06356	0.05455	-0.03075
<b>DYSP</b>	-0.12974	-0.037	0.09686	-0.08928	0.06296
<b>BOCU</b>	-0.07841	-0.08449	0.06979	-0.20686	0.03034
<b>POOL</b>	-0.05121	-0.06182	0.06015	-0.13643	0.02632
<b>TRCA</b>	-0.09089	-0.02435	0.04966	-0.04702	0.07655
<b>DALE</b>	-0.10128	-0.089	0.05431	-0.22643	0.03388
<b>QUELA</b>	-0.07622	-0.05069	-0.0497	-0.06528	0.05381
<b>BOER</b>	-0.10175	-0.0568	0.06298	-0.12702	0.07416
<b>ESPECIES ACRIDIDOS</b>					
<b>BOAR</b>	-0.24492	-0.07933	-0.1748	-0.00064	0.008
<b>LIPL</b>	0.02665	0.09363	-0.30171	-0.01724	-0.02216
<b>OPOB</b>	0.15398	0.26291	-0.04366	-0.05669	0.03923
<b>PAVI</b>	0.18308	-0.11506	-0.03051	0.03614	-0.05631
<b>ARCO</b>	0.17111	-0.2515	0.00217	0.03179	0.04235
<b>MEPL</b>	0.18084	-0.27694	-0.01097	0.00922	0.05875
<b>METE</b>	0.18742	-0.28527	-0.00713	0.01761	0.0581
<b>TRPA</b>	-0.04723	-0.03979	0.11922	-0.15633	-0.06257
<b>TRPI</b>	0.18142	-0.26171	-0.01225	-0.00203	0.0624
<b>CAOL</b>	-0.01384	0.03425	-0.23963	0.00943	-0.03053
<b>SCNI</b>	0.05675	0.05234	-0.09683	-0.06957	-0.00174
<b><u>Div. COB. VEG.</u></b>					
<b><u>vegS</u></b>	-0.19771	0.0012	-0.03331	-0.23672	0.08901
<b><u>vegH´</u></b>	-0.18782	-0.02051	-0.07275	-0.13019	0.05122
<b><u>Veg1/D</u></b>	0.20531	0.12983	-0.05305	0.05451	-0.14172
<b><u>VegJ´</u></b>	0.14098	0.10852	0.02072	-0.16205	-0.34497
<b><u>Div. ABUN. CHAPS.</u></b>					
<b><u>ChapS</u></b>	0.18835	-0.10192	-0.22637	-0.19487	0.09127
<b><u>ChapH´</u></b>	0.18553	-0.10253	-0.2193	-0.21073	0.09351

<u>Chap1/D</u>	0.18201	-0.10491	-0.21089	-0.22175	0.09305
<u>ChapJ'</u>	0.03139	-0.09447	-0.05154	-0.29943	0.07591

**Matrices de correlación para cobertura vegetal (COBER) asociada por sitios y parcelas 1997 y 1998.**

COBER 1997	111	112	113	114	121	122
111	1	0.9998	0.9999	0.9952	-0.029	-0.0256
112	0.9998	1	1	0.995	-0.028	-0.0249
113	0.9999	1	1	0.9951	-0.0284	-0.0252
114	0.9952	0.995	0.9951	1	-0.0308	-0.0274
121	-0.029	-0.028	-0.0284	-0.0308	1	0.9776
122	-0.0256	-0.0249	-0.0252	-0.0274	0.9776	1
123	-0.0286	-0.0277	-0.0281	-0.0305	0.961	0.9883
124	-0.0219	-0.0211	-0.0214	-0.0233	0.9561	0.9911
131	-0.0308	-0.0298	-0.0302	-0.0328	0.9639	0.9613
132	-0.034	-0.0328	-0.0333	-0.0362	0.6886	0.7115
133	-0.0288	-0.0278	-0.0282	-0.0306	0.9192	0.9506
134	-0.0279	-0.027	-0.0274	-0.0298	0.9415	0.9703
141	-0.0323	-0.0312	-0.0317	-0.0344	-0.0463	-0.0354
142	-0.0248	-0.0239	-0.0243	-0.0264	-0.0354	-0.0309
143	-0.0328	-0.0317	-0.0322	-0.035	-0.047	-0.0366
144	-0.029	-0.028	-0.0284	-0.0309	-0.0415	-0.0336
151	-0.0283	-0.0274	-0.0278	-0.0302	-0.0406	-0.0301
152	-0.0246	-0.0237	-0.0241	-0.0262	-0.0352	-0.0248
153	-0.0289	-0.0279	-0.0283	-0.0307	-0.0413	-0.0293
154	-0.0289	-0.0279	-0.0283	-0.0308	-0.0414	-0.0336
161	-0.0407	-0.0398	-0.0391	-0.0439	-0.0584	-0.0296
162	-0.0344	-0.0332	-0.0337	-0.0366	-0.0492	-0.0252
163	-0.0349	-0.0337	-0.0342	-0.0371	0.1267	0.1714
164	-0.0381	-0.0368	-0.0373	-0.0406	-0.0546	-0.0164

COBER 1997	123	124	131	132	133	134
111	-0.0286	-0.0219	-0.0308	-0.034	-0.0288	-0.0279
112	-0.0277	-0.0211	-0.0298	-0.0328	-0.0278	-0.027
113	-0.0281	-0.0214	-0.0302	-0.0333	-0.0282	-0.0274
114	-0.0305	-0.0233	-0.0328	-0.0362	-0.0306	-0.0298
121	0.961	0.9561	0.9639	0.6886	0.9192	0.9415
122	0.9883	0.9911	0.9613	0.7115	0.9506	0.9703

123	1	0.9783	0.9458	0.6989	0.9454	0.956
124	0.9783	1	0.9336	0.7197	0.9608	0.9764
131	0.9458	0.9336	1	0.6919	0.9398	0.953
132	0.6989	0.7197	0.6919	1	0.7619	0.7868
133	0.9454	0.9608	0.9398	0.7619	1	0.9928
134	0.956	0.9764	0.953	0.7868	0.9928	1
141	-0.0396	-0.0309	-0.0493	0.5488	0.0238	0.0545
142	-0.0351	-0.0268	-0.0376	0.6433	0.0412	0.0739
143	-0.0409	-0.0318	-0.0501	0.5889	0.0255	0.0579
144	-0.0376	-0.029	-0.0442	0.6118	0.0326	0.0653
151	-0.0338	-0.0265	-0.0432	0.6169	0.0339	0.0669
152	-0.0279	-0.0221	-0.0375	0.6415	0.0415	0.0753
153	-0.0329	-0.026	-0.044	0.6135	0.0327	0.0659
154	-0.0375	-0.029	-0.0441	0.6104	0.0323	0.0645
161	-0.0361	-0.0288	-0.0409	0.5587	0.03	0.0522
162	-0.0289	-0.0243	-0.0308	0.5933	0.0529	0.0775
163	0.1667	0.17	0.1194	0.6889	0.1979	0.2369
164	-0.0198	-0.0189	-0.0569	0.5326	0.0121	0.0472

COBER  
1997

	141	142	143	144	151	152
111	-0.0323	-0.0248	-0.0328	-0.029	-0.0283	-0.0246
112	-0.0312	-0.0239	-0.0317	-0.028	-0.0274	-0.0237
113	-0.0317	-0.0243	-0.0322	-0.0284	-0.0278	-0.0241
114	-0.0344	-0.0264	-0.035	-0.0309	-0.0302	-0.0262
121	-0.0463	-0.0354	-0.047	-0.0415	-0.0406	-0.0352
122	-0.0354	-0.0309	-0.0366	-0.0336	-0.0301	-0.0248
123	-0.0396	-0.0351	-0.0409	-0.0376	-0.0338	-0.0279
124	-0.0309	-0.0268	-0.0318	-0.029	-0.0265	-0.0221
131	-0.0493	-0.0376	-0.0501	-0.0442	-0.0432	-0.0375
132	0.5488	0.6433	0.5889	0.6118	0.6169	0.6415
133	0.0238	0.0412	0.0255	0.0326	0.0339	0.0415
134	0.0545	0.0739	0.0579	0.0653	0.0669	0.0753
141	1	0.8961	0.9363	0.9614	0.9606	0.9061
142	0.8961	1	0.9464	0.972	0.9746	0.9921
143	0.9363	0.9464	1	0.9833	0.9731	0.9437
144	0.9614	0.972	0.9833	1	0.9962	0.9734
151	0.9606	0.9746	0.9731	0.9962	1	0.9827
152	0.9061	0.9921	0.9437	0.9734	0.9827	1
153	0.956	0.9722	0.984	0.9982	0.9971	0.9774
154	0.9591	0.9693	0.981	0.9991	0.9966	0.9731
161	0.9068	0.8379	0.8649	0.8897	0.8961	0.8532

162	0.949	0.9329	0.9326	0.9585	0.966	0.9419
163	0.8934	0.8864	0.899	0.9151	0.9267	0.9129
164	0.9091	0.8661	0.8824	0.9057	0.9184	0.89

COBER  
1997

	153	154	161	162	163	164
111	-0.0289	-0.0289	-0.0407	-0.0344	-0.0349	-0.0381
112	-0.0279	-0.0279	-0.0398	-0.0332	-0.0337	-0.0368
113	-0.0283	-0.0283	-0.0391	-0.0337	-0.0342	-0.0373
114	-0.0307	-0.0308	-0.0439	-0.0366	-0.0371	-0.0406
121	-0.0413	-0.0414	-0.0584	-0.0492	0.1267	-0.0546
122	-0.0293	-0.0336	-0.0296	-0.0252	0.1714	-0.0164
123	-0.0329	-0.0375	-0.0361	-0.0289	0.1667	-0.0198
124	-0.026	-0.029	-0.0288	-0.0243	0.17	-0.0189
131	-0.044	-0.0441	-0.0409	-0.0308	0.1194	-0.0569
132	0.6135	0.6104	0.5587	0.5933	0.6889	0.5326
133	0.0327	0.0323	0.03	0.0529	0.1979	0.0121
134	0.0659	0.0645	0.0522	0.0775	0.2369	0.0472
141	0.956	0.9591	0.9068	0.949	0.8934	0.9091
142	0.9722	0.9693	0.8379	0.9329	0.8864	0.8661
143	0.984	0.981	0.8649	0.9326	0.899	0.8824
144	0.9982	0.9991	0.8897	0.9585	0.9151	0.9057
151	0.9971	0.9966	0.8961	0.966	0.9267	0.9184
152	0.9774	0.9731	0.8532	0.9419	0.9129	0.89
153	1	0.9979	0.8956	0.965	0.9311	0.9191
154	0.9979	1	0.8875	0.9564	0.9131	0.9051
161	0.8956	0.8875	1	0.9376	0.891	0.909
162	0.965	0.9564	0.9376	1	0.948	0.959
163	0.9311	0.9131	0.891	0.948	1	0.9586
164	0.9191	0.9051	0.909	0.959	0.9586	1

COBER  
1998

	211	212	213	214	221	222
211	1	0.9969	0.9975	0.9989	-0.0224	-0.0252
212	0.9969	1	0.9939	0.9932	-0.0215	-0.0221
213	0.9975	0.9939	1	0.9985	-0.0188	-0.0185
214	0.9989	0.9932	0.9985	1	-0.0211	-0.0234
221	-0.0224	-0.0215	-0.0188	-0.0211	1	0.9942
222	-0.0252	-0.0221	-0.0185	-0.0234	0.9942	1
223	-0.0306	-0.032	-0.0291	-0.0286	0.9707	0.9663
224	-0.0233	-0.0233	-0.0208	-0.0217	0.9974	0.9946
231	-0.0223	-0.0216	-0.019	-0.0209	0.9988	0.9966



232	-0.0293	-0.0186	-0.0122	-0.0274	0.9595	0.9695
233	-0.0283	-0.0201	-0.0146	-0.0264	0.9743	0.9754
234	-0.0294	-0.0243	-0.0197	-0.0274	0.9781	0.9782
241	-0.0382	-0.0413	-0.0381	-0.0355	0.0577	0.0598
242	-0.0317	-0.0285	-0.0243	-0.0297	-0.0033	-0.0127
243	-0.0353	-0.0339	-0.0297	-0.0328	-0.0097	-0.0154
244	-0.0343	-0.0351	-0.0317	-0.0319	-0.0138	-0.0004
251	-0.0391	-0.0422	-0.039	-0.0363	-0.0229	-0.0342
252	-0.0361	-0.039	-0.036	-0.0336	-0.0188	-0.0281
253	-0.0434	-0.0369	-0.0303	-0.0403	0.0617	0.0781
254	-0.0399	-0.0408	-0.0367	-0.0371	0.2315	0.2494
261	-0.0357	-0.0386	-0.0356	-0.0331	0.1819	0.191
262	-0.0295	-0.0319	-0.0294	-0.0274	-0.0103	-0.0262
263	-0.0387	-0.0389	-0.0348	-0.036	0.2686	0.2616
264	-0.0378	-0.0409	-0.0377	-0.0352	-0.0205	-0.0156

COBER  
1998

	223	224	231	232	233	234
211	-0.0306	-0.0233	-0.0223	-0.0293	-0.0283	-0.0294
212	-0.032	-0.0233	-0.0216	-0.0186	-0.0201	-0.0243
213	-0.0291	-0.0208	-0.019	-0.0122	-0.0146	-0.0197
214	-0.0286	-0.0217	-0.0209	-0.0274	-0.0264	-0.0274
221	0.9707	0.9974	0.9988	0.9595	0.9743	0.9781
222	0.9663	0.9946	0.9966	0.9695	0.9754	0.9782
223	1	0.9702	0.9709	0.9365	0.9575	0.9844
224	0.9702	1	0.9985	0.9524	0.9642	0.972
231	0.9709	0.9985	1	0.9581	0.9691	0.9751
232	0.9365	0.9524	0.9581	1	0.9794	0.9779
233	0.9575	0.9642	0.9691	0.9794	1	0.9902
234	0.9844	0.972	0.9751	0.9779	0.9902	1
241	0.2119	0.0498	0.0535	0.034	0.1572	0.1733
242	0.1424	-0.0249	-0.0205	0.0038	0.1381	0.1347
243	0.1405	-0.0235	-0.0232	-0.0096	0.1224	0.1242
244	0.1559	-0.0182	-0.0145	-0.018	0.1016	0.1179
251	0.1147	-0.0371	-0.0345	-0.0488	0.0804	0.0863
252	0.1303	-0.0327	-0.03	-0.0436	0.0892	0.0988
253	0.2156	0.0472	0.0553	0.1023	0.2094	0.2115
254	0.3903	0.231	0.2337	0.2183	0.3325	0.352
261	0.3427	0.1775	0.1816	0.1558	0.2774	0.2985
262	0.1553	-0.0278	-0.0262	-0.0288	0.109	0.1235
263	0.4269	0.2537	0.2569	0.2607	0.3805	0.4004
264	0.145	-0.0261	-0.024	-0.04	0.0865	0.1036

COBER  
1998

	241	242	243	244	251	252
211	-0.0382	-0.0317	-0.0353	-0.0343	-0.0391	-0.0361
212	-0.0413	-0.0285	-0.0339	-0.0351	-0.0422	-0.039
213	-0.0381	-0.0243	-0.0297	-0.0317	-0.039	-0.036
214	-0.0355	-0.0297	-0.0328	-0.0319	-0.0363	-0.0336
221	0.0577	-0.0033	-0.0097	-0.0138	-0.0229	-0.0188
222	0.0598	-0.0127	-0.0154	-0.0004	-0.0342	-0.0281
223	0.2119	0.1424	0.1405	0.1559	0.1147	0.1303
224	0.0498	-0.0249	-0.0235	-0.0182	-0.0371	-0.0327
231	0.0535	-0.0205	-0.0232	-0.0145	-0.0345	-0.03
232	0.034	0.0038	-0.0096	-0.018	-0.0488	-0.0436
233	0.1572	0.1381	0.1224	0.1016	0.0804	0.0892
234	0.1733	0.1347	0.1242	0.1179	0.0863	0.0988
241	1	0.9267	0.939	0.9465	0.9383	0.9401
242	0.9267	1	0.9775	0.9281	0.9259	0.9473
243	0.939	0.9775	1	0.9516	0.9315	0.9422
244	0.9465	0.9281	0.9516	1	0.879	0.9152
251	0.9383	0.9259	0.9315	0.879	1	0.9372
252	0.9401	0.9473	0.9422	0.9152	0.9372	1
253	0.8899	0.9283	0.9119	0.9362	0.814	0.9087
254	0.8815	0.8513	0.879	0.9475	0.7639	0.8508
261	0.9682	0.9088	0.9252	0.9686	0.8915	0.9151
262	0.9097	0.9717	0.9612	0.9298	0.8909	0.9562
263	0.8487	0.8907	0.881	0.8809	0.7882	0.8379
264	0.9437	0.9404	0.9455	0.9736	0.8975	0.9259

COBER  
1998

	253	254	261	262	263	264
211	-0.0434	-0.0399	-0.0357	-0.0295	-0.0387	-0.0378
212	-0.0369	-0.0408	-0.0386	-0.0319	-0.0389	-0.0409
213	-0.0303	-0.0367	-0.0356	-0.0294	-0.0348	-0.0377
214	-0.0403	-0.0371	-0.0331	-0.0274	-0.036	-0.0352
221	0.0617	0.2315	0.1819	-0.0103	0.2686	-0.0205
222	0.0781	0.2494	0.191	-0.0262	0.2616	-0.0156
223	0.2156	0.3903	0.3427	0.1553	0.4269	0.145
224	0.0472	0.231	0.1775	-0.0278	0.2537	-0.0261
231	0.0553	0.2337	0.1816	-0.0262	0.2569	-0.024
232	0.1023	0.2183	0.1558	-0.0288	0.2607	-0.04
233	0.2094	0.3325	0.2774	0.109	0.3805	0.0865
234	0.2115	0.352	0.2985	0.1235	0.4004	0.1036
241	0.8899	0.8815	0.9682	0.9097	0.8487	0.9437
242	0.9283	0.8513	0.9088	0.9717	0.8907	0.9404

243	0.9119	0.879	0.9252	0.9612	0.881	0.9455
244	0.9362	0.9475	0.9686	0.9298	0.8809	0.9736
251	0.814	0.7639	0.8915	0.8909	0.7882	0.8975
252	0.9087	0.8508	0.9151	0.9562	0.8379	0.9259
253	1	0.9311	0.9082	0.9224	0.8868	0.9298
254	0.9311	1	0.952	0.8761	0.907	0.9179
261	0.9082	0.952	1	0.906	0.9003	0.9517
262	0.9224	0.8761	0.906	1	0.921	0.9373
263	0.8868	0.907	0.9003	0.921	1	0.9005
264	0.9298	0.9179	0.9517	0.9373	0.9005	1

Anexo 2. Resumen de valores asociados al análisis de Componentes Principales, practicado a los datos de abundancia de acrídidos por parcela, sitio, año y valores de Riqueza de especies, Diversidad de Shanon ( $H'$ ), Inverso de Simpson ( $1/D$ ) y Equitatividad de Pielou ( $J'$ ).

VALORES	Componentes		
	PC1	PC2	PC3
VECTORES	5.33818	2.92633	1.81001
PROPORCION VARIANZA EXPLICADA	0.47693	0.26142	0.16169
PROPORCION ACUMULADA	0.47693	<b>0.73835</b>	<b>0.90004</b>

Valores Calculados	Componentes		
	PC1	PC2	PC3
BOAR	0.12527	0.12657	0.3453
LIPL	-0.05821	0.47355	0.30469
OPOB	-0.02625	0.32842	0.01491
PAVI	-0.21377	-0.11679	0.04337
ARCO	-0.31501	-0.2384	0.19204
MEPL	-0.35365	-0.23019	0.15414
METE	-0.36233	-0.25142	0.19371
TRPA	0.03094	-0.08606	-0.34608
TRPI	-0.35171	-0.22867	0.15652
CAOL	-0.02399	0.37343	0.46202
SCNI	-0.08978	0.25858	-0.28054
<i>chapS</i>	-0.37053	0.2484	-0.12006
<i>chapH'</i>	-0.37142	0.24845	-0.12655
<i>chap1/D</i>	-0.37032	0.24124	-0.12688
<i>chapJ'</i>	-0.18239	0.13253	-0.45244

Valores Calculados	Componentes		
	PC1	PC2	PC3
111	-11.3567	0.87602	-0.5156
112	-4.94737	0.87389	-0.62756
113	-7.24804	1.51703	-1.77354
114	-1.96735	0.27092	-0.20001
121	-3.79355	3.12504	-2.0305
122	-2.29862	2.09304	-1.43929
123	-1.21726	2.05176	-0.31386
124	-3.22028	2.00511	-2.34767

131	-5.30583	6.37849	-0.77553
132	-0.99336	5.50054	2.82267
133	-5.29091	3.73357	-1.84696
134	-3.87036	3.99962	-1.30904
141	-1.72475	1.71871	-0.3417
142	-0.86174	0.99123	0.31711
143	-0.61121	1.24438	1.00771
144	-1.88241	1.62759	-1.53346
151	-2.01493	1.57132	-1.51911
152	-1.92061	1.78395	-0.82773
153	-1.71412	1.85644	-0.43399
154	-1.99559	1.68935	-0.7785
161	-3.81411	4.94778	1.87748
162	-0.61121	1.24438	1.00771
163	-1.99559	1.68935	-0.7785
164	-4.25403	3.82326	-1.47907
211	-2.17929	2.32425	-1.33287
212	-2.29862	2.09304	-1.43929
213	-1.19101	1.72334	-0.32876
214	-1.93283	1.34148	-2.33165
221	-3.89435	2.88059	-2.1029
222	-3.69617	2.55918	-1.64445
223	-2.10439	2.58491	-1.24868
224	-1.82719	1.20526	-2.62412
231	-5.62751	5.42611	-2.02123
232	-2.26822	2.59594	-0.16833
233	-5.26738	7.77084	0.7515
234	-4.44735	4.9006	-1.73828
241	-1.92061	1.78395	-0.82773
242	-1.93833	1.73025	-1.20177
243	-1.92061	1.78395	-0.82773
244	-1.93833	1.73025	-1.20177
251	-2.01493	1.57132	-1.51911
252	-2.01493	1.57132	-1.51911
253	-1.49834	1.77752	0.07289
254	-1.99559	1.68935	-0.7785
261	-3.80135	5.79109	1.51491
262	-1.29838	1.85393	0.4718
263	-0.86174	0.99123	0.31711
264	-2.33989	2.20883	-0.54942

**Matriz de correlación para abundancia (ABUN) asociada por sitios y años (1997 y 1998).**

ABUN 1997	111	112	113	114	121	122
111	1	0.6643	0.7221	0.2784	0.3516	0.4617
112	0.6643	1	0.8224	0.8138	0.4738	0.3483
113	0.7221	0.8224	1	0.7561	0.5885	0.4872
114	0.2784	0.8138	0.7561	1	0.393	0.0938
121	0.3516	0.4738	0.5885	0.393	1	0.9122
122	0.4617	0.3483	0.4872	0.0938	0.9122	1
123	0.0339	0.0274	0.0414	-0.0169	0.7693	0.7163
124	0.5256	0.493	0.7244	0.3072	0.8017	0.826
131	0.3984	0.3169	0.3766	0.0891	0.7822	0.8727
132	-0.495	-0.3984	-0.3534	-0.2484	0.152	0.1382
133	0.7521	0.583	0.6772	0.2329	0.5807	0.7505
134	0.3022	0.4968	0.5633	0.4314	0.8694	0.8054
141	0.3027	0.2281	0.3438	0.0419	0.3145	0.4573
142	0.2954	0.225	0.2712	0.0728	0.2167	0.3324
143	0.0339	0.0274	0.0414	-0.0169	0.0168	0.0938
144	0.1706	0.0747	0.3155	-0.0283	0.3585	0.4495
151	0.313	0.1913	0.4321	0.0221	0.4559	0.5738
152	0.2828	0.1913	0.3615	0.0221	0.3629	0.4969
153	0.1734	0.1117	0.2548	-0.0106	0.2584	0.3752
154	0.4617	0.3483	0.4872	0.0938	0.4516	0.6191
161	0.1814	0.3235	0.3342	0.2636	0.1855	0.2377
162	0.0339	0.0274	0.0414	-0.0169	0.0168	0.0938
163	0.4617	0.3483	0.4872	0.0938	0.4516	0.6191
164	0.588	0.4469	0.5734	0.1483	0.5028	0.6856

ABUN 1997	123	124	131	132	133	134
111	0.0339	0.5256	0.3984	-0.495	0.7521	0.3022
112	0.0274	0.493	0.3169	-0.3984	0.583	0.4968
113	0.0414	0.7244	0.3766	-0.3534	0.6772	0.5633
114	-0.0169	0.3072	0.0891	-0.2484	0.2329	0.4314
121	0.7693	0.8017	0.7822	0.152	0.5807	0.8694
122	0.7163	0.826	0.8727	0.1382	0.7505	0.8054
123	1	0.3072	0.738	0.3791	0.2329	0.6547
124	0.3072	1	0.5924	-0.0153	0.7272	0.6837
131	0.738	0.5924	1	0.4028	0.7691	0.8282
132	0.3791	-0.0153	0.4028	1	-0.0721	0.2781

133	0.2329	0.7272	0.7691	-0.0721	1	0.6198
134	0.6547	0.6837	0.8282	0.2781	0.6198	1
141	0.0419	0.5229	0.545	0.2466	0.6933	0.2513
142	0.0728	0.3178	0.5528	0.2919	0.6504	0.2047
143	-0.0169	0.082	0.3487	0.3791	0.3736	-0.0153
144	-0.0283	0.7034	0.3174	0.2303	0.4761	0.1905
151	0.0221	0.8031	0.4266	0.158	0.6238	0.31
152	0.0221	0.6362	0.4907	0.2355	0.6585	0.2548
153	-0.0106	0.4983	0.4267	0.301	0.5537	0.1531
154	0.0938	0.6882	0.6344	0.1382	0.8366	0.3953
161	-0.02	0.2757	0.5381	0.4471	0.5971	0.3439
162	-0.0169	0.082	0.3487	0.3791	0.3736	-0.0153
163	0.0938	0.6882	0.6344	0.1382	0.8366	0.3953
164	0.1483	0.7179	0.7403	0.0912	0.951	0.5968

ABUN 1997	141	142	143	144	151	152
111	0.3027	0.2954	0.0339	0.1706	0.313	0.2828
112	0.2281	0.225	0.0274	0.0747	0.1913	0.1913
113	0.3438	0.2712	0.0414	0.3155	0.4321	0.3615
114	0.0419	0.0728	-0.0169	-0.0283	0.0221	0.0221
121	0.3145	0.2167	0.0168	0.3585	0.4559	0.3629
122	0.4573	0.3324	0.0938	0.4495	0.5738	0.4969
123	0.0419	0.0728	-0.0169	-0.0283	0.0221	0.0221
124	0.5229	0.3178	0.082	0.7034	0.8031	0.6362
131	0.545	0.5528	0.3487	0.3174	0.4266	0.4907
132	0.2466	0.2919	0.3791	0.2303	0.158	0.2355
133	0.6933	0.6504	0.3736	0.4761	0.6238	0.6585
134	0.2513	0.2047	-0.0153	0.1905	0.31	0.2548
141	1	0.942	0.8684	0.821	0.8347	0.9708
142	0.942	1	0.9461	0.6345	0.6398	0.8556
143	0.8684	0.9461	1	0.5792	0.5245	0.7757
144	0.821	0.6345	0.5792	1	0.9804	0.9304
151	0.8347	0.6398	0.5245	0.9804	1	0.9379
152	0.9708	0.8556	0.7757	0.9304	0.9379	1
153	0.9759	0.8952	0.8684	0.8957	0.8737	0.9822
154	0.9631	0.8669	0.7163	0.8213	0.8813	0.9582
161	0.8256	0.8834	0.8306	0.4984	0.5133	0.7234
162	0.8684	0.9461	1	0.5792	0.5245	0.7757
163	0.9631	0.8669	0.7163	0.8213	0.8813	0.9582
164	0.8039	0.7452	0.5103	0.626	0.7396	0.7843

ABUN 1997	153	154	161	162	163	164
111	0.1734	0.4617	0.1814	0.0339	0.4617	0.588
112	0.1117	0.3483	0.3235	0.0274	0.3483	0.4469
113	0.2548	0.4872	0.3342	0.0414	0.4872	0.5734
114	-0.0106	0.0938	0.2636	-0.0169	0.0938	0.1483
121	0.2584	0.4516	0.1855	0.0168	0.4516	0.5028
122	0.3752	0.6191	0.2377	0.0938	0.6191	0.6856
123	-0.0106	0.0938	-0.02	-0.0169	0.0938	0.1483
124	0.4983	0.6882	0.2757	0.082	0.6882	0.7179
131	0.4267	0.6344	0.5381	0.3487	0.6344	0.7403
132	0.301	0.1382	0.4471	0.3791	0.1382	0.0912
133	0.5537	0.8366	0.5971	0.3736	0.8366	0.951
134	0.1531	0.3953	0.3439	-0.0153	0.3953	0.5968
141	0.9759	0.9631	0.8256	0.8684	0.9631	0.8039
142	0.8952	0.8669	0.8834	0.9461	0.8669	0.7452
143	0.8684	0.7163	0.8306	1	0.7163	0.5103
144	0.8957	0.8213	0.4984	0.5792	0.8213	0.626
151	0.8737	0.8813	0.5133	0.5245	0.8813	0.7396
152	0.9822	0.9582	0.7234	0.7757	0.9582	0.7843
153	1	0.9132	0.7618	0.8684	0.9132	0.7007
154	0.9132	1	0.7583	0.7163	1	0.9072
161	0.7618	0.7583	1	0.8306	0.7583	0.7082
162	0.8684	0.7163	0.8306	1	0.7163	0.5103
163	0.9132	1	0.7583	0.7163	1	0.9072
164	0.7007	0.9072	0.7082	0.5103	0.9072	1