



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA

PROGRAMAS MULTIDISCIPLINARIOS DE POSGRADO EN CIENCIAS
AMBIENTALES

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES

**ETNOBIOLOGÍA DE ESCAMOLES (*Liometopum apiculatum*) EN EL ALTIPLANO
POTOSINO**

PRESENTA:

PRISCILA LARA JUÁREZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. JUAN ROGELIO AGUIRRE RIVERA

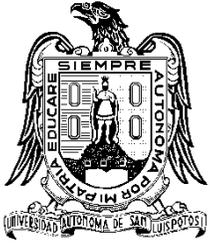
ASESORES:

DR. PEDRO CASTILLO LARA

DR. JUAN ANTONIO REYES AGÜERO

FECHA

Mayo 30 de 2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA

PROGRAMAS MULTIDISCIPLINARIOS DE POSGRADO EN CIENCIAS
AMBIENTALES

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES

ETNOBIOLOGÍA DE ESCAMOLES (*Liometopum apiculatum*) EN EL ALTIPLANO POTOSINO

PRESENTA:

PRISCILA LARA JUÁREZ

COMITÉ TUTELAR:

DIRECTOR: Dr. Juan Rogelio Aguirre Rivera

ASESOR: Dr. Pedro Castillo Lara

ASESOR: Dr. Juan Antonio Reyes Agüero

SINODALES:

PRESIDENTE: Dr. Juan Rogelio Aguirre Rivera

SECRETARIO: Dr. Pedro Castillo Lara

VOCAL: Dr. Jorge Alberto Flores Cano

Cuatro cosas son de las pequeñas en la tierra, y las mismas son más sabias que los sabios: las hormigas... Proverbios 30: 24 y 25

En gratitud a mi Dios, por dame la oportunidad de maravillarme de su infinito poder reflejado en tan pequeños insectos, su organización y forma de vida, no cabe duda que creó todo a la perfección...

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT por la beca otorgada durante los estudios de maestría, número de beca 368440.

Esta tesis se realizó con el apoyo del proyecto "Aprovechamiento y tecnificación de la producción de escamoles en S.L.P.", a cargo del Dr. Pedro Castillo Lara, financiado por Fundación Produce San Luis Potosí, A.C.

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, por este espacio de desarrollo y superación, de igual forma al Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (IIZD) en donde se me facilitaron todas las cosas necesarias para el buen desarrollo de esta tesis.

En gratitud al Ingeniero Jaime Valle, que nos apoyó incondicionalmente para que el desarrollo de este trabajo se llevara sin sobresaltos.

Para el Pollito, gracias pollito por acompañarme y enseñarme tantas cosas, por echarme porras cuando ya no podía más.

Para Don Lalo, doña Elisa, Lalillo, Martha, Paco y Lupe, mi familia de Charcas, los aprecio mucho, Don Lalo gracias por acompañarnos en campo, por preocuparse por encontrar cada uno de los hormigueros que necesitamos, por explicarme todo de las hormigas y por cuidarme siempre, doña Elisa gracias por las gorditas de queso con chile, por el mole de

rata, por los gusanitos, por los escamoles por todo lo rico que nos preparaba para después de las largas jornadas de trabajo. A mis chamacos Paco y Lupe que siempre cuidaron de mí.

Al comisariado ejidal de Pocitos y a los informantes del ejidos. A los informantes del rancho Laguna Seca.

En gratitud a la gente de Hidalgo, con quienes compartí poco tiempo, pero quienes fueron de gran ayuda para el desarrollo de esta tesis, por el aprendizaje que obtuve de ustedes no solo el relacionado a las hormigas.

DEDICATORIAS

En memoria de mi Tita y Tito, estarán felices por la semilla que dejaron en mi corazón, siempre me acompañan en mis logros y en cada lugar nuevo que conozco.

A mis padres, gracias mamá por impulsarme en todo lo que he decidido emprender, gracias por todos tus sacrificios, “pa” gracias por estar siempre ahí y ayudarme en todo. A los dos, porque lo que ahora soy es parte por ellos.

Para mis hermanos Danna Dalila y Otoniel. Claro, también para mi chiki.

Para Luis Fernando Leal Alvarado, otro logro más en el que me has acompañado con paciencia, cariño, motivación y amor; en recompensa por los días que falté. Aprecio que sigamos caminando de la mano por nuestra Playa Linda ahora en otra etapa de nuestras vidas.

A mis abuelitos Zita y Enrique; mis tíos Magda, Kokis, Aurora y Dagos; mis primos Alexandra, José María, Auro, Zita, David, Yayo y Marquitos. Para la Tere.

Para el Dr. J. Rogelio Aguirre, en gratitud por todo lo que ha hecho conmigo, por el aprendizaje que he obtenido y por creer en mí, por sus regaños y por su inmensa paciencia.

Aracely Becerra, en gratitud por su gran calidez, cariño y hasta regaños, sin usted no hubiera sido lo mismo, gracias por defenderme siempre.

Dr. Pedro Castillo, primero por acompañarme en campo, por el aprendizaje que me regalo, aprecio el haber trabajado con usted por su calidez humana y por la dedicación que vi. Cada detalle de las plantas y de los insectos los entendí gracias a su ayuda.

Dr. Antonio Reyes, por impulsarme de alguna u otra forma, por compartir conmigo su conocimiento.

Para mis amigos que me acompañaron a campo, nunca me fui sola, gracias por su apoyo incondicional y por poner de su parte para que este trabajo fuera cumplido, Flor, Karo, Paola, Erika, Brenda, Liz y Guille.

En agradecimiento al Dr. Arturo de Nova y el Dr. Carlos A. Muñoz, quienes sin dudar me echaron la mano.

Don José García por la identificación de los ejemplares.

Doc. Javier Fortanelli, Dr. Gregorio, quienes sin duda fueron parte importante de mi educación.

Para, Gretel Clausen, Vilma, Mariam y Fer, Anale y Sergio, Paula, Suhey Tristán, Suki y Jasha, guardo las experiencias con ustedes vividas y deseo de corazón que un día el destino nos vuelva a unir.

Toño Rendón y Maribel Aguirre, Toño Dávila, Flor de María Tristán, Yosa, Paloma, Ulises, Luis Octavio, Carlos Matías, Gaby Cuervo, Brenda, por hacer de esta una experiencia inolvidable, en gratitud a lo que aprendí de ustedes, los atesoro en mi corazón.

Para mis incondicionales amigos Priscilla Denise y Hugo García, gracias por entender mis ausencias. Adriel, Ale, Lucy y Paty, gracias por su amistad. Porra y Karlita lo logre por fin.

Andreita, Paloma y Adareli, gracias por su apoyo de siempre, por las risas por la compañía.

Paola Spiritu, Elizabeth Medina, Carolina Jiménez, Erika Galarza, Aldo, Camacho, Coral y Ceci, siguen siendo parte de mi vida, no olvido las experiencias vividas, los viajes, las sonrisas.

Madrina "Eloy" gracias por el apoyo que me otorgaste siempre, por las palabras de aliento.

Para toda la gente de CEMEX quienes me dieron la gran oportunidad de abrir mi perspectiva, Danaé, Cinthya, Clau, Dianita, Gerardo, Angelito y todos, gracias.

Mis compañeras y amigas del IIZD, Marilú, Paty, Rox y Yure y Gris, por tan buenos momentos que pasamos, tantas risas, gracias por su apoyo.

Jóse, Coquito, Juan Miguel, Jaime... bueno a todos los del IIZD que hicieron más agradable mi estancia.

A quienes me acompañaron cada noche, entre desvelos y quienes siempre estuvieron ahí para darme una mirada de aliento y cobijar mis ilusiones Trikis, Bamby, Pulga y Panza.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE CUADROS.....	12
RESUMEN GENERAL.....	13
1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	15
2. Biología de la hormiga de escamoles (<i>Liometopum apiculatum</i> Mayr).....	19
2.1 Resumen.....	19
2.2 Introducción	19
2.3 Nomenclatura	21
2.4 Distribución general y hábitat.....	23
2.5 Hábitos e interacciones.....	24
2.6 Ciclo de vida del hormiguero.....	29
2.6.1 Etapa fundacional.....	29
2.6.2 Etapa de crecimiento	30
2.6.3 Etapa de reproducción.....	31
2.6.4 Muerte del hormiguero.....	31
2.7 Morfología y ciclo de vida de la hormiga.....	31
2.8 Conclusiones	32
2.9 Bibliografía citada	33
3. Distribución geográfica y ecológica de <i>Liometopum apiculatum</i> Mayr (Formicidae: Dolichoderinae) en el altiplano de San Luis Potosí, México.....	38
3.1 Resumen.....	38
3.2 Introducción	38
3.3 Materiales y métodos	40
3.4 Resultados y discusión	42
3.4.1 Distribución geográfica	42
3.4.2 Distribución ecológica.....	43
3.5 Conclusiones y recomendaciones	54
3.6 Bibliografía citada	55
4. Caracterización del aprovechamiento de escamoles (<i>Liometopum apiculatum</i> Mayr) en el altiplano potosino.....	57

4.1	Resumen.....	57
4.2	Introducción	57
4.3	Materiales y métodos	59
4.4	Resultados y discusión	62
4.4.1	El aprovechamiento de escamoles (<i>Liometopum apiculatum</i>) en el altiplano potosino.....	62
4.4.2	Localización y caracterización de hormigueros	69
4.4.3	Comparación de la recolección en el altiplano potosino y la región hidalguense	72
4.5	Conclusiones y recomendaciones	75
4.7	Bibliografía citada	76
5.	Efecto de la condición sobre <i>Liometopum apiculatum</i> en tres diferentes sitios de agostadero del municipio de Charcas, San Luis Potosí, México.....	78
5.1	Resumen.....	78
5.2	Introducción	78
5.3	Materiales y métodos	81
5.4	Resultados y discusión	84
5.4.1	Vegetación.....	84
5.4.2	Estado de la superficie del suelo	91
5.5	Conclusiones	93
5.6	Bibliografía citada	93
6.	Discusión y conclusiones generales.....	96
6.1	Bibliografía citada	98
7.	Anexos	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Escamoles a la mexicana, fritos en mantequilla. Ejido Pocitos, Charcas, SLP.	20
Figura 2.2 Alimentación por trofobiosis sobre maguey. Charcas, SLP.....	26
Figura 2.3 Princesas a punto de iniciar el vuelo nupcial, acompañadas por obreras. Rancho Laguna Seca, Charcas, SLP.....	29
Figura 3.1 Zona de estudio y vías para documentar los registros de presencia y ausencia de <i>Liometopum apiculatum</i> en el altiplano potosino. Basado en Anónimo (2002).....	41
Figura 3.2 <i>Liometopum apiculatum</i> Mayr. Recolectada en Charcas SLP.....	42
Figura 3.3 Distribución geográfica de <i>Liometopum apiculatum</i> en el altiplano potosino.....	43
Figura 3.4. Tipos de vegetación relacionados con <i>Liometopum apiculatum</i> en el altiplano potosino. Basado en Anónimo (2002).....	45
Figura 3.5. Suelos asociados a <i>Liometopum apiculatum</i> en el altiplano potosino. Basado en anónimo (2002).....	48
Figura 3.6 Sustrato geológico y su relación con <i>Liometopum apiculatum</i> en el altiplano potosino. Basado en Anónimo (2002).....	50
Figura 3.7 Tipos de climas relacionados con <i>Liometopum apiculatum</i> en el altiplano potosino. Basado en Anónimo (2002).....	52
Figura 3.8. Áreas ecológicas favorables para <i>Liometopum apiculatum</i> en el altiplano potosino.....	53
Figura 4.1. Localización del área de estudio en Charcas, San Luis Potosí, rancho Laguna Seca y ejido Pocitos.....	59
Figura 4.2. Localización del área de estudio Hidalguense, municipio de Actopan (localidad de Chicavasco) y municipio de Cardonal (localidad de San Andrés Daboxtha), Hidalgo.....	60
Figura 4.3. Herramientas para la localización y extracción de escamoles en el ejido Pocitos, Charcas, SLP.....	62
Figura 4.4. Aspecto externo del hormiguero e insectos asociados, Charcas, SLP.....	63
Figura 4.5. Extracción de la trabécula en el rancho Laguna Seca, Charcas, SLP.....	64
Figura 4.6. Separación de escamoles de la trabécula y su cribado en el ejido Pocitos, Charcas, SLP.....	65

Figura 4.7. Reconstrucción de la trabécula a base de ramas enrolladas, rancho Laguna Seca, Charcas, SLP.....	66
Figura 4.8. Cerramiento de hormigueros. a) Taponamiento de la boca con una piedra laja y restos de maguey. b) Cubrimiento con suelo y cladodios de cardenche. Rancho Laguna Seca, Charcas, SLP.....	66
Figura 4.9. Escamoles parcialmente limpios, dispuestos en un cesto de carrizo para su transporte. Ejido Pocitos, Charcas, SLP.....	67
Figura 4.10. Limpieza final de escamoles en el ejido Pocitos, Charcas, SLP.....	67
Figura 4.11. Centro de acopio, almacenamiento y venta de escamoles del ejido Pocitos, Charcas, SLP.....	68
Figura 4.12. Rancho Laguna Seca, ubicación de los hormigueros caracterizados.....	70
Figura 4.13. Ejido Pocitos, ubicación de los hormigueros caracterizados.....	71
Figura 5.1. Lindero entre los potreros de la fracción Cerro Blanco del ejido Francisco I. Madero (izquierda) y el potrero Siete Vueltas del rancho Laguna Seca. a) La pérdida de suelo en el ejido ha formado un escalón sobre la línea de la cerca. b) En el potrero ejidal se observa menor densidad de la vegetación y mayor cantidad de estiércol. c) Acercamiento al desnivel del suelo, de aproximadamente 10 a 12 cm, generado por el sobrepastoreo.	80
Figura 5.2. Localización del área de estudio, rancho Laguna Seca y ejido Francisco I. Madero, Charcas, San Luis Potosí (En amarillo, límite de predio; en rojo, límite de paisaje; en azul, área de muestreo).....	82
Figura 5.3. Distribución de los transectos de puntos de muestreo para centrar los cuadrantes de medición de vegetación y densidad de hormigueros.....	83

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Plantas relacionadas con <i>Liometopum apiculatum</i> y su función.....	28
Cuadro 3.1. Tipos de vegetación relacionados con la presencia de <i>Liometopum apiculatum</i> en el altiplano potosino.....	44
Cuadro 3.2. Tipos de suelos y su relación con <i>Liometopum apiculatum</i> en el altiplano potosino.....	47
Cuadro 3.3. Sustratos geológicos y su relación con <i>L. apiculatum</i>	49
Cuadro 3.4. Tipos de climas asociados a <i>Liometopum apiculatum</i> en el altiplano potosino.....	51
Cuadro 5.1. Estructura de la vegetación en los sitios probables del predio con mejor condición (rancho).	85
Cuadro 5.2 Estructura de la vegetación en los sitios probables del predio con peor condición (ejido).....	87
Cuadro 5.3. Efecto de la condición sobre la densidad (individuos/ha) de las especies con más que diez registros en el muestreo.....	89
Cuadro 5.4. Efecto de la condición sobre la biomasa volumétrica (m ³ /ha) de las especies con más que diez registros en el muestreo.....	90
Cuadro 5.5 Efecto de la condición (predio) y sitio aparente sobre la cobertura (cm, %) superficial del suelo (n=cinco líneas Canfield de 5m).....	92

RESUMEN GENERAL

En el altiplano potosino, la recolección de escamoles y de gusanos de maguey comenzó hace sólo unos 10 o 12 años, inducida por intermediarios de ganado del valle de México, quienes han establecido en los ejidos una red de acopio, sin preocuparse por la capacitación de los recolectores en este respecto. Para los campesinos esto ha sido una oportunidad muy atractiva de obtener ingresos extraordinarios y significativos, a pesar de la fuerte asimetría económica de la transacción. Se cuenta con indicios de que el desconocimiento y la despreocupación sobre el aprovechamiento persistente de escamoles (pupas de hormigas *Liometopum apiculatum*) probablemente estén provocando la destrucción de las colonias u hormigueros y reduciendo su repoblación natural. A la vez, se desconoce la distribución precisa de esta especie en el altiplano potosino, y el efecto del uso múltiple de los recursos en las comunidades de las cuales los hormigueros son una parte, particularmente el pastoreo que reduce las áreas de descanso de las hormigas, y puede llegar a destruir hormigueros, fracciona sus corredores naturales, y el aprovechamiento del maguey para forraje y mezcal, del cual las hormigas también dependen tróficamente. En este trabajo se busca contribuir al conocimiento de la biología de la hormiga de escamoles (*Liometopum apiculatum*), además de comparar la forma de aprovechamiento actual en el altiplano potosino, con la tradicional practicada en Hidalgo, detectar la principal problemática en ambas regiones y con base en los conocimientos tradicionales y científicos proponer métodos alternativos de aprovechamiento probablemente más persistentes. Para lo anterior, se determinaron las zonas óptimas para este recurso en el altiplano potosino. Se documentó la recolección en un ejido y en un rancho privado, ubicado en Charcas, SLP y en dos comunidades otomíes de Hidalgo y se analizó el efecto sobre esta especie del uso múltiple del agostadero, con los métodos de medición de líneas de intercepción de Canfield y cuadrantes centrados en un punto. Entre los aportes a la biología de este insecto, se obtuvo información sobre la identidad, fenología y distribución geográfica y ecológica de *Liometopum apiculatum*, se identificaron y analizaron sus relaciones directas con especies de plantas y de otros insectos, y se estableció en qué medida la condición del agostadero incide en la población de hormigueros.

Palabras clave: *Liometopum apiculatum*, escamoles, biología, distribución geográfica y ecológica, condición de agostadero, aprovechamiento actual y tradicional.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El consumo ancestral de insectos (entomofagia) persiste hasta la actualidad, de tal forma, que en los países desarrollados son ingeridos como una alternativa culinaria exótica, mientras que en otras regiones son el complemento de las proteínas necesarias para la subsistencia de sus pobladores (Ramos E. y Pino M., 1989).

En México existen más que 540 especies de insectos comestibles; dos de ellas son los escamoles o pupas de las castas reproductoras (princesas y zánganos) de hormigas de las especies *Liometopum apiculatum* Mayr y *L. occidentale* spp. *luctuosum* Wheeler (Ramos E. y Pino M., 1989; del Toro *et al.*, 2009).

Como alimento, los escamoles contienen 40% de proteína, además de grasas, vitaminas, minerales, fibras y azúcares (Ramos E. y Pino M., 1989). Su contenido de aminoácidos esenciales es más alto que el del pescado, pollo, huevo y la carne de res, y supera el patrón de los requerimientos establecidos por la WHO/FAO/ONU.

La temporada de recolecta de escamoles dura de marzo a abril, esto es durante el periodo seco del año. Los escamoles servidos en restaurantes pueden costar hasta 200.00 USD por kilogramo, mientras que los recolectores los venden localmente en \$150.00 a \$300.00. Lo anterior se debe a las cadenas de comercialización, donde los acopiadores, introductores e intermediarios, reciben gran parte de la diferencia de precios.

En el estado de San Luis Potosí la extracción de escamoles se realiza en el altiplano desde hace aproximadamente 10 años. Según el INEGI, esta región cuenta con los índices más altos en cuanto a marginación, migración y uno de los más bajos niveles de vida (Anónimo, 2002); esto justifica buscar nuevas formas de obtención de ingresos. Una opción que los pobladores han encontrado, es la recolecta y venta de escamoles, pero al carecer de conocimientos tradicionales y de capacitación al respecto, su extracción imperita puede estar dañando las colonias de hormigas, limitando la repoblación y comprometiendo la persistencia de este recurso natural renovable.

Las hormigas de escamoles o pedorras, son insectos himenópteros de la familia Formicidae y de la subfamilia Dolichoderinae. Como la mayoría de las especies de himenópteros, las hormigas de escamoles son insectos eusociales que se caracterizan por tener un comportamiento altruista, además de un sistema de castas en cada colonia, formado por la reina, los reproductores y las obreras. Cada casta presenta características morfológicas y funcionales diferentes; así, la reina tiene la función de establecer el hormiguero y reproducirse, las hormigas reproductoras corresponden a los zánganos y princesas cuya función es aparearse durante el efímero vuelo nupcial y luego establecer nuevas colonias, mientras que las obreras se dedican a construir el nido, alimentar a la reina y a las larvas (Wilson, 1971; Hölldobler y Wilson, 1990, 1994).

El régimen trófico de las hormigas es omnívoro, pero con preferencia por la alimentación líquida obtenida de otros insectos por trofobiosis. Así, se ha reconocido que diversas especies de maguey (*Agave spp.*) destacan como hospedantes de áfidos, los cuales a su vez producen y segregan una mielecilla que recolectan las hormigas para su alimentación (del Toro *et al.*, 2009; Esparza F. *et al.*, 2008). El carácter social de esta especie y sus relaciones ambientales complejas evidencian su posible susceptibilidad a las perturbaciones causadas por el aprovechamiento.

Los objetivos de este trabajo fueron: a) conocer la distribución geográfica y ecológica de esta especie en el altiplano potosino; b) caracterizar la forma actual de aprovechamiento de escamoles en el altiplano potosino y compararla con la tradicional practicada en el estado de Hidalgo; c) contribuir al conocimiento de la biología de la hormiga de escamoles.

Para ello se recorrió sistemáticamente el altiplano potosino para registrar parajes con presencia o ausencia de hormigueros y su relación con factores ambientales. Se visitaron distintos lugares donde se realiza este aprovechamiento, como las localidades de San Andrés Daboxtha, municipio de Cardonal y Chicavasco en Actopan, ambos en el estado de Hidalgo, así como en el municipio de Charcas, del estado de San Luis Potosí, específicamente en el ejido Pocitos y el rancho Laguna Seca. En el altiplano potosino se seleccionó una zona para realizar observaciones sobre su ciclo de vida y relaciones con otros insectos y plantas, además de que se analizaron tres sitios de

agostadero con dos condiciones contrastantes, para evaluar el impacto de otras actividades como la ganadería sobre la densidad de hormigueros.

Entre los resultados que se obtuvieron se determinó que todas las muestras de hormigas de escamoles recolectadas en el altiplano potosino corresponden a *Liometopum apiculatum* y se generó un mapa con las áreas ecológicamente favorables para esta especie. Se caracterizaron algunas relaciones con otros insectos y plantas. En las formas de aprovechamiento se registraron ciertas diferencias menores entre las regiones comparadas, además de que la parte crítica en el aprovechamiento en ambas zonas corresponde a su intensidad (reducción de la repoblación), la apertura inicial del hormiguero, extracción de la trabécula, reconstrucción de la trabécula o nido, y cerramiento del hormiguero después de ser aprovechado. Finalmente, se determinó la influencia marcada del uso pecuario del agostadero (condición) sobre las poblaciones de hormigas pedorras.

Anónimo. 2002. Síntesis de información geográfica del estado de San Luis Potosí. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Aguascalientes. México. 120p.

Del Toro, I.; J.A. Pacheco; W. P. Mackay. 2009. Revision of the ant genus *Liometopum* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 53 (2A) :296-369.

Esparza F., G.; F.J. Macías R.; M. Martínez S.; M.A. Jiménez G.; S.J. Méndez G. 2008. Insectos comestibles asociados a las magueyeras en el ejido Tolosa, Pinos, Zacatecas, México. *Agrociencia*. 42 (2): 243-252.

Hölldobler, B.; E.O. Wilson. 1990. *The ants*. Belknap. Cambridge, MA. USA. 732 p.

Hölldobler, B.; E.O. Wilson. 1994. *Journey to the ants: A story of scientific exploration*. Belknap. Cambridge, MA. USA. 228 p.

Ramos E., J.; J.M. Pino M. 1989. *Los insectos comestibles en el México antiguo*. Diana. México. 60 p.

Wilson, E.O. 1971. *The insect societies*. Harvard University Press. Cambridge, MA. USA. 548 p.

2. Biología de la hormiga de escamoles (*Liometopum apiculatum* Mayr)

2.1 Resumen

Las hormigas son un componente muy importante de los ecosistemas; en términos globales, constituyen poco más que un tercio de su biomasa total (López R. y Ramón, 2010), son estructuradoras de comunidades y en algunos casos, como en los ecosistemas áridos, ayudan a mantener el equilibrio (Esparza F. *et al.*, 2008). En el altiplano de San Luis Potosí, desde hace aproximadamente 10 años se están recolectando comercialmente los escamoles o pupas de la casta reproductora de *Liometopum apiculatum*, actividad realizada tradicionalmente en regiones de otros estados de la república mexicana, como Hidalgo, Estado de México y Tlaxcala, donde sus culturas prehispánicas consideraban a los escamoles como alimento exclusivo de personajes importantes o gobernantes. En este artículo se compendia la información disponible sobre *Liometopum apiculatum*, particularmente acerca de su hábitat, comportamiento, interacciones con otros insectos o plantas, y ciclo de vida de esta especie conocida como hormiga de escamoles o pedorra.

Palabras clave: *Liometopum apiculatum*, hábitos, trofobiosis, insectos eusociales, escamoles, ciclo de vida, hormiguero.

2.2 Introducción

Mundialmente las hormigas representan un tercio de la biomasa animal total, y se estima que sus poblaciones aproximadamente rebasan los diez billones (López R. y Ramón, 2010); debido a su abundancia y distribución cosmopolita (Rojas F., 2001), se les atribuye una influencia muy importante en la mayoría de los hábitats, en especial en los áridos (López R. y Ramón, 2010; Hölldobler y Wilson, 2008).

Entre las actividades que las hormigas realizan destacan su participación en los procesos físicos y químicos del suelo, como su aeración, fertilidad y reciclaje de nutrientes, el control del crecimiento

poblacional de otros artrópodos, y la remoción y consumo de semillas (Lobry de Bruyn y Conacher, 1990; Rojas F., 2001; López R. y Ramón, 2010).

En México algunas especies de hormigas son consideradas tradicionalmente como alimento (Ramos E. y Pino M., 1989); tal es el caso de los individuos adultos de la casta reproductora de *Atta cephalotes*, hormigas conocidas como chicatanas, nombre derivado del náhuatl, azcatl o zicatl (hormiga) y tanatli (bolsa de palma), en alusión al abdomen abultado de estas hormigas (Landeros T. *et al.*, 2005); y el de las pupas (estadio inmaduro) de las castas reproductoras de *Liometopum apiculatum*, los denominados escamoles (Figura 2.1), que desde tiempos prehispánicos son aprovechados como alimento (Viesca G. y Romero C., 2009).



Fig. 2.1 Escamoles a la mexicana, fritos en mantequilla. Ejido Pocitos, Charcas, SLP.

En la actualidad el consumo de escamoles ha prosperado de tal forma que en algunos países desarrollados son ingeridos como una alternativa culinaria exótica. En cuanto a su valor nutritivo, los escamoles contienen proteína altamente digerible, además de grasas, vitaminas, minerales, fibras e hidratos de carbono; su contenido de aminoácidos esenciales es más alto que el del

pescado, el pollo, el huevo o la carne de res, y supera el nivel de requerimientos establecidos por la FAO/ONU (Ramos E. *et al.*, 2007). Lo anterior es esperable, pues como todos los insectos, las hormigas son en general consumidores primarios (Ramos E. y Pino M., 2001).

En cuanto al aporte de minerales, 100g de materia seca de escamoles contienen 5.50g de sales minerales, 0.075g de sodio, 0.076g de potasio, 0.080g de calcio, 0.032g de zinc, 0.018g de hierro y 0.968g de magnesio (Ramos E. *et al.*, 1998).

A pesar de la distribución tan extensa de *Liometopum apiculatum*, del aprovechamiento de sus escamoles y de las tradiciones al respecto que siguen vigentes en México, la investigación y el conocimiento sobre esta especie es aún insuficiente (Rojas F., 2001). Así, el objetivo de este trabajo se centra en la compilación de la información existente acerca de *Liometopum apiculatum*, especie comúnmente conocida como hormiga de escamoles o pedorra, como punto de partida para ser complementado y poder fundamentar su aprovechamiento posteriormente.

2.3 Nomenclatura

La hormiga de escamoles pertenece al orden de los himenópteros, descrito por Linnaeus en 1758, con más que 120 000 especies descritas, distribuidas en más que 90 familias (Pérez de A., 2009). Este orden surgió hace aproximadamente 200 millones de años, al inicio del triásico, y es considerado el orden de insectos con más especies útiles al ser humano, ya que algunas son fuente de alimentos, como las abejas y las hormigas, además de actuar como control natural de plagas, y en el caso de las abejas, como polinizadores de diversas especies domesticadas. La palabra himenóptero proviene del griego hymen (membrana) y ptera (alas), en alusión a sus alas membranosas (Campos M., 2001), que en el caso de *Liometopum apiculatum* sólo están presentes en las castas reproductoras (princesas y zánganos).

Las hormigas pertenecen a la familia Formicidae (palabra que deriva del latín formīca que significa hormiga); esta familia comprende 11 subfamilias, 297 géneros y aproximadamente 8800 especies

(Hölldobler y Wilson, 1990). El veneno que contienen las hormigas es denominado ácido metanoico u ácido fórmico, compuesto originalmente obtenido a partir de un macerado de hormigas de la especie *Formica rufa* (Raven, 1986).

La subfamilia de la hormiga de escamoles es la Dolichoderinae, cuyas especies en general son omnívoras, tienen una comunicación y defensa química muy desarrollada, con ojos casi siempre presentes, antenas de ocho a 12 segmentos y pecíolo (cintura) de un segmento. Dolichoderinae está compuesta por 22 géneros, uno de ellos es *Liometopum* Mayr; las hormigas pertenecientes a este género son polimórficas, presentan mandíbula con dientes, un mesosoma continuo y sólo se han registrado tres especies en México, *L. apiculatum*, *L. luctuosum* y *L. occidentale* (Cuezzo, 2003; Vázquez B., 2011).

Las hormigas identificadas como generadoras de escamoles en el altiplano de San Luis Potosí, pertenecen a *Liometopum apiculatum* Mayr. Esta especie, descrita por Mayr (1870), se distribuye en el suroeste de Estados Unidos y en el norte y centro de México; sus hábitats presentan variedad de sustratos geológicos y de tipos de vegetación, desde pino piñonero a zacatales y matorrales, en elevaciones entre 1000 y 2500 msnm (del Toro *et al.*, 2009). En general, esta especie construye su nido en troncos muertos o debajo de rocas grandes, con pedazos de ramas, granos de arena, arcilla y su propia saliva (del Toro *et al.*, 2009); el tamaño de sus colonias es variable, desde algunos cientos de obreras hasta 85,000 (Ramos E. y Levieux, 1992). Estos insectos tienen gran importancia en los procesos en el suelo, en la vegetación y en la demás fauna edáfica; modifican las propiedades físicas y químicas del suelo al añadirle cantidades importantes de fósforo y nitrógeno y disminuyen las poblaciones de otros insectos (Rojas F., 2001).

En el México prehispánico los escamoles eran utilizados como alimento u ofrenda especial brindada a gobernantes o personajes importantes (Díaz del Castillo, 2005). La palabra escamol proviene del vocablo náhuatl *azcamolli*, de *azcatl* hormiga y *molli* guisado, el cual en general hace alusión a un “revuelto o guisado de hormigas” (Aguilera, 1985; Islas E., 1961; Robelo A., 1912; Santamaría, 1992). Entre los sinónimos de escamoles están, chiquerreyes en el estado de Tlaxcala (Santos F. *et al.* 2006; Velasco C. *et al.*, 2007), güijes en el Estado de México (Pino M. *et al.*,

2006), tetlas, chiquereis, maicitos y hueva de hormiga en Hidalgo y otros estados (Ramos E., *et al.*, 2006). *Liometopum apiculatum* también es conocida fuera de México como hormiga aterciopelada de árbol (del Toro *et al.*, 2009).

2.4 Distribución general y hábitat

La distribución general de *L. apiculatum* en México comprende parte de 18 estados, del centro y norte, entre los cuales destacan Hidalgo, Estado de México, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas (del Toro *et al.*, 2009); es notable la única excepción de este patrón, pues existe un registro de *Liometopum apiculatum* en Quintana Roo, al sureste de México, el cual, de ser válido podría considerarse como relicto (del Toro *et al.*, 2009).

En el mundo se tienen registros de *Liometopum* spp. en algunos países como Guatemala, Nicaragua, Canadá, Estados Unidos, Corea del Sur, China, India, Irán, Malasia, Bulgaria, República Checa y Hungría, entre otros (del Toro *et al.*, 2009).

Si bien el hábitat general conocido de *Liometopum apiculatum* corresponde a vegetación xerófila, bosque de encino, zacatales y matorrales (del Toro *et al.*, 2009), en particular en el estado de San Luis Potosí, se le ha registrado en bosques de pino piñonero, matorral crasicaule y matorral desértico micrófilo, en elevaciones de 1000 a 2500 msnm.

Ramos E. *et al.* (1986) observaron algunos hormigueros en suelos de tipo chernozem, los cuales tienen gran cantidad de materia orgánica. En el estado de San Luis Potosí se observaron principalmente en suelos de tipo feosem y litosol, ambos con textura media tendente a arcillosa, lo cual puede favorecer la construcción de los nidos, ya que la arcilla constituyó el principal componente de una muestra de trabécula, analizada en el IIZD, UASLP.

Liometopum apiculatum dispone sus nidos debajo de rocas, en algunas oquedades y debajo de árboles muertos o junto a individuos de *Yucca* spp. (Gregg, 1963; Wheeler, 1905). En el altiplano potosino la mayoría de los nidos observados fueron encontrados junto a magueyes (*Agave*

salmiana), izotes (*Yucca* spp.) y clavellinas (*Cylindropuntia tunicata*), pero también se encontraron debajo de rocas y en oquedades localizadas en laderas de cerros.

2.5 Hábitos e interacciones

Todas las hormigas, además de *Liometopum apiculatum*, son consideradas insectos eusociales. Este término fue creado por Suzanne Barata en 1966 para referirse al comportamiento específico de algunas abejas de la familia Halictidae, pero E.O. Wilson (1971) le dio un significado más amplio para referirse al nivel más complejo de insectos sociales, cuyas características principales son el cuidado cooperativo de la cría, las castas estériles, el traslapo de generaciones, alta longevidad, y cierto altruismo (Wilson, 1971; Hölldobler y Wilson, 1990). Esta conducta altruista consiste en el sacrificio de algunos miembros de su capacidad reproductora en favor de otros. Hamilton (1964) explica este carácter con base en la teoría de la selección de parentesco; la selección en nivel de genes ocurre en dos vertientes o formas distintas de cómo los alelos pueden pasar a la siguiente generación, la primera es por medio de la reproducción individual (hijos) y es conocida como aptitud, pero la segunda es colateral ya que promueve el bienestar de los parientes (hermanos, tíos y parientes) los cuales debido a su ascendencia en común tienen los mismos alelos que pasarán a la siguiente generación (López R. y Ramón, 2010).

Las hormigas tienen un marcado sistema de castas, definido morfológica y funcionalmente por las actividades específicas que desarrollan; la determinación de estas castas es debida al ambiente, de donde se obtienen las señales endocrinas y nutricionales. Las castas de *L. apiculatum* son las princesas, la reina, los zánganos y las obreras. Desde los primeros días de su vida las obreras actúan como nodrizas cuidando y transportando los huevos desde la cámara de la reina hasta la trabécula, en donde los fijan y luego alimentan a las larvas (López R. y Ramón, 2010).

La actividad externa de *L. apiculatum* es diurna, ya que al ser una especie termófila, los descensos de temperatura por la noche reducen casi 100% su búsqueda de alimento, además de que pueden hibernar durante la temporada más fría del año; estas hormigas tampoco realizan actividades entre las 12 y 15 h a pleno sol, puesto que pueden morir (Kaspari, 2003). Estudios

sobre *L. apiculatum* mencionan que esta especie se encuentra normalmente activa bajo temperaturas entre 9°C y 38.5°C (Hurlbert *et al.*, 2008), aunque en el altiplano potosino se le observó cierta actividad a temperaturas cercanas a 0°C en el municipio de Santo Domingo.

La comunicación entre hormigas se realiza por medio de señales químicas. Vergara C. (2005) menciona que tienen más que 35 sustancias que identifican cada situación, como la copulación, la defensa y la marcación de su territorio, entre otros. Su comportamiento social está regulado en gran parte por los quimiorreceptores, pues también producen secreciones glandulares como feromonas que son parte importante de su comunicación. Otra forma de comunicación es la táctil, que incluye el toque con las antenas, movimientos de cabeza, el abrir y cerrar las mandíbulas, y ocasionalmente sacudidas del cuerpo. Las antenas cuentan con órganos especializados denominados sensilas, con los cuales detectan las moléculas en el aire, así como el alimento y congéneres de su hormiguero o invasores (López R. y Ramón, 2010).

Existen dos grupos importantes de feromonas que la hormiga produce. El primero está relacionado con el olor del hormiguero y diferencia las hormigas propias de las extrañas, pues se encuentra siempre en el cuerpo de la hormiga. El segundo agrupa las feromonas que se liberan como reacciones a estímulos específicos. La comunicación táctil es utilizada por las hormigas generalmente para indicar lugares donde hay alimento, los caminos y para alertar sobre la presencia de invasores en el nido (Hölldobler y Wilson, 1990). El sistema de defensa de estas hormigas consiste primero en emitir un olor fuerte a ácido fórmico, y luego en atacar agresivamente en grupo; *Liometopum apiculatum* carece de aguijón para inyectar veneno (ácido fórmico), pero estas hormigas se aferran con sus mandíbulas a los enemigos y con un movimiento oscilante untan el veneno (del Toro *et al.*, 2009).

Trofológicamente *Liometopum apiculatum* es una especie omnívora, pues se alimentan de insectos muertos, en nectarios (glándulas que producen exudados azucarados) extraflorales y florales, así como de excreciones dulzonas llamadas mielaza o ligamaza provenientes de insectos chupadores; esta última forma de alimento se denomina trofobiosis (Hölldobler y Wilson, 1994; Delabie *et al.* 2003). La trofobiosis es una relación simbiótica que incluso en algunos casos es responsable de

adaptaciones específicas. En *Liometopum apiculatum* este tipo de relación se observa con algunos hemípteros (Sternorrhyncha y Auchenorrhyncha), a los cuales protegen y distribuyen en los magueyes, y de los que obtienen alimento. Estos hemípteros tienen una estructura especial en su boca en forma de estilete, la cual clavan en la planta y les permite alimentarse directamente de la savia; la dieta de estos insectos incluye nitrógeno, aminoácidos, ácidos orgánicos, carbohidratos y otros compuestos; luego, las hormigas por medio de sus antenas excitan a estos insectos, y ellos como reacción excretan mielaza por el ano (Delabie, 2001) (Figura 2.2). Los hemípteros son también considerados como una de las peores plagas de los cultivos, ya que al extraer la savia dañan el tejido y pueden introducir algunas toxinas o virus (Kaspari, 2003).



Fig. 2.2 Alimentación por trofobiosis sobre maguey. Charcas, SLP.

Velasco *et al.* (2007) registraron que la hormiga de escamoles tiene relación simbiótica con 14 especies de insectos, de los cuales siete son áfidos, dos del género *Cinara* más *Anoecia cornicola*, *Aphis lugentis*, *A. solitaria*, *A. helianthi* y *A. sp.*; tres son especies de escamas del género *Saissetia*;

dos especies de pseudocóccidos, uno sin identificar y *Dysmicoccus brevipes*; y una especie de Ortheziidae y una de Dactylopiidae.

Liometopum apiculatum está relacionada también con otros insectos, como el escarabajo *Dinardilla liometopi* Wasmann y los grillos *Myrmecophila* spp. (del Toro *et al.*, 2009), cuyos nombres aluden a esta relación con las hormigas. El parásito *Dinardilla liometopi* Wasmann se interpone entre las hormigas y las larvas al momento de la trofalaxis y roba el alimento que les están regurgitando. Este escarabajo cuando es atacado por las hormigas levanta el abdomen y expelle un líquido que la ser ingerido por las hormigas las tranquiliza, pero también depreda los huevos y larvas de hormigas (Hölldobler y Wilson, 1990). En cuanto a los ortópteros del género *Myrmecophilia* en un estudio se registró al menos un grillo en cada hormiguero de *Liometopum* spp. alimentándose de las regurgitaciones de las hormigas; estos grillos toman el olor de las hormigas para confundirlas e incluso el color de su cutícula se mimetiza con el de ellas, y como casi siempre viven dentro del nido no tienen buena visión y sólo se orientan con sus antenas y con el olor que dejan las hormigas en sus senderos (Desutter-Grandcolas, 1997).

Otros autores señalan que las hormigas pueden proteger a los hemípteros, beneficiando así sus poblaciones (Way, 1963), al defenderlos de predadores y parasitoides, y facilitarles hábitats especializados (Delfino y Buffa, 2000). En algunos casos los hemípteros que participan de esta actividad quedan impregnados con el olor especial de la colonia de hormigas (Kaspari, 2003).

Algunas relaciones simbióticas hormiga – áfido descritas por Delfino y Buffa (2000) se enumeran a continuación. Directa, cuando las hormigas estimulan la secreción de la ligamaza por medio de toques con las antenas y otros contactos físicos. La intermedia, que es cuando las hormigas recogen el líquido excretado en el área ocupada por los áfidos, sin solicitarlo o tomarlo directamente del áfido. La indirecta, que sucede cuando las hormigas recolectan la mielaza depositada fuera de las colonias de áfidos.

En el municipio de Charcas, San Luis Potosí, donde fueron observados varios hormigueros, se encontró que en al menos 90% de ellos, había uno o más individuos de ácaro rojo, *Trombidium holosericeum*, alimentándose de huevos y pupas de la hormiga. Uno de los pseudocóccidos que

mencionan Velasco *et al.* (2007), *Dysmicoccus brevipes*, llega a cubrir buena parte de la superficie foliar de individuos de *Agave salmiana*, lo cual resulta de gran importancia para la hormiga de escamoles.

Entre las relaciones de esta especie de hormiga con algunas plantas destacan la que mantiene con los magueyes (*Agave* spp.), pues las hormigas suelen construir sus nidos debajo de ellos e infestarlos de los insectos de los cuales se alimentan; también, con frecuencia cerca de grandes individuos de *Yuccas* spp., suelen establecer sus nidos (del Toro *et al.*, 2009; Esparza F. *et al.*, 2008), pero su presencia abundante y constante en el follaje posiblemente se deba a que se alimenta directamente de nectarios extraflorales. En el Cuadro 2.1 se anotan las principales especies de plantas relacionadas con *Liometopum apiculatum* y los beneficios observados en la región de Charcas, SLP.

Cuadro 2.1 Plantas relacionadas con *Liometopum apiculatum* y su función

Nombre científico	Nombre común	Función observada
<i>Agave salmiana</i>	Maguey	Abrigo y alimentación
<i>Berberis trifoliolata</i>	Agrito	Zona de sombra
<i>Salvia ballotaeflora</i>	Hierba blanca	Reconstrucción artificial de la trabécula*
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardenche	Alimentación
<i>Cylindropuntia tunicata</i>	Clavellina	Alimentación y abrigo
<i>Dalea bicolor</i>	Ramón	Zona de sombra
<i>Ferocactus pilosus</i>	Biznaga roja	Alimentación
<i>Opuntia</i> spp.	Nopal	Reconstrucción artificial de la trabécula*
<i>Juniperus monosperma</i>	Cedro	Alimentación y sombra
<i>Yucca</i> spp.	Palma	Alimentación y sombra
<i>Agave lechuguilla</i>	Lechuguilla	Alimentación y sombra

*Material introducido al hormiguero por los recolectores después de la extracción de los escamoles.

Las hormigas también necesitan de zonas de descanso y sombra, las cuales se encuentran sobre sus senderos y al pie preferentemente de individuos de *Dalea bicolor*, *Berberis trifoliolata* y *Opuntia* spp. En cuanto a la alimentación por trofobiosis a partir de áfidos o pulgones, en el área de Charcas, SLP, esta hormiga se vincula con el maguey (*Agave salmiana*), la biznaga roja (*Ferocactus pilosus*) y *Juniperus monosperma*. Existen otras plantas, como algunos zacates del

género *Bouteloua* spp. y el cacto *Ariocarpus* sp., que son utilizadas con menos frecuencia como lugares de sombra o para alimento, respectivamente.

Las colonias de estos insectos son consideradas como un super organismo, por su comportamiento unificado resultante de la función cooperativa de los miembros, la capacidad de la colonia de adaptarse a los agentes externos y modificar sus ciclos, y que además están siempre preparados para enfrentarse con sus enemigos, entre otros atributos (López R. y Ramón, 2010).

2.6 Ciclo de vida del hormiguero

El ciclo de vida de un hormiguero puede dividirse en cuatro etapas, la primera es la de fundación, la segunda es de crecimiento, la tercera es la reproductora y la última es la muerte o desaparición de la colonia.

2.6.1 Etapa fundacional

La fundación de un hormiguero comienza con el vuelo nupcial. En el caso de *Liometopum apiculatum* este vuelo en el altiplano potosino ocurre varias veces entre marzo y abril de cada año, cuando la temperatura comienza a ser más favorable, y siempre se relaciona con alguna lluvia. Luego, las princesas al ser fecundadas se transforman en reinas, caen al suelo, se arrancan y comen sus alas y buscan un lugar donde formar su nido.

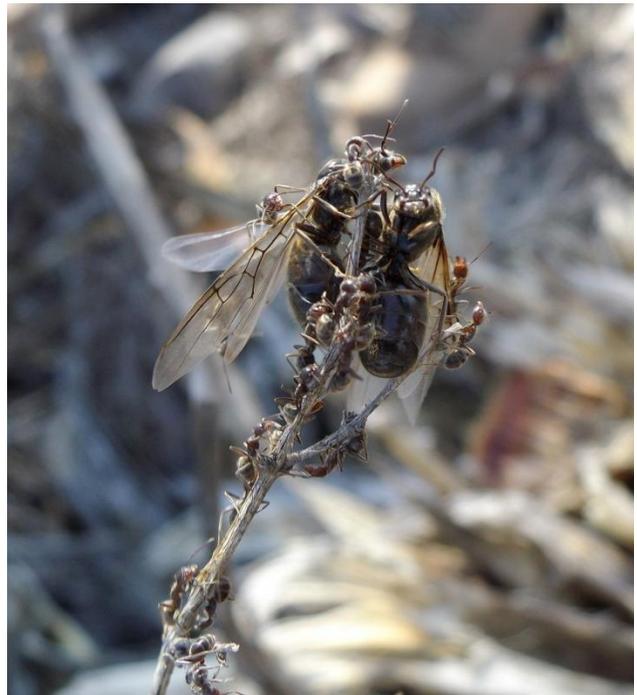


Fig. 2.3 Princesas a punto de iniciar el vuelo nupcial, acompañadas por obreras. Rancho Laguna Seca, Charcas, SLP.

Las hormigas princesas salen de su nido, despliegan sus alas y vuelan en forma recta hacia el cielo y es en pleno vuelo donde pueden ser fecundadas por uno a varios zánganos, los cuales vuelan junto a ellas y mueren después de copular. A la fecundación múltiple se le denomina poliandria; las reinas pueden almacenar en una bolsa llamada espermateca de unos siete millones hasta 300 millones de espermatozoides (López R. y Ramón, 2010; Kaspari, 2003) (Figura 2.3).

El punto crucial en esta etapa es la dispersión de las reinas y que logren encontrar un lugar adecuado para construir su nido. Al encontrar dicho lugar, la reina comienza a reproducirse; al principio pone huevos que resultarán en hormigas obreras enanas, ya que la reina sólo puede alimentarlas con la regurgitación de sus alas, patas y huevos tróficos (Oster y Wilson, 1978).

Según Hölldobler y Wilson (1990), al momento de realizar el vuelo nupcial, la princesa transporta entre sus mandíbulas a una hembra de cochinilla de la cual se alimenta en ese momento, y que luego de fecundada la dispone cerca de donde hace su nido. Se estima que solamente sobreviven y logran formar un nido del dos al cuatro por ciento de las princesas que realizan el vuelo nupcial (Vergara C., 2005).

2.6.2 Etapa de crecimiento

Esta etapa se subdivide en relación reina – obreras, primera camada, y crecimiento. Esta división reconoce el desarrollo que experimenta el hormiguero, los cambios de actividad que realiza la reina, el comportamiento de las hormigas obreras, y el crecimiento poblacional.

Después de que la segunda generación de obreras ha sido criada, el nido se transforma en forma radical. La reina deja de realizar tareas en la colonia y se dedica solamente a poner huevos; las obreras se encargan de construir los diferentes espacios y estructuras del nido, de alimentar a la reina y de transportar los huevos a la estructura denominada trabécula, la cual se encuentra en una de las cámaras del hormiguero. A partir de estos cambios, la población de obreras presenta un crecimiento exponencial. Esta etapa puede durar hasta cinco años, en dependencia de la disponibilidad de recursos, y culmina cuando el hormiguero llega a su tamaño crítico, para iniciar la siguiente etapa (Wilson, 1971).

2.6.3 Etapa de reproducción

En esta etapa del ciclo de vida, el hormiguero comienza a criar estacionalmente las castas reproductoras; así, hay más atención a los huevos infértiles que llegarán a convertirse en zánganos, y a la alimentación especial de las larvas que se convertirán en princesas (López R. y Ramón, 2010; Kaspari, 2003). Puesto que la reina tiene control de la apertura o cierre de la espermateca, la puesta puede ser de huevos fecundados o de huevos estériles; los huevos fecundados resultan en hembras diploides y los huevos infecundos resultan en zánganos, esto es, machos alados, haploides partenogenéticos (Kaspari, 2003).

2.6.4 Muerte del hormiguero

El ciclo de vida de una colonia, sus etapas y duración, dependen siempre de las perturbaciones de su ambiente y de los recursos que tenga disponibles para ser utilizados como alimento, vivienda o zonas de descanso, además del clima, particularmente las lluvias y la temperatura. El fin de un hormiguero casi siempre ocurre cuando la reina muere o deja de producir obreras (Kaspari, 2003). En *L. apiculatum* aún falta conocer si la reina fundadora puede ser remplazada por otra reina joven que se incorpore al nido, como sucede en algunos casos descritos por Tschinkel y Howard (1978), acerca de las hormigas de fuego.

2.7 Morfología y ciclo de vida de la hormiga

El cuerpo de una hormiga en general, está cubierto por un exoesqueleto y está dividido en cuatro secciones: a) la cabeza, en donde se encuentra un par de antenas en ángulo, que son los órganos más importantes para la comunicación de la hormiga, unas mandíbulas afiladas, especializadas en dependencia de la forma que tenga de alimentarse, y un par de ojos compuestos; b) el mesosoma o tórax que a su vez se divide en tres partes, el protórax, mesotórax y metatórax-propodeo; en el mesosoma se encuentran articulados sus tres pares de patas, y cuando se trata de las castas reproductoras en su parte superior se encuentran las alas; y c) el pecíolo, que es un segmento que

separa el mesosoma del gáster; en este último se encuentran los dos estómagos que tiene la hormiga, uno es denominado buche o estómago social de donde regurgita para alimentar a otros miembros del hormiguero, y sólo cuando la hormiga tiene hambre el alimento pasa al segundo estómago donde lo digiere (Espadaler G., 1979).

Las hormigas son insectos holometábolos, es decir que realizan su metamorfosis completa. Comienzan su ciclo como huevos puestos por la reina; luego las hormigas obreras nodrizas los transportan y los pegan con saliva ordenadamente en alguna parte de la trabécula; al eclosionar del huevo sale una pequeña larva que pasa por cuatro estadios de tamaño y mudas. Mientras se encuentra en el estadio larvario la hormiga obrera nodriza alimenta las larvas por trofalaxis, esto es, una alimentación boca a boca (Kaspari, 2003).

Después del cuarto estadio la larva se transforma en pupa. Las pupas de las castas reproductoras (zánganos y princesas) de *L. apiculatum* se denominan escamoles, y son aprovechados en varios estados de México como alimento. En dependencia del tipo de huevo, época del año y de la comida que le fue suministrada en el estado larvario, la pupa puede ser zángano, princesa u obrera, y según la casta es la esperanza de vida del individuo. Así, las obreras de *L. apiculatum* viven de 45 a 60 días (las de *Atta* logran vivir de cuatro a siete meses), los zánganos sólo sobreviven el vuelo nupcial y viven hasta que fecundan a una princesa, y las reinas llegan a vivir de 15 a 25 años.

2.8 Conclusiones

A pesar de la importancia económica, social y cultura de *Liometopum apiculatum* en México, el conocimiento sobre su biología es aún insuficiente.

Existe amplia información sobre la biología de insectos sociales y hormigas en particular, pero sin conocerse en qué grado es aplicable para la hormiga de escamoles, y cómo es alterada por el aprovechamiento de sus pupas.

Sobre las relaciones bióticas de la hormiga de escamoles se pudo confirmar su presencia usual sobre *Agave* spp., *Yucca* spp. y *Cylindropuntia tunicata*, y se registró que se protegen de las altas temperaturas a la sombra de *Berberis trifoliolata* y *Dalea bicolor*, y que *Trombidium holosericeum* parasita los hormigueros.

2.9 Bibliografía citada

Aguilera, C. 1985. Flora y fauna mexicana, mitología y tradiciones. Everest Mexicana. México. 204 p.

Campos M., D.F. 2001. Lista de los géneros de avispas parasitoides Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) de la región neotropical. Biota Colombiana. 2(3): 193 – 232.

Cuezzo, F. 2003. Subfamilia Dolichoderinae. En: F. Fernández (ed.). Introducción a las hormigas de la región neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. pp. 291 – 297.

Desutter-Grandcolas, L. 1997. First record of ant-loving crickets (Orthoptera: Myrmecophilidae: Myrmecophilinae) in New Caledonia. Australian Journal of Entomology. 36: 159 - 163

Delabie, J. H.C. 2001. Trophobiosis between Formicidae and Hemiptera (Sternorrhyncha and Auchenorrhyncha): an overview. Neotropical Entomology. 30 (4): 501 – 516.

Delabie, J. H.C.; M. Ospina; G. Zabala. 2003. Relaciones entre hormigas y plantas: una introducción. En: F. Fernández (ed.). Introducción a las hormigas de la región neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. pp. 167 - 180.

Del Toro, I.; J.A. Pacheco; W. P. Mackay. 2009. Revision of the ant genus *Liometopum* (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology. 53 (2A) :296-369.

- Delfino, M.A.; L.M. Buffa. 2000. Algunas interacciones planta- áfido - hormiga en Córdoba (Argentina). *Zool. Baetica*. 11: 3 – 15.
- Díaz del Castillo, B. 2005. Historia verdadera de la conquista de la Nueva España. Porrúa. México. 1064 p.
- Espadaler G., X. 1979. Contribución al conocimiento de los formícidos (Hymenoptera, Formicidae) del pirineo catalán. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España. 285 p.
- Esparza F., G.; F.J. Macías R.; M. Martínez S.; M.A. Jiménez G.; S.J. Méndez G. 2008. Insectos comestibles asociados a las magueyeras en el ejido Tolosa, Pinos, Zacatecas, México. *Agrociencia*. 42 (2): 243-252.
- Gregg, R. E. 1963. The ants of Colorado, with reference to their ecology, taxonomy, and geographic distribution. University of Colorado. Denver, Colorado. USA. 792 p.
- Hamilton, W.D. 1964. The genetical evolution of social behavior. *Journal of the Theoretical Biology*. 7(1): 17 – 52.
- Hölldobler, B.; E.O. Wilson. 1990. The ants. Belknap. Cambridge, MA. USA. 732 p.
- Hölldobler, B.; E.O. Wilson. 1994. Journey to the ants: A story of scientific exploration. Belknap. Cambridge, MA. USA. 228 p.
- Hölldobler, B.; E.O. Wilson. 2008. The superorganism: the beauty, elegance, and strangeness of insect societies. Norton. New York, NY. USA. 522 p.
- Hurlbert, H.A.; F. Ballantyne IV.; S. Powell. 2008. Shaking a leg and hot to trot: the effects of body size and temperature on running speed in ants. *Ecological Entomology*. 33: 144 – 154.
- Islas E., L. 1961. Diccionario rural de México. Comaval. México. 281 p.

- Kaspari, M. 2003. Introducción a la ecología de las hormigas. En: F. Fernández (ed.). Introducción a las hormigas de la región neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. pp. 97 – 112.
- Landeros T., I.; J. Murguía G.; J. Ramos E. 2005. Estudio etnográfico sobre el consumo de las “chicatanas” (Hymenoptera:Formicidae) en Huatusco, Veracruz, México. Folia Entomológica Mexicana. 44 (2): 109 – 113.
- López R., G.O.; F. Ramón. 2010. El mundo feliz de las hormigas. Tip. 13 (1): 35 - 48.
- Lobry de Bruyn, L.A.; A. J. Conacher. 1990. The role of termites and ants in soil modification: a review. Australian Journal of Soil Research. 28(1): 55 – 93.
- Mayr, G. 1870. Neue Formiciden. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. 20: 960 – 961.
- Oster, F. G.; E. O. Wilson. 1978. Caste and ecology in the social insects. Princeton University. Princeton, New Jersey. USA. 372p.
- Pérez de A., R. 2009. Insectos. Parragon. New York, USA. 256 p.
- Pino M., J.M.; J. Ramos E.; E.M. Costa N. 2006. Los insectos comestibles comercializados en los mercados de Cuautitlán de Romero Rubio, Estado de México, México. Sitientibus Série Ciências Biológicas. 6: 58 – 64.
- Ramos E., J.; B. Darchen; A. Flores R.; E. Sandoval C.; S. Cuevas C. 1986. Estructura del nido de *Liometopum occidentale* var. *luctuosum* manejo y cuidado de éstos en los núcleos rurales de México de las especies productoras de escamoles (*L. apiculatum* M. y *L. occidentale* var. *luctuosum* W.) (Hymenoptera - Formicidae). Anales del Instituto de Biología. 57 (2): 333 -341.
- Ramos E., J.; J.M. Pino M. 1989. Los insectos comestibles en el México antiguo. Diana. México. 60 p.

- Ramos E., J.; J. Leveux. 1992. *Liometopum apiculatum* Mayr and *L. occidentale* Wheeler foraging areas studied with radioisotopes markers (Hymenoptera, Formicidae - Dolichoderinae). Bulletin de la Societe Zoologique de France – Evolution et Zoologie. 117 (1): 21 – 30.
- Ramos E., J.; J. Muñoz; J.M. Pino M. 1998. Determinación de minerales en algunos insectos comestibles de México. Journal of the Mexican Chemical Society. 42 (1): 18 – 33.
- Ramos E., J.; J.M. Pino M. 2001. Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México. Journal of the Mexican Chemical Society. 45 (2): 66 – 76.
- Ramos E., J.; J.M. Pino M.; M. Conconi. 2006. Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. Folia Entomológica Mexicana. 45 (3): 291 – 318.
- Ramos E., J.; E.M. Cota M.; J.M. Pino M.; M. del S. Cuevas C.; J. García F.; D.H. Zetina. 2007. Conocimiento de la entomofauna en el poblado La Purísima Palmar de Bravo, Estado de Puebla, México. Biotemas. 20 (2): 121 – 139.
- Raven, E.C. 1986. John Ray naturalist: his life and works. Cambridge University Press. Cambridge. UK. 506 p.
- Robelo A., C. 1912. Diccionario de aztequismos. Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnología. México. 384 p.
- Rojas F., P. 2001. Las hormigas del suelo en México: diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae). Acta Zoológica Mexicana. Número Especial 1: 189 – 238.
- Santamaría, F.J. 1992. Diccionario de mejicanismos. 5ª. ed. Porrúa. México. 1207 p.

- Santos F., D.; S. Sánchez S.; A. Fuentes J.; E. M. Costa N. 2006. Etnoentomología en el municipio de San Antonio Cuaxomulco, Tlaxcala, México: un estudio de caso sobre los diferentes usos que se le dan a los "insectos". *Sitientibus Serie Ciencias Biológicas* 6: 72-79.
- Tschinkel W. R.; D.F. Howard. 1978. Queen replacement in orphaned colonies of the fire ant, *Solenopsis invicta*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 3: 297 – 310.
- Vásquez B., M. 2011. Lista de especies de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) para México. *Dugesiana*. 18 (1): 95-133.
- Velasco, C.; M.C. Corona V.; R. Peña M. 2007. *Liometopum apiculatum* (Formicidae: Dolichoderinae) y su relación trofobiótica con hemiptera sternorrhyncha en Tlaxco, Tlaxcala, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 23 (2): 31-42.
- Vergara C., J.C. 2005. Biología, manejo y control de la hormiga arriera. Imprenta Departamental del Valle del Cauca. Santiago de Cali, Colombia. 20 p.
- Viesca G., F.C.; A.T. Romero C. 2009. La entomofagia en México. Algunos aspectos culturales. *El Periplo Sustentable*. 16: 57 – 83.
- Way, M.J. 1963. Mutualism between ants and honeydew producing homoptera. *Annu. Rev. Entomol.* 8: 307 – 344.
- Wheeler, W.M. 1905. The North American ants of the genus *Liometopum*. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 21: 321 – 333.
- Wilson, E.O. 1971. *The insect societies*. Harvard University Press. Cambridge, MA. USA. 548 p.

3. Distribución geográfica y ecológica de *Liometopum apiculatum* Mayr (Formicidae: Dolichoderinae) en el altiplano de San Luis Potosí, México

3.1 Resumen

El altiplano potosino presenta características ambientales potencialmente favorables para el desarrollo de la hormiga de escamoles (*Liometopum apiculatum*), cuya recolecta comenzó a practicarse apenas unos diez años atrás, en la región de Charcas, SLP. El objetivo de este trabajo fue establecer la distribución geográfica y ecológica general de *Liometopum apiculatum* en el altiplano potosino. Para ello se realizaron recorridos de campo sistemáticos y se registró la presencia o ausencia de hormigueros, así como las características generales de los parajes respectivos. Todos los hormigueros localizados correspondieron a *Liometopum apiculatum*. Con base en la información de 85 hormigueros, se encontró que poco más que 30% del territorio muestreado presenta condiciones favorables para la existencia y aprovechamiento de los escamoles, principalmente en sus porciones noreste y centro sur, lo cual significa un beneficio potencial para las comunidades ejidales y propietarios allí localizados, complementario de sus actividades económicas tradicionales.

Palabras clave: *Liometopum apiculatum*, distribución geográfica, distribución ecológica, escamoles, altiplano potosino.

3.2 Introducción

Las hormigas constituyen un tercio de la biomasa animal de la ecosfera (Villarreal H. *et al.*, 2006) y juegan un papel muy importante en los ecosistemas; así, en los ambientes áridos las hormigas son un elemento estructurador de las comunidades, por sus interacciones diversas con otros organismos y las modificaciones que causan en el suelo (Ríos C. *et al.*, 2004; Dostál *et al.*, 2005). Estos insectos también muestran una rápida reacción a los cambios ambientales, por lo cual se les considera especies bioindicadoras. Por ello, las hormigas se han considerado como las grandes “ingenieras ecológicas” (Lawton, 1994).

Las hormigas de escamoles (*Liometopum apiculatum*), denominadas también hormigas pedorras debido al olor a ácido fórmico que desprenden al ser alteradas, se distribuyen en gran parte de la república mexicana. Según la revisión de Vásquez B. (2011), estas hormigas se han localizado en porciones de Coahuila, Colima, Chihuahua, Durango, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Nuevo León, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala y Zacatecas. Con excepción de la dudosa localidad de Quintana Roo, que sin embargo puede ser una población relicto (del Toro *et al.*, 2009), las demás zonas muestran características similares, con climas secos a sub húmedos mayormente templados. Esta especie se encuentra en altitudes de 1000 a 2500 msnm, puesto que en mayores elevaciones *L. apiculatum* es sustituida por *L. luctuosum* (del Toro *et al.*, 2009). Según del Toro *et al.* (2009), estas hormigas se pueden localizar en una gran variedad de sustratos geológicos y en áreas con bosques de roble o de pino piñonero y en zacatales y matorrales.

Liometopum apiculatum pertenece a la subfamilia Dolichoderinae de la familia Formicidae (Vásquez B., 2011). El estadio inmaduro de esta especie, específicamente las pupas de las reproductoras (princesas y zánganos) son generalmente denominadas escamoles, chiquereyes, tetlas, maicitos o huevos de hormigas, y constituyen un alimento tradicional en algunas zonas de México (Ramos E. *et al.*, 1998). El aprovechamiento de este recurso se realiza desde la época prehispánica; así, por ejemplo su importancia en la cultura náhuatl se refleja en la existencia de cánticos y danzas dedicados a estos insectos (Ramos E. *et al.*, 1998).

De acuerdo con Billings (1968), la distribución geográfica y la distribución ecológica de una especie son diferentes debido a que la primera sólo corresponde a las áreas donde se ha registrado la especie, mientras que la distribución ecológica específica corresponde a las condiciones ambientales particulares de dicha área, esto es, dónde se espera encontrar tal especie. En este caso, después de localizar cada hormiguero (distribución geográfica), procede preguntarse ¿por qué se encuentra en ese lugar en específico y no en algún otro lugar?; ésto conduce a entender su distribución ecológica, es decir, su vinculación con ciertas variables ambientales como clima, vegetación, suelos y sustrato geológico.

La recolección de escamoles comenzó a practicarse en los ejidos del altiplano de San Luis Potosí hace apenas unos diez años, principalmente en el municipio de Charcas. Esto sucedió inducido por los compradores de ganado ovino procedentes del Estado de México e Hidalgo, donde la recolección y consumo de insectos son tradiciones prehispánicas vigentes. El éxito económico conseguido en dichos ejidos ha motivado el interés oficial por fomentar esta práctica en otras áreas del altiplano. Así, el objetivo de este trabajo fue el reconocimiento de la distribución geográfica de *Liometopum apiculatum* en el altiplano potosino y su relación con los factores ambientales favorables para su desarrollo.

Para lograr este objetivo se hicieron diversos recorridos, con el fin de establecer en diferentes paisajes la presencia o ausencia de esta hormiga. Para cada paisaje revisado, se registraron sus características generales, sus coordenadas geográficas y se recolectaron ejemplares de las hormigas de escamoles encontradas. Esta información se procesó con un sistema computarizado de información geográfica o SIG, para generar los mapas correspondientes.

3.3 Materiales y métodos

Área de estudio. De acuerdo con el hábitat general de esta especie de hormiga, el levantamiento de datos se realizó en el altiplano potosino del estado de San Luis Potosí, localizado para fines de esta investigación entre los 324839 E, 2711895 N y 401715 E, 2380000 N (UTM) (Figura 3.1). Los tipos de vegetación sobresalientes en el área de estudio son matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, matorral crasicale y chaparral, entre otros. Los tipos de clima correspondientes son desde el muy seco templado, hasta el subhúmedo templado, y se presentan varios tipos de suelo, como el feozem, litosol, regosol, rendzina y xerosol (Anónimo, 2002). En general esta zona se caracteriza por su baja densidad de población y por presentar alto a medio nivel de marginación (de la Vega E. *et al.*, 2010), por lo cual el aprovechamiento de este recurso puede ser importante para la población campesina.

Con base en el mapa del área de estudio, con las líneas referentes a las carreteras federales, estatales y otras (Figura 3.1), se realizó un muestreo basado en los recorridos posibles y la

exploración de diferentes paisajes para registrar la presencia o ausencia de estas hormigas. En cada paraje revisado se registraron sus características generales y sus coordenadas geográficas, y se recolectaron ejemplares de las hormigas de escamoles encontradas, las cuales se conservaron en recipientes de plástico con una mezcla 30% alcohol y 70% agua, para su identificación taxonómica. Posteriormente, estas recolectas documentadas fueron depositadas como respaldo en la Colección Zoológica del IIZD, UASLP. El lugar en donde fueron recolectadas fue geo referido y caracterizado de forma general, con datos como vegetación asociada, exposición del nido, tamaño del hormiguero, cobertura superficial, tipo de sustrato y textura al tacto del suelo, con el propósito de contrastar en gabinete esta información con la de la cartografía temática.

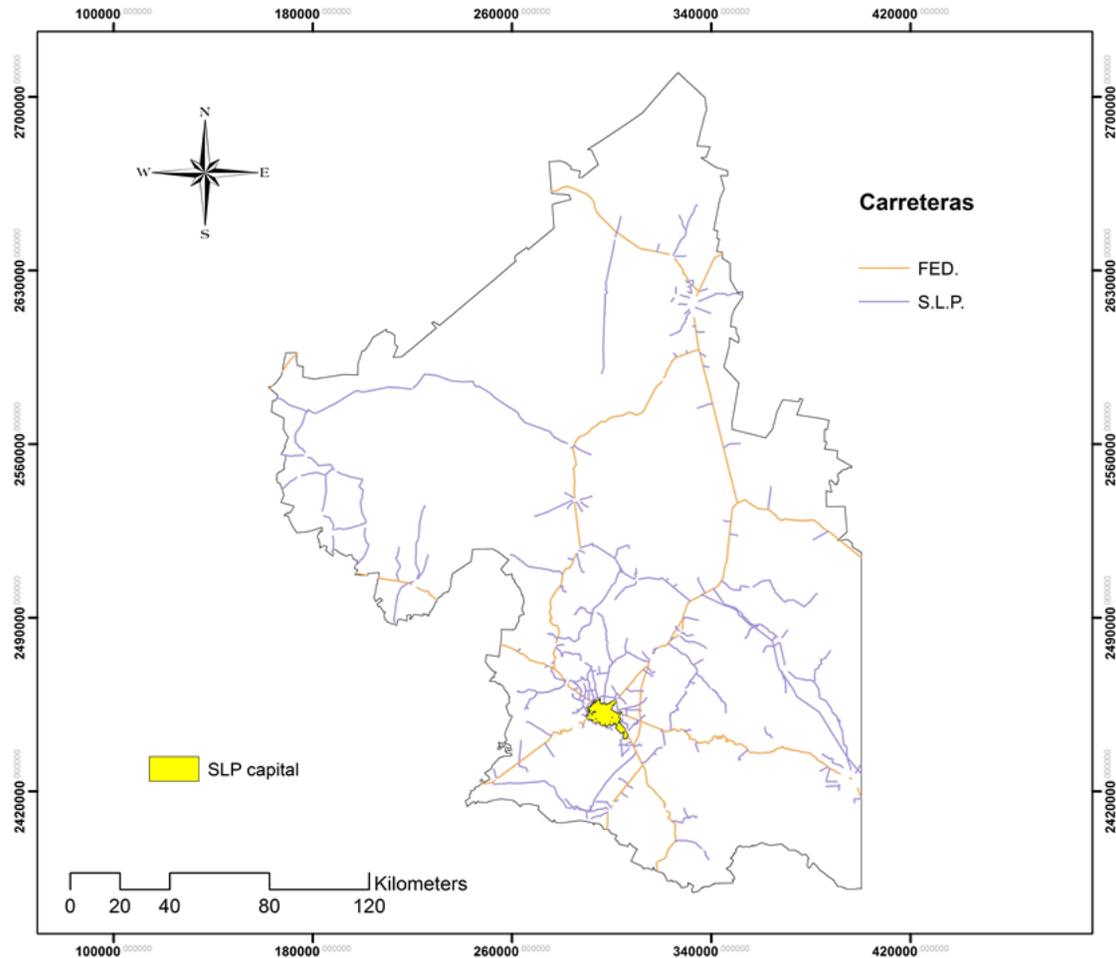


Fig. 3.1 Zona de estudio y vías para documentar los registros de presencia y ausencia de *Liometopum apiculatum* en el altiplano potosino. Basado en Anónimo (2002).

Estos lugares, donde se verificó la presencia o ausencia de hormigueros, fueron luego señalados en el mapa del área de estudio para evidenciar la localización geográfica de hormigueros de *Liometopum apiculatum*. El mapa de distribución ecológica se basó en la sobreposición de las capas de vegetación, suelo, geología y climas, sobre el mapa de distribución geográfica, con base en un análisis de lógica de Boole (Bonham-Carter, 1994). Así, los datos ambientales de los hormigueros se cruzaron y se trazaron polígonos en las zonas de coincidencia, para finalmente generar el mapa de distribución ecológica o de condiciones favorables para la existencia de *Liometopum apiculatum* en el altiplano de San Luis Potosí.

3.4 Resultados y discusión

Con base en la aplicación de las claves taxonómicas y descripciones (Domínguez R., 1990), así como en el cotejo con figuras y fotografías disponibles (Wheeler, 1905), se estableció sin duda que todos los ejemplares recolectados en los 85 hormigueros registrados correspondieron a la especie *Liometopum apiculatum* (Figura 3.2).



Figura 3.2 *Liometopum apiculatum* Mayr. Recolectada en Charcas SLP.

3.4.1 Distribución geográfica

En la Figura 3.3 se presenta la ubicación de los 85 hormigueros encontrados en las exploraciones, así como los parajes sin presencia de hormigueros. La mayor concentración de hormigueros localizados muestra un patrón de distribución centrado en el área de estudio (con una leve interrupción), alargado en dirección norte-sur, y flanqueado en sus extremos norte y occidente por la mayor cantidad de parajes sin hormigueros.

3.4.2 Distribución ecológica

Vegetación. En la Figura 3.4 se resume la vinculación espacial de la hormiga de escamoles con los diferentes tipos de vegetación del altiplano potosino. Entre los tipos de vegetación relacionados con *L. apiculatum*, destacó el bosque de pino piñonero, por el alto número de hormigueros presentes (12), a pesar de que este bosque sólo se localiza en una pequeña porción del área de estudio (Cuadro 3.1); estos hormigueros se registraron en algunas partes de la sierra de Álvarez, donde la riqueza de material orgánico favorece la presencia de estructuras convenientes para las hormigas, como túneles bajo la hojarasca, lugares sombreados para descansar y protegerse, y la construcción de la misma trabécula. Esta afinidad ya había sido señalada por del Toro *et al.* (2009).

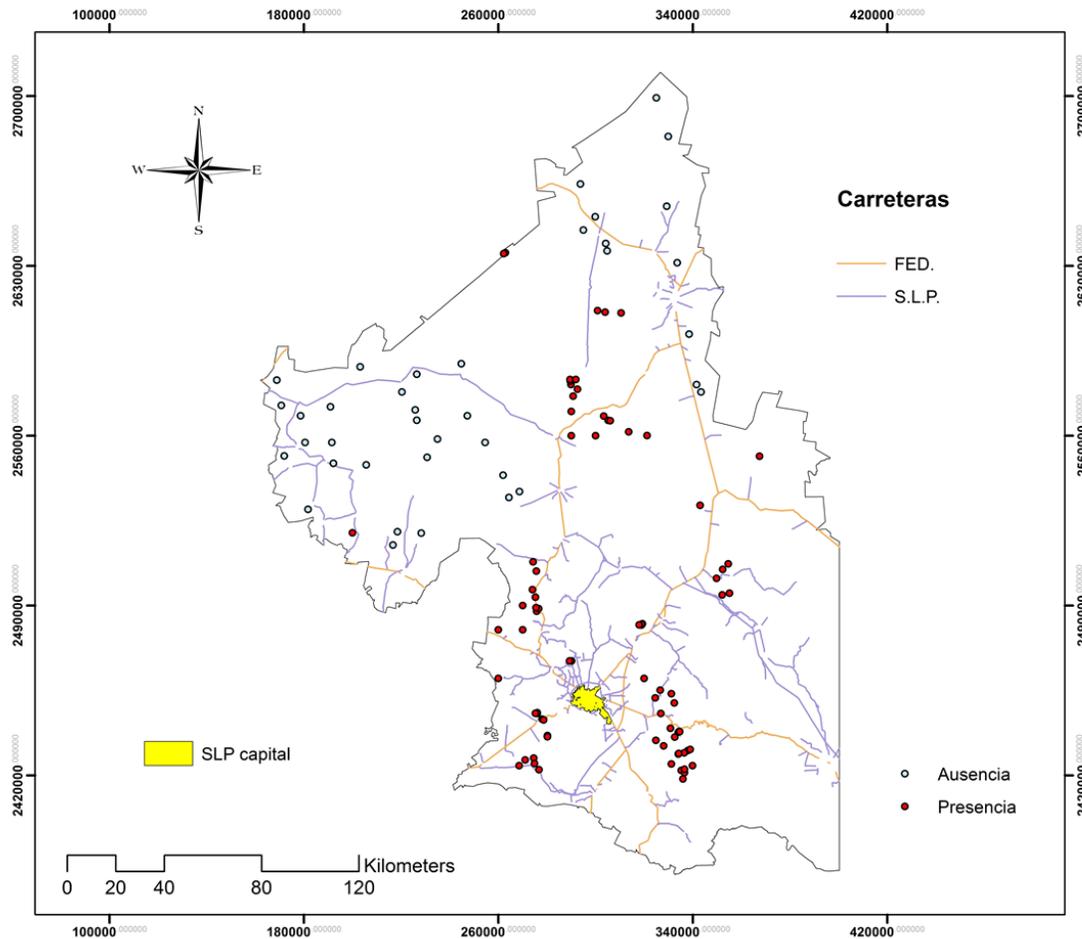


Fig. 3.3 Distribución geográfica de *Liometopum apiculatum* en el altiplano potosino.

En el matorral desértico micrófilo se encontró igual número de hormigueros, pero este tipo de vegetación ocupa el 44% del área estudiada (Figura 3.3), y sus hormigueros se encontraron en zonas de transición (ecotonos) con el matorral crasicaule, el matorral desértico rosetófilo y el chaparral. Once hormigueros se localizaron en pastizal natural, el cual sólo representa el 5% de la vegetación en el área de estudio. Esta densidad alta se puede explicar por su proximidad a otros tipos de vegetación de cuyas especies existentes en los ecotonos las hormigas se alimentan, y porque gran proporción de suelo está ocupada por el área basal de sus zacates y por el mantillo que generan, todo lo cual favorece el desplazamiento y descanso de las hormigas, sin tener que exponerse directamente a temperaturas desfavorables durante su actividad diurna exterior.

Cuadro 3.1. Tipos de vegetación relacionados con la presencia de *Liometopum apiculatum* en el altiplano potosino.

Tipo de vegetación	Superficie		Hormigueros		
	Ha	% (B)	Núm.	% (A)	A/B
Bosque de encino	80077.74	1	9	10.6	10.6
Bosque de encino pino	55573.54	1	1	1.2	1.2
Bosque de pino (piñonero)	51950.91	1	12	14.1	14.1
Bosque de pino encino	41435.12	1	2	2.4	2.4
Chaparral	121892.02	2	10	11.8	5.9
Matorral crasicaule	344773.47	6	9	10.6	1.7
Matorral desértico micrófilo	2641616.26	44	12	14.1	0.3
Matorral desértico rosetófilo	868867.86	15	3	3.5	0.2
Matorral submontano	382614.80	6	1	1.2	0.2
Pastizal inducido	117535.60	2	5	5.9	2.9
Pastizal natural	301248.35	5	11	12.9	2.5
Cultivos de temporal	986174.49	16	10	11.8	0.7
Total	5993760.22	100%	85	100%	42.9

El chaparral o encinar arbustivo es típico de climas intermedios y se caracteriza por el predominio de especies arbustivas de *Quercus*, como *Q. potosina* y *Q. tinkhami* (Rzedowski, 1961), aunque sólo ocupa el 2% del área de estudio, se localizaron en él diez hormigueros de *Liometopum apiculatum*.

En las zonas catalogadas como “cultivos de temporal” se registraron 10 hormigueros; esto se debe a que la carta de vegetación utilizada fue publicada en los años setenta, y en la actualidad son campos agrícolas abandonados, con vegetación secundaria, condiciones que también permiten el desarrollo de esta especie de hormiga.

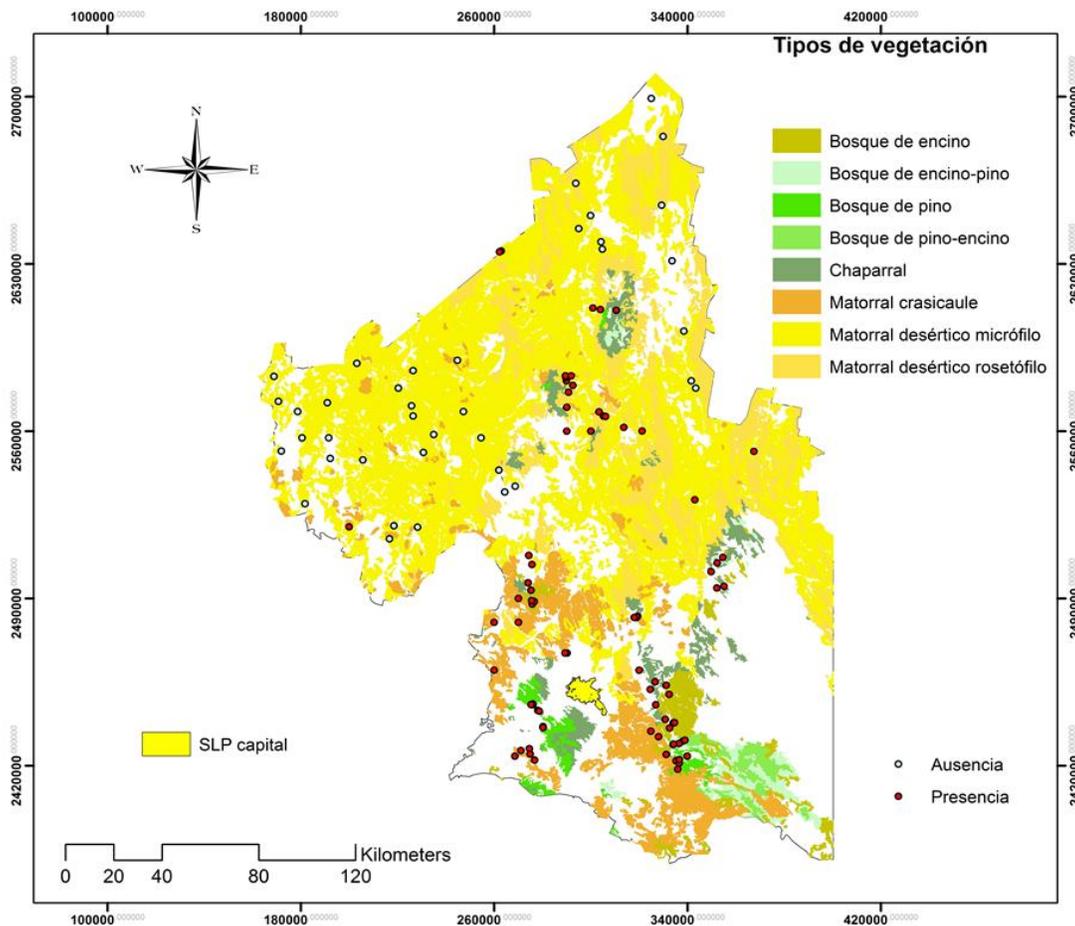


Fig. 3.4. Tipos de vegetación relacionados con *Liometopum apiculatum* en el altiplano potosino. Basado en Anónimo (2002).

En el bosque de encino se registraron nueve hormigueros, aunque este tipo de vegetación ocupa sólo el 1% del área de estudio; este bosque está conformado principalmente por especies arbóreas del género *Quercus*, y se encuentra al sur de la sierra de Álvarez, en las partes altas de la sierra de San Miguelito y también en las sierras al norte de Ahualulco (Anónimo, 2002).

También en el matorral crasicaule se registraron nueve hormigueros, pero este matorral ocupa el 6% del área de estudio. Este tipo de vegetación se caracteriza fisonómicamente por cactáceas de tallos grandes (2 a 4 m), aplanados o cilíndricos, particularmente por especies del género *Opuntia*, sobre suelos someros de naturaleza ígnea (Rzedowski, 1961; Anónimo, 2002). Este matorral contiene muchos recursos para la subsistencia de *Liometopum apiculatum* (Miller, 2007), ya que en diversas épocas del año, en especial la seca, presenta flores o frutos de varias especies de las cuales se alimentan directamente estos insectos, y el maguey (*Agave salmiana*) y los izotes (*Yucca* spp.) generalmente son abundantes.

Finalmente, en el matorral desértico rosetófilo, presente en el 15% del área de estudio, sólo se registraron tres de los 85 hormigueros, aunque muchos de los hormigueros localizados en el matorral desértico micrófilo, en realidad se encontraban en las zonas de contacto con el matorral desértico rosetófilo. Este matorral se caracteriza por el predominio de especies con hojas alargadas dispuestas en forma de roseta, algunas con tallo evidente como *Yucca carnerosana*, y otras sin un tallo visible como *Agave lechuguilla* y *A. striata*, típicamente sobre laderas y bajadas de cerros calizos (Rzedowski, 1961).

Suelos. El suelo es uno de los recursos naturales de mayor importancia para la subsistencia de cualquier ser viviente, ya que de él depende el crecimiento de la vegetación y el desarrollo de los cultivos, y de esta producción primaria dependemos todos los organismos consumidores. En los parajes con presencia de hormigas de escamoles destacaron los siguientes tipos de suelos (Cuadro 3.2).

En el litosol que ocupa 35% del área de estudio se encontraron 51 hormigueros (60%). Este tipo de suelo es preponderante en las sierras de Álvarez, Catorce, Tablón en Villa Juárez y La Trinidad en Guadalcázar. Los litosoles son suelos someros de color grisáceo oscuro, con textura media, poca

profundidad, y pH ligeramente ácido. Los suelos con textura media parecen favorecer la construcción de los hormigueros, puesto que al ser moderadamente compactos, con presencia importante de agregados, facilitan su remoción, la estabilidad de las paredes de las cámaras y la construcción de las trabéculas.

Los suelos de rendzina se encuentran en 27% del área de estudio y en ellos se registraron 20 hormigueros, principalmente en la porción oriental, en los municipios de Charcas y Ahualulco. Este tipo de suelo es de coloración rojiza, rico en materia orgánica, pH alcalino y textura arcillosa muy favorable para la construcción de la trabécula.

Cuadro 3.2. Tipos de suelos y su relación con *Liometopum apiculatum* en el altiplano potosino.

Tipo de suelo	Superficie		Hormigueros		
	ha	% (B)	Núm.	% (A)	A/B
Feozem	246469.424	5	5	5.9	1.18
Litosol	1721688.426	35	52	60.0	1.71
Regosol	177111.018	4	4	4.7	1.17
Rendzina	1348485.711	27	20	23.5	0.87
Xerosol	1288600.335	26	3	3.5	0.13
Yermosol	123609.877	3	2	2.4	0.80
Total	4905964.792	100%	85	100%	5.86

En los suelos feozem, presentes en aproximadamente 5% del área de estudio, se registraron cinco hormigueros, específicamente al sur de la ciudad de San Luis Potosí en la sierra de San Miguelito, al este de Armadillo de los Infantes y en Cárdenas. Son suelos de origen residual y coluvio-aluvial, de color pardo, textura media, pH ligeramente ácido y contenido alto de materia orgánica (Anónimo, 2002).

El regosol se encuentra disperso en pequeñas áreas, con muy poca superficie total (4% del área de estudio); es un suelo poco profundo, pero en apariencia es igualmente adecuado para las

hormigas de esta especie. El xerosol se distribuye en gran parte de la superficie estudiada (26%), pero en estos suelos sólo se registró el 3.5% de los hormigueros, tal vez porque comúnmente se localizan en las zonas más secas y pobres de vegetación de los municipios de Santo Domingo, Venado, Villa de Arista y en las cercanías de Ciudad del Maíz. Estos suelos son de profundidad media y pH de neutro a alcalino (Anónimo, 2002).

Así, en cuanto a la relación de la hormiga de escamoles con el tipo de suelo, con los litosoles fue la más positiva y con los xerosoles la más negativa; con el resto de suelos del área de estudio la relación es aparentemente neutra (Figura 3.5).

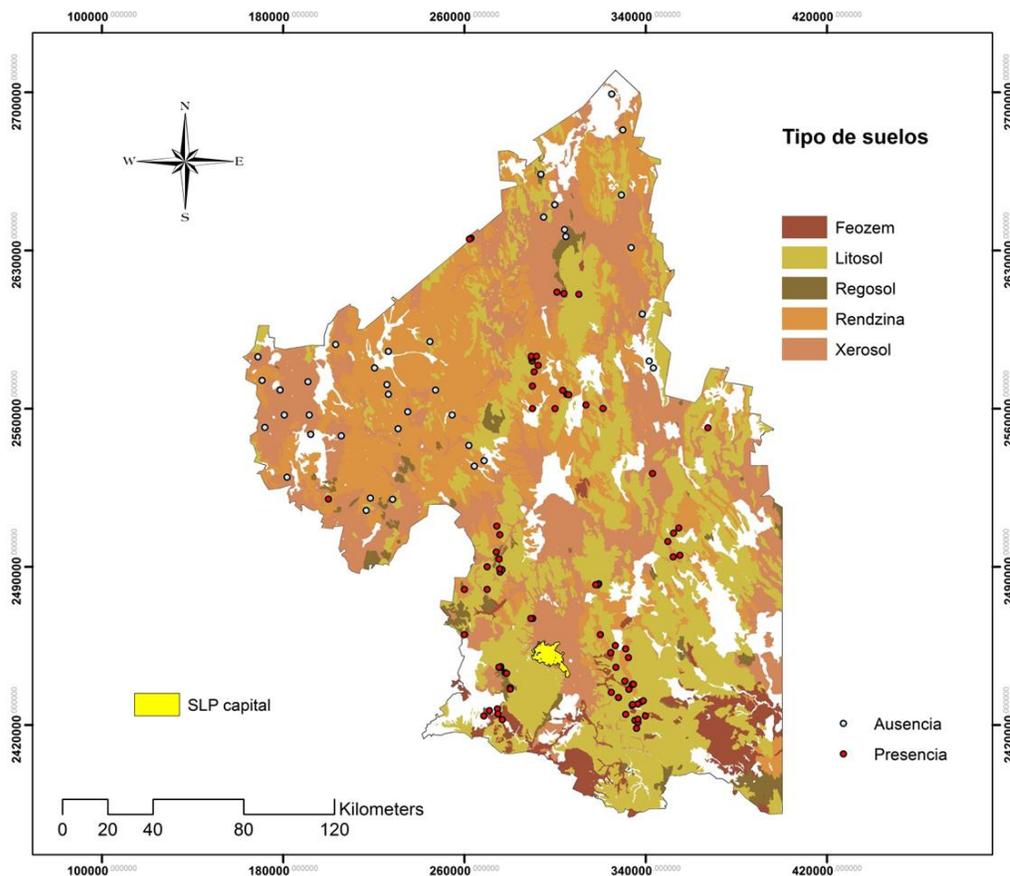


Fig. 3.5. Suelos asociados a *Liometopum apiculatum* en el altiplano potosino. Basado en Anónimo (2002).

Geología. El sustrato geológico de las zonas donde se localizaron los hormigueros de *Liometopum apiculatum*, fue indistintamente de origen sedimentario o ígneo, sin algún patrón claro de distribución excluyente (Cuadro 3.3).

Los aluviones tienden a formar suelos profundos, ricos en limos y arcillas, lo cual favorece la formación de hormigueros y sus trabéculas, pero estos suelos son a la vez los más intensamente perturbados por sobrepastoreo y cultivo.

Cuadro 3.3. Sustratos geológicos y su relación con *L. apiculatum*.

Sustrato	Superficie		Hormigueros		
	ha	% (B)	Núm.	% (A)	A/B
Aluvial	21519922.7	82	19	22.3	0.2
Caliza	2969224.8	11	24	28.2	2.5
Conglomerado	297052.4	1	8	9.4	9.4
Lutita-arenisca	126276.2	1	5	5.8	5.8
Riolita-toba ácida	1296616.6	5	29	34.1	6.8
Total	26209092.9	100	85	100	24.7

Las rocas sedimentarias se forman por la acumulación y consolidación de sedimentos generados a partir de rocas de todo tipo (Anónimo, 2005); por ello, los suelos que se derivan de rocas sedimentarias generalmente presentan texturas finas. A las rocas calizas (sedimentarias) se les vincula con el matorral desértico rosetófilo y el chaparral, entre otros. Como ya se mencionó, estos tipos de vegetación guardan cierta relación favorable con *Liometopum apiculatum*, como hábitat y para su alimentación.

El 34.1% de hormigueros se localizaron en zonas de litología superficial de riolita toba-ácida (rocas ígneas). Este sustrato está relacionado directamente con el matorral crasicale, donde varias especies de *Opuntia* y *Agave salmiana* son dominantes y ampliamente utilizadas por *Liometopum apiculatum* para su alimentación, a través de al menos 14 especies, entre las que destacan siete

especies de áfidos (dos del género *Cinara*), tres escamas del género *Saissetia* y dos especies de pseudocóccidos (Velasco C. *et al.*, 2007). Las áreas con este sustrato (5%), concentradas en el sur del área de estudio, presentaron el mayor número de hormigueros registrados. Los bosques de pino piñonero igualmente están vinculados con el sustrato ígneo, y también reúnen condiciones favorables para la hormiga de escamoles. En la Figura 3.6 se muestran los patrones descritos.

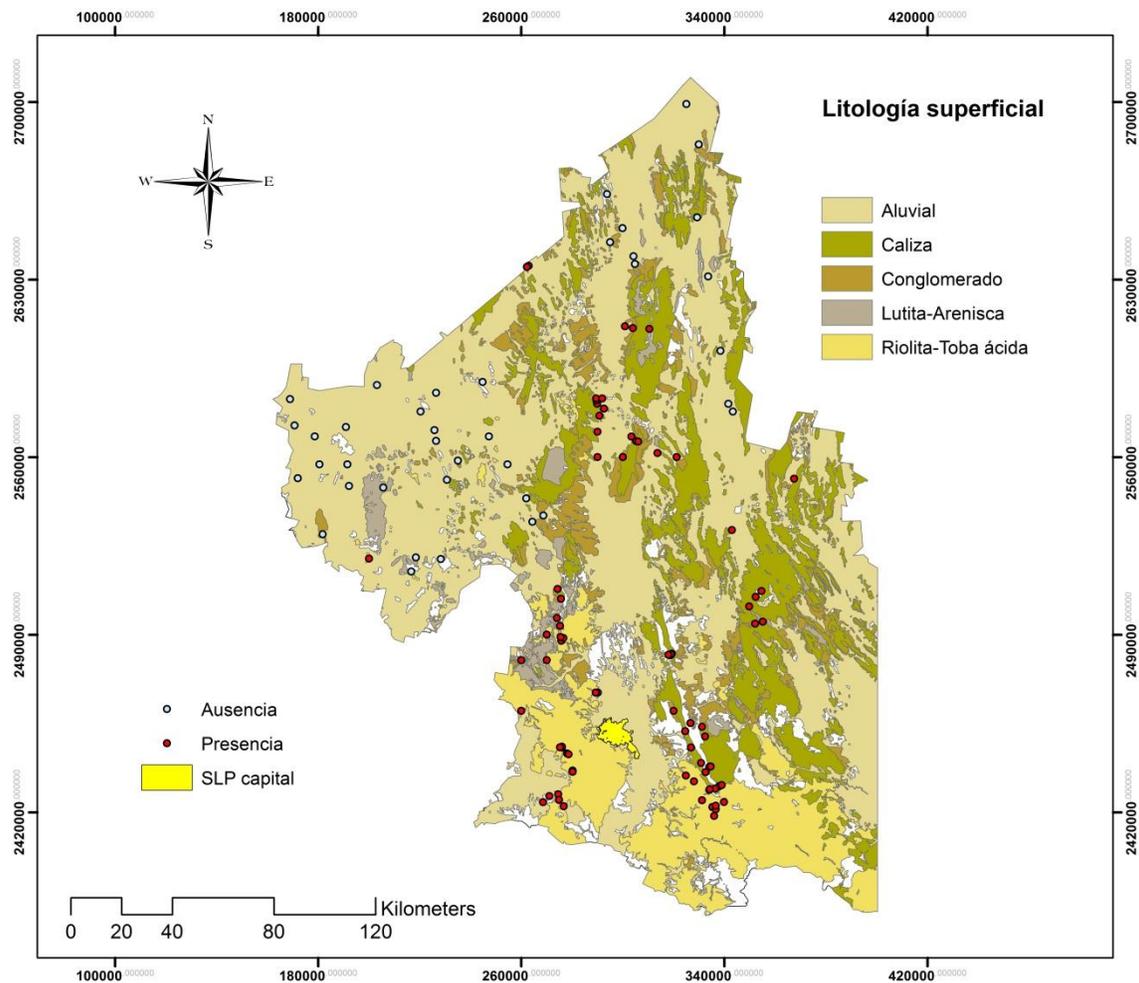


Fig. 3.6 Sustrato geológico y su relación con *Liometopum apiculatum* en el altiplano potosino. Basado en Anónimo (2002).

Clima. La presencia de hormigueros de *Liometopum apiculatum* tendió a relacionarse más con climas en general templados, de secos a subhúmedos (Cuadro 3.4). Así, el 58% de los hormigueros se localizaron en áreas con clima semiseco templado. Pero este clima a la vez está

ampliamente representado (49%) en el área de estudio. De manera similar, en el clima seco templado se localizaron 25 hormigueros, pero la superficie de este tipo de clima representa el 30% de la zona de estudio.

Cuadro 3.4. Tipos de climas asociados a *Liometopum apiculatum* en el altiplano potosino.

Climas	Superficie		Hormigueros		
	Ha	% (B)	Núm.	% (A)	A/B
Muy seco templado	70053.0	1	2	2.4	2.4
Seco semicálido	1864543.7	17	2	2.4	0.1
Seco templado	3220845.9	30	25	29.4	0.9
Semiseco templado	5283071.6	49	50	58.8	1.2
Templado subhúmedo	285675.2	3	6	7.1	2.3
Total	10724189.6	100	85	100	6.9

En cambio, *Liometopum apiculatum* fue relativamente más frecuente en las áreas con climas templado subhúmedo (2.3%) y templado muy seco (2.4%), los cuales están muy poco representados en el área de estudio, y la menor frecuencia relativa (0.1) se registró en las áreas con clima seco semicálido.

En general, en el área de estudio se aprecia cierta tendencia a relacionarse positivamente la presencia de esta especie de hormiga con el carácter templado del clima, y de manera negativa con las temperaturas mayores (semicálidos), en concordancia con lo señalado al respecto por del Toro *et al.* (2009) y Delabie y Fernández (2003). Estas tendencias se resumen gráficamente en la Figura 3.7.

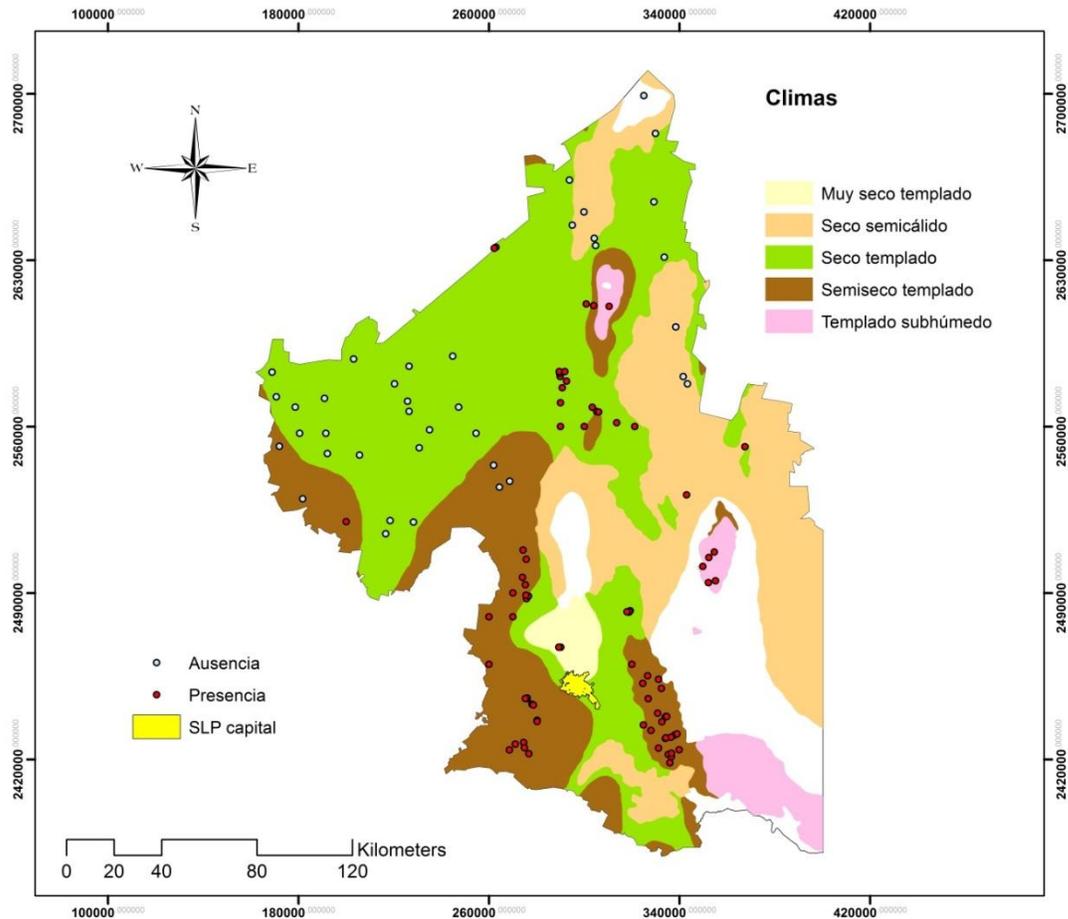


Fig. 3.7 Tipos de climas relacionados con *Liometopum apiculatum* en el altiplano potosino. Basado en Anónimo (2002).

Hábitat. A partir de la conjunción de los datos obtenidos y mediante un análisis de lógica de Boole, con el cual se realiza una intersección de datos con elementos en común, se pudieron precisar las zonas con condiciones ambientales favorables para *Liometopum apiculatum* en el altiplano potosino. De esta forma se trazaron polígonos que cumplían con las cuatro características ambientales consideradas (vegetación, clima, suelo y geología), donde se registró la presencia de este insecto. Los polígonos así trazados constituyen áreas ecológicas favorables para el desarrollo de este recurso natural, como se muestra en la Figura 3.7.

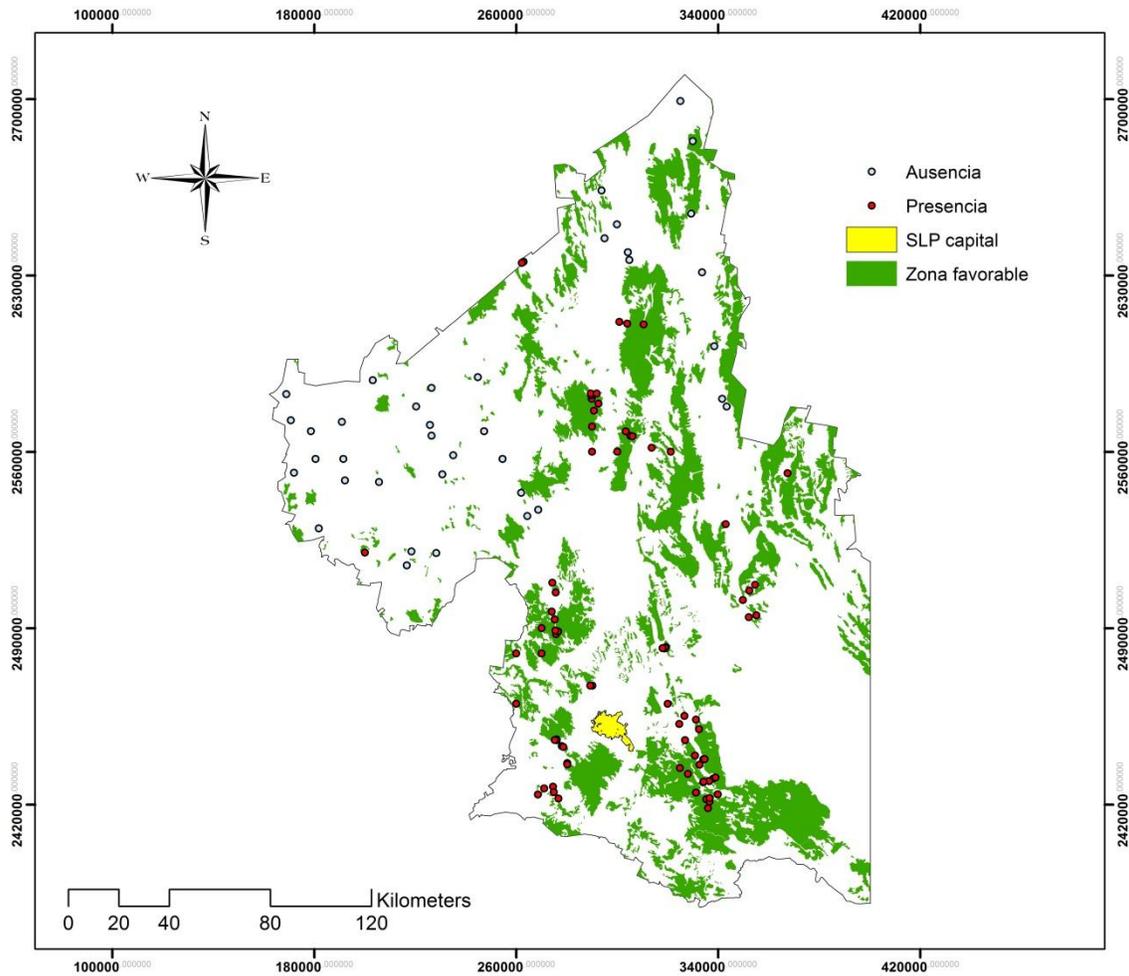


Fig. 3.8. Áreas ecológicas favorables para *Liometopum apiculatum* en el altiplano potosino.

En la Figura 3.8 se pueden observar ambos tipos de distribución natural de esta especie de hormiga. La distribución geográfica correspondió a áreas de municipios como Charcas, Catorce, Guadalcázar, Ahualulco, Moctezuma, Villa de Arriaga y Villa de Zaragoza. Se aprecia una mayor presencia hacia el sureste del área de estudio y en una marcada franja central, y mayor ausencia de hormigueros hacia la zona oeste del área de estudio.

La distribución ecológica de *Liometopum apiculatum* resulta de relaciones complejas de esta especie con el ambiente, como sus requerimientos climáticos, sus hábitos de alimentación, o la textura y composición del suelo. La mayoría de los polígonos de su distribución se extienden al sur del área de estudio, hacia los bosques de pino piñonero y encino. Una franja más se observa en la

porción central, en forma lineal de norte a sur, delimitada por el clima seco semicálido, pero al cambiar el clima a seco templado se forma una franja más de áreas favorables hacia el este de la zona de estudio. Algunos polígonos de forma aislada salpican la porción oeste del estado, resultantes de un clima más seco y de territorios ocupados por matorral desértico micrófilo. Estas son algunas de las características del ambiente que determinan la posible existencia o ausencia de la hormiga de escamoles.

3.5 Conclusiones y recomendaciones

La diferencia entre distribución geográfica y distribución ecológica de las especies se observa de forma explícita en esta especie de hormiga.

La existencia de *Liometopum apiculatum* mostró una dependencia de ciertos factores ambientales, como la vegetación, tipo de suelo y el clima, y cierta independencia del sustrato geológico, pues se asientan de forma indistinta en zonas de origen sedimentario o ígneo.

Poco más que 30% del área de estudio presenta características ecológicas potencialmente favorables para el desarrollo de la hormiga de escamoles.

La ubicación de zonas con presencia probable de este recurso constituye un punto de partida para la conformación de planes de su aprovechamiento. Sin embargo, es imperioso generar antes un manual de buenas prácticas de recolección, ya que por la falta de tradición al respecto en estas zonas, se carece de formas conservacionistas de recolección y cuidado del hormiguero que permitan la obtención de beneficios económicos para la población de forma persistente.

El aprovechamiento racional de esta especie se puede fácilmente integrar con la recolecta de gusano rojo (*Comadia redtenbacheri*) y blanco (*Acentrocneme hesperiaris*) de maguey, para conformar un forma de subsistencia complementaria con ingresos monetarios significativos durante unos seis meses, los cuales son muy escasos en estas comunidades campesinas.

3.6 Bibliografía citada

- Anónimo. 2002. Síntesis de información geográfica del estado de San Luis Potosí. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Aguascalientes. México. 120 p.
- Anónimo. 2005. Guía para la interpretación de cartografía geológica. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Aguascalientes. México. 26 p.
- Billings, W.D. 1968. Las plantas y el ecosistema. Herrero. México. 168 p.
- Bonham-Carter, G.F. 1994. Geographic information systems for geoscientist. Modelling with GIS. Pergamon. Ontario, Canada. 389 p.
- Del Toro, I.; J.A. Pacheco; W. P. Mackay. 2009. Revision of the ant genus *Liometopum* (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology. 53 (2A) :296-369.
- Dostál, P.; M. Breznová; V. Kozlícková; T. Herben; P. Kovár. 2005. Ant-induced soil modification and its effect on plant below-ground biomass. Pedobiologia. 49:127-137.
- De la Vega E., A.; R. Romo V.; A.L. González B. 2010. Índice de marginación por entidad federativa y municipio. Consejo Nacional de Población. México, DF. 334p.
- Domínguez R., R. 1990. Taxonomía 3. Strepsiptera, Hymenoptera, claves y diagnosis. Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 305 p.
- Delabie, J.H.C.; F. Fernández. 2003. Relaciones entre hormigas y “homópteros” (Hemiptera: Sternorrhyncha y Auchenorrhyncha). En: F. Fernández. (ed.). Introducción a las hormigas de la región neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. pp. 181 -197.
- Lawton, J.H. 1994. What do species do in ecosystems? Oikos. 71:367-374.

- Miller, T.E.X. 2007. Does having multiple partners weaken the benefits of facultative mutualism? A test with cacti and cactus-tending ants. *Oikos*. 116 (3): 500-512.
- Ramos E., J.; J.M. Pino M.; S. Cuevas C. 1998. Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*. 69 (1): 65- 104.
- Ríos C., L.; A. Valiente B.; V. Rico G. 2004. Las hormigas del valle de Tehuacán (Hymenoptera: Formicidae): una comparación con otras zonas áridas de México. *Acta Zoológica Mexicana*. 20 (1): 37-54.
- Rzedowski, J. 1961. Vegetación del estado de San Luis Potosí. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 228 p.
- Vásquez B., M. 2011. Lista de especies de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) para México. *Dugesiana*. 18 (1): 95-133.
- Velasco, C.; M.C. Corona V.; R. Peña M. 2007. *Liometopum apiculatum* (Formicidae: Dolichoderinae) y su relación trofobiótica con Hemiptera Sternorrhyncha en Tlaxco, Tlaxcala, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 23 (2): 31-42.
- Villarreal, H.; M. Álvarez; S. Córdoba; F. Escobar; G. Fagua; F. Gast; H. Mendoza; M. Ospina; A.M. Umaña. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. 2ª ed. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 226 p.
- Wheeler, W. M. 1905. The North American ants of the genus *Liometopum*. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 21: 321 – 333.

4. Caracterización del aprovechamiento de escamoles (*Liometopum apiculatum* Mayr) en el altiplano potosino

4.1 Resumen

Los escamoles o pupas de las castas reproductoras de *Liometopum apiculatum* son aprovechados como alimento desde tiempos prehispánicos en algunos estados de México como Hidalgo, Tlaxcala y Estado de México. En San Luis Potosí hace apenas diez años se comenzaron a recolectar, pero ya constituyen una fuente de ingresos importante para los campesinos. Los objetivos de este trabajo fueron: primero, caracterizar y analizar la forma actual de aprovechamiento de escamoles en el municipio de Charcas, SLP y compararla con la forma tradicional practicada en dos municipios de Hidalgo; y segundo, reconocer las debilidades y riesgos de las formas actuales de aprovechamiento. Entre lo observado destaca que las diferencias en la forma de recolección resultan principalmente de que en San Luis Potosí dicha actividad fue inducida recientemente por intermediarios ganaderos del Valle de México, quienes no capacitaron de forma adecuada y completa a los recolectores locales para evitar comprometer la persistencia del recurso, ni mucho menos compartieron el conocimiento de las costumbres asociadas a los escamoles. La apertura inicial y el cerramiento de los hormigueros, así como el aprovechamiento múltiple en la misma temporada y la reconstrucción de las trabéculas después de la extracción de los escamoles, son los problemas principales en ambas regiones, ya que de ello depende la supervivencia y desarrollo del hormiguero, así como la repoblación de esta especie.

Palabras clave: Aprovechamiento de escamoles, *Liometopum apiculatum*, *azcamolli*, altiplano potosino, estado de Hidalgo, trabécula.

4.2 Introducción

Desde tiempos inmemoriales, la entomofagia, del griego *éntomos* que significa insecto y *phǎgein* comer, se practica como una alternativa alimentaria complementaria. Uno de los ejemplos más antiguos se encontró al analizar las herramientas que utilizaba el homínido *Australopithecus robustus*, pues se descubrió un artefacto diseñado para la obtención de termitas como recurso

alimentario (Costa N. y Ramos E., 2006). En el Corán se consigna el consumo de insectos como alimento, específicamente la mosca y la abeja (Arana, 2006).

En México este fenómeno también tiene antecedentes muy antiguos, puesto que en algunos códigos se mencionan un sinnúmero de insectos que eran utilizados como alimento. En la actualidad están identificadas y caracterizadas más de 540 especies de insectos comestibles en el país (Ramos E. *et al.*, 2006), ya sea en sus estados larvales, pupas o adultos. Uno de estos recursos alimentarios son los escamoles o pupas (un estado inmaduro) de las castas reproductoras de hormigas del género *Liometopum*. Con respecto a estos insectos, se han realizado investigaciones para determinar sus contenidos vitamínicos y minerales (Ramos E. *et al.*, 1998; Ramos E. y Pino M., 2001), conocer la estructura de sus nidos (Ramos E. *et al.*, 1986), y sus interacciones con otros insectos (Velasco C. *et al.*, 2007), entre otros temas.

En el estado de San Luis Potosí, el aprovechamiento actual de este recurso comenzó hace unos diez años, inducido por compradores de ganado del Valle de México, quienes vieron en ello una oportunidad de negocio, pero ignoraban o no se interesaron en explicar la forma tradicional de aprovechamiento conservacionista practicada en sus regiones de origen, y por ello ya hay indicios de pérdida prematura de hormigueros, y posiblemente la repoblación también se ha reducido.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue caracterizar la forma actual de aprovechamiento de escamoles en el altiplano potosino y compararla con la forma tradicional de origen prehispánico practicada en dos localidades otomíes del estado de Hidalgo.

Para ello se registró directa y sistemáticamente el proceso de recolección en el altiplano potosino y se entrevistó metódicamente a recolectores experimentados de la región hidalguense. Luego esta información fue contrastada y analizada.

4.3 Materiales y métodos

Área de estudio. En el altiplano potosino el área de estudio pertenece al municipio de Charcas, localizado al noreste del estado de San Luis Potosí. En este municipio se seleccionaron dos predios con aprovechamiento de escamoles, uno de tipo privado (rancho Laguna Seca) y el otro de uso comunal (ejido Pocitos) (Figura 4.1).



Fig. 4.1. Localización del área de estudio en Charcas, San Luis Potosí, rancho Laguna Seca y ejido Pocitos.

Para contrastar lo que sucede en el altiplano potosino se seleccionaron, por sus antecedentes históricos en cuanto al aprovechamiento de este recurso, dos localidades en los municipios de Actopan y Cardonal en el estado de Hidalgo (Figura 4.2).

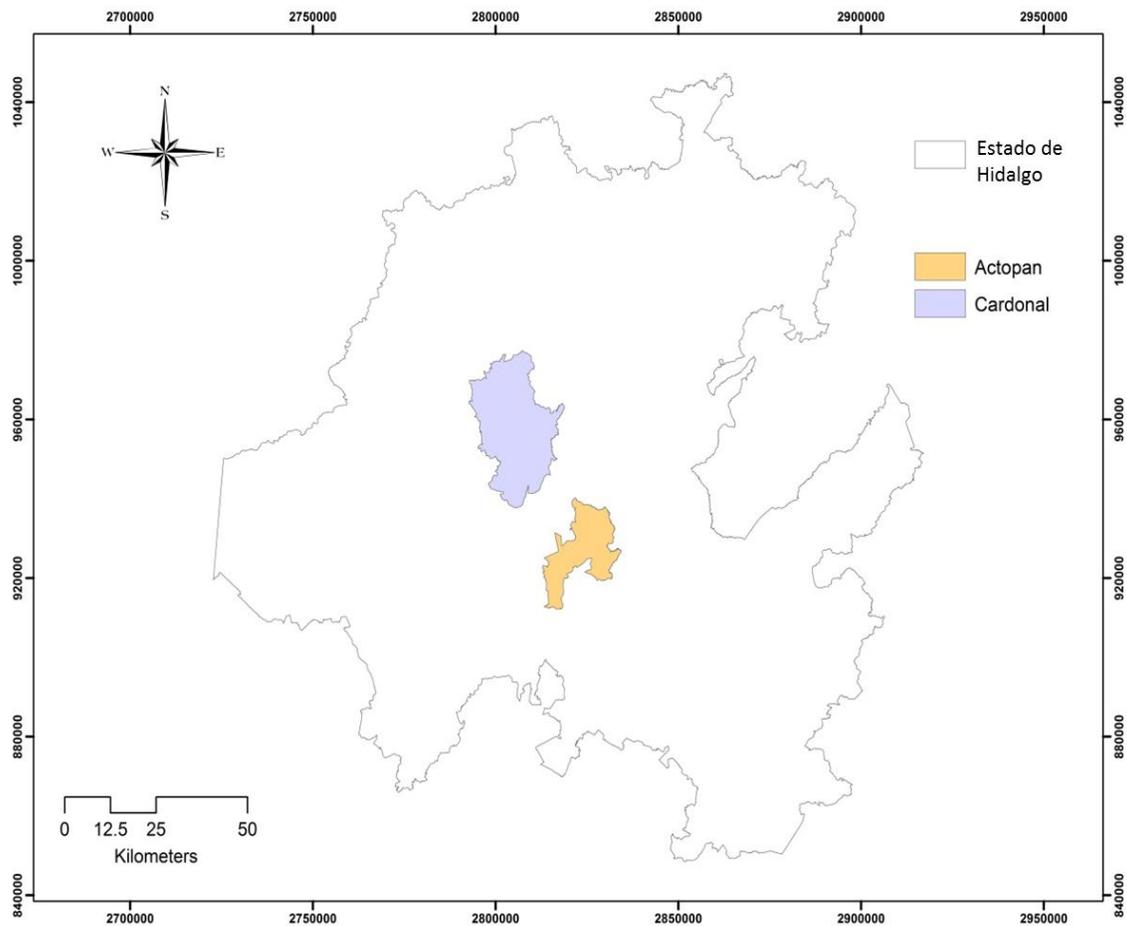


Fig. 4.2. Localización del área de estudio Hidalguense, municipio de Actopan (localidad de Chicavasco) y municipio de Cardonal (localidad de San Andrés Daboxtha), Hidalgo.

Registro del conocimiento tradicional, aprovechamiento actual y caracterización de hormigueros. Esta parte de la investigación se basó en lo propuesto por Aguirre R. (1979 y 1983), para el registro sistemático del conocimiento tradicional de los campesinos sobre algún recurso natural; los pasos de esta metodología se describen a continuación:

- 1) Elaboración de una lista de fenómenos de interés, la cual debe tener un arreglo lógico que parta de los conceptos de mayor amplitud o generalidad hacia aspectos particulares. La primer aproximación de esta lista se realiza con base en antecedentes bibliográficos, además de

recorridos y entrevistas exploratorias, posteriormente y con el avance del trabajo esta lista sufrirá modificaciones.

2) Selección de informantes. Se realizan las entrevistas con informantes elegidos por muestreo de juicio; por un lado se eligen a los recolectores, en este caso, que tengan una mayor experiencia operacional y facilidad en expresión conceptual. Por otro lado, se atenderá la forma de producción y los problemas encontrados con los campesinos menos destacados.

3) En este punto se realiza una descripción de los hechos observados directamente. Se efectúan descripciones detalladas dentro de lo posible, en las cuales se busca reconocer las principales características del objeto o fenómeno elegido para que sean siempre consideradas en las diferentes descripciones que se hagan sobre un mismo hecho y así poder compararlas entre sí. Para lo anterior, se recurre a los propios campesinos, empleando los términos utilizados para ello, siempre y cuando logremos precisar su significado.

4) Explicación del hecho. Se establece una relación de confianza, en este caso con los recolectores de escamol, y luego se les pedirá que expliquen el hecho y sus causas. Esta explicación se anota con fidelidad, respetando siempre la terminología utilizada por el campesino.

5) Ordenamiento de la información. Esta es una de las partes más importantes en la investigación. La información recabada tiene que ser simultáneamente analizada para detectar oportunamente los errores metodológicos y omisiones. Para ordenar la información se siguen estos pasos subsecuentes: Primero, se registran los datos y descripciones en una libreta de campo. Segundo, se redactan fichas para cada entrevista y la información obtenida se vierte en fichas depuradas y clasificadas por localidad o hecho registrado. La redacción de estas fichas debe realizarse dentro de los tres días siguientes a las entrevistas para evitar la omisión de información. Tercero, se realiza una síntesis de la información obtenida del hecho o fenómeno, donde se describe y explica lo que del hecho resultó general para toda la región de estudio, y se contrastan las diferencias y similitudes que ocurren en otras partes de México o en el resto del mundo.

6) Informe final. Al final del periodo de estudio general, y a partir de los hechos, se elabora una monografía que describe la totalidad del hecho analizado.

Para ello se seleccionaron 13 campesinos como informantes adecuados, cinco en el rancho Laguna Seca y ocho en el ejido Pocitos, a quienes se acompañó a realizar sus actividades de recolección para simultáneamente registrar sus respuestas y las observaciones directas (Anexo 1). Se visitaron en total 400 hormigueros bajo aprovechamiento, los cuales fueron registrados geográficamente y caracterizados de acuerdo con su formato (Anexo 2), 200 en el rancho Laguna Seca y 200 en el ejido Pocitos. Para realizar la comparación con la forma tradicional de aprovechamiento, se visitó el estado de Hidalgo donde se seleccionaron siete informantes destacados por su pericia sobre escamoles, tres en la localidad de Chicavasco municipio de Actopan y cuatro en San Andrés Daboxtha, municipio de Cardonal.

4.4 Resultados y discusión

4.4.1 El aprovechamiento de escamoles (*Liometopum apiculatum*) en el altiplano potosino

Con base en la información recopilada, a continuación se describe la forma actual de aprovechamiento de escamoles en el altiplano potosino; cabe destacar que de los 13 recolectores informantes sólo una es mujer.

1) Herramientas utilizadas. El equipo para la recolecta consta de una varilla puntiaguda en uno de sus extremos, usada para precisar la localización de los hormigueros; un talacho o zapapico para hacer la boca del hormiguero; unas tijeras de podar, pues en ocasiones es necesario cortar algunas raíces; una cuchara de cocina con extensión y una pala para extraer la trabécula; dos cribas o tamices



Fig. 4.3. Herramientas para la localización y extracción de escamoles en el ejido Pocitos, Charcas, SLP.

con diferente tamaño de malla para una primera limpieza de los escamoles en el campo una cesta de carrizo para su transporte; y finalmente un colador y un balde para limpiar y enjuagar los escamoles en casa (Figura 4.3).

2) Localización del hormiguero. El 60% de los campesinos entrevistados comentan que se guían por los indicios de la actividad de estas hormigas (“demostraciones”), como los cúmulos de arena, basura y gravilla que las hormigas acumulan fuera del hormiguero. Ocho de ellos se guían por los senderos activos formados por las hormigas, los cuales siguen hasta llegar donde confluyen, además de que observan su profundidad y comentan que mientras más hondos sean, más cercano está el hormiguero. La mitad de los entrevistados mencionan que al encontrar una “araña roja” o “fuego del hormiguero”, el ácaro *Trombidium holosericeum* (Figura 4.4a), se están acercando al hormiguero. Tres recolectores más se guían por los montículos de las entradas al hormiguero formados por el material extraído por las hormigas. Según los recolectores, un pinacate (Figura 4.4b) y el ácaro antes mencionado, forman parte del nido. Para ubicar el lugar exacto del hormiguero utilizan la varilla, la cual introducen en el suelo hasta que al sacarla desprende un olor fuerte a ácido fórmico, propio de la cámara del hormiguero (Figura 4.4c).



Fig. 4.4. Aspecto externo del hormiguero e insectos asociados, Charcas , SLP.

3) Extracción de la trabécula. Si el hormiguero ya ha sido aprovechado en temporadas previas, con la pala se retira el material espinoso colocado sobre la tapa de la boca del hormiguero para protegerlo de los depredadores, y el suelo con el que se evitó la entrada de agua al hormiguero; finalmente se retira el mezote o maguey seco (*Agave salmiana*), o la piedra laja, utilizados como tapas del hormiguero. Después, con la pala se extrae la trabécula, reconstruida a partir de las ramas enrolladas introducidas el año anterior (Figura 4.5).



Fig. 4.5. Extracción de la trabécula en el rancho Launa Seca. Charcas. SLP.

En los hormigueros sin aprovechamiento previo, en el borde exterior del área delimitada con la varilla, pero en el lado contrario de donde se ubican los montículos de los accesos, se cava para formar la boca y acceder de costado a la zona donde se localiza la trabécula; se esta manera se evita el colapso de la cámara real que se encuentra siempre sobre la cámara de la trabécula. Este procedimiento fue descrito por la totalidad de los entrevistados, y se constató en el campo cuando se caracterizó cada uno de los hormigueros nuevos. En seguida la pala se introduce en la base de la trabécula para desprenderla con movimientos suaves y extraer los escamoles. El 80% de los recolectores extraen la trabécula casi en su totalidad, y sólo dejan los escamoles que se caen durante la maniobra o los que logran rescatar las hormigas obreras. El resto de los recolectores utilizan la cuchara con extensión y una escobeta para intentar extraer la totalidad de los escamoles. De acuerdo con el 40% de los recolectores, el hormiguero más grande puede contener 1000 a 2000g de escamoles, un hormiguero mediano unos 500g, y uno pequeño sólo 50g. Todos

los recolectores comentan que pueden reconocer el tamaño de un hormiguero tan sólo con observar su abundancia de hormigas, y la profundidad y anchura de sus caminos.

4) Separación de los escamoles de la trabécula. La trabécula es muy frágil, por lo que inevitablemente se destruye al sacudirla para despegarle los escamoles, y luego se tienen que cribar para separarles los restos de arcilla y arena que conforman la trabécula. La primer criba es de aproximadamente de 5 a 6mm de malla, la cual retiene los residuos de mayor tamaño y permite el paso de los escamoles al siguiente tamiz de 3mm, donde se retienen junto con basura de tamaño similar a ellos, la cual es eliminada venteándola. Cabe mencionar que como la recolección de escamoles se realiza casi siempre en pareja, uno de los recolectores es el encargado de abrir el hormiguero y extraer la trabécula, y el otro se dedica a separar los escamoles y tamizarlos; todos mencionaron que “sólo algunos recolectores son buenos para tamizar” (Figura 4.6).



Fig. 4.6. Separación de escamoles de la trabécula y su cribado en el ejido Pocitos, Charcas, SLP.

5) Reconstrucción de la trabécula. La reconstrucción de la trabécula depende de la disposición de materiales; por ejemplo en el ejido Pocitos se utilizan ramas de *Juniperus monosperma* en las zonas de la bajada de la sierra. En las planicies de ambos casos, el rancho y el ejido, se prefieren ramas de *Salvia ballotaeflora* (hierba blanca) y fibras de pencas muertas de nopal (*Opuntia* spp.); con estos materiales enrollados se rellena el hueco que ocupaba la trabécula original y se les comprime con la pala (Figura 4.7).



Fig. 4.7. Reconstrucción de la trabécula a base de ramas enrolladas, rancho Laguna Seca, Charcas, SLP.

Las pupas remanentes, rescatadas o desprendidas de la trabécula original durante su extracción, son rápidamente reubicadas por las obreras en la trabécula “reconstruida”, pero desafortunadamente con frecuencia son nuevamente extraídas 15 días después del primer aprovechamiento. Esta práctica termina por reducir al mínimo la posibilidad de repoblación de hormigueros, y posiblemente reduzca el periodo de vida del hormiguero aprovechado, al incrementarse su perturbación.

6) Cerramiento del hormiguero. Después de su apertura y aprovechamiento adecuados la persistencia del hormiguero depende de su cerramiento apropiado. Para ello se coloca una piedra laja o un maguey muerto que ajuste bien en la boca del hormiguero, de manera que impida la entrada de suelo y agua, lo cual se refuerza con dos o tres paladas de tierra para terminar de sellarlo (Figura 4.8a). Finalmente la superficie se cubre con cladodios de *Cylindropuntia imbricata*, *Cylindropuntia tunicata* o *Opuntia* spp., para evitar que otros animales depreden los escamoles (Figura 4.8b).



Fig. 4.8. Cerramiento de hormigueros. a) Taponamiento de la boca con una piedra laja y restos de maguey. b) Cubrimiento con suelo y cladodios de cardenche. Rancho Laguna Seca, Charcas, SLP.

7) Transporte de los escamoles. Los escamoles son tamizados y depositados en una cubeta de plástico o una canasta de carrizo (Figura 4.9), para llevarlos a la vivienda. Quienes utilizan canasto (menos que 10%) afirman que lo hacen para mantener los escamoles más frescos durante el día de trabajo en el campo, que depositándolos en cubetas de plástico



Fig. 4.9. Escamoles parcialmente limpios, dispuestos en un cesto de carrizo para su transporte. Ejido Pocitos, Charcas, SLP.

8) Limpieza final. Todos los recolectores realizan esta actividad en familia. Las parejas de recolectores, usualmente primos, hermanos o padre e hijo, llegan después de la jornada laboral, la cual se extiende generalmente de las 7 a las 18h. En la casa del recolector la esposa lo espera con la comida y con un balde grande o tina con agua, para después por flotación separar los restos de basura con ayuda de un colador, y por lavado retirar el polvo a los escamoles. Después de comer se reúnen y platican sobre las incidencias del día mientras enjuagan con agua limpia al menos cuatro veces los escamoles (Figura 4.10). La mayoría de los informantes (85%) mantienen los escamoles que ya traslucen su cuerpo de hormiga adulta bien definido, y sólo dos recolectores los eliminan, pues afirman que al congelarlos, el color blanquecino de la pupa cambia a negro como el de una hormiga adulta.



Fig. 4.10. Limpieza final de escamoles en el ejido Pocitos, Charcas, SLP.

9) Empaquetado. En el ejido Pocitos, el empaquetado se realiza de acuerdo con los requerimientos del cliente, pero en general, los escamoles limpios se empacan en bolsas de plástico selladas térmicamente, en cantidades de 1000g, 500g y 250g. En el rancho Laguna Seca, se empaqueta sólo en bolsas de 1000g. En ambos casos los escamoles embolsados se congelan y conservan así hasta su venta.

10) Comercialización. En el ejido de Pocitos la venta de escamoles es a través del centro de acopio (Figura 4.11), donde también son embolsados, congelados y almacenados. Esta construcción y su equipamiento pertenece a la organización de recolectores y recolectoras, y se logró con subsidios oficiales. En la temporada 2012 a los recolectores se les pagó \$250.00 por kilogramo.



Fig. 4.11. Centro de acopio, almacenamiento y venta de escamoles del ejido Pocitos, Charcas, SLP.

En el centro de acopio a su vez los escamoles se venden en \$350.00 kg, de manera que se recuperan los \$250.00 pagados al recolector y los \$100.00 restantes se destinan a inversión en mobiliario, materiales y mantenimiento del centro de acopio, y en herramientas y regalías para los recolectores. Los campesinos que recolectan en y para el rancho Laguna Seca, cada tarde, o al día siguiente por la mañana, entregan los escamoles recolectados y reciben su paga correspondiente. En la temporada 2012 les pagaron a \$300.00 por kilogramo, de los cuales están obligados a entregar \$30.00 al ejido Miguel Hidalgo, al que pertenecen, imposición que es utilizada para su centro de acopio o para atender otras necesidades propias del ejido.

4.4.2 Localización y caracterización de hormigueros

En total en Charcas se registró el proceso de recolecta para 400 hormigueros, 200 en cada tipo de predio, con o sin aprovechamiento previos, para cada hormiguero se establecieron sus referencias geográficas con el fin de poder monitorizarlos, y simultáneamente se fue entrevistando al recolector para complementar la descripción del proceso observado. En el ejido Pocitos se trabajó con ocho recolectores destacados por tener mayor experiencia al respecto y ser reconocidos y respetados como responsables y buenos trabajadores; estos informantes fueron seleccionados de un total de involucrados en la organización auspiciada oficialmente para la recolecta, envasado, congelación y comercialización de escamoles. En el rancho Laguna Seca este trabajo se hizo con cinco recolectores, ejidatarios del ejido vecino Miguel Hidalgo.

a) Hormigueros del rancho Laguna Seca, Charcas, San Luis Potosí. En el rancho, de aproximadamente 8000 ha, se acompañaron a cinco parejas de recolectores, todos del sexo masculino, en tres diferentes parajes (La Tijera, Los Fierros y La Ternera) (Figura 4.12). Todos los hormigueros se encontraron en altitudes mayores que 2000 msnm. El 53% de los hormigueros se localizaron en topofomas de ladera media, 30% en ladera baja, 6.5% en ladera alta y sólo 4.5% en planicies. Los hormigueros se encontraron en zonas con cobertura de la superficie del suelo compuesta de vegetación (41.5%) y rocas (58.8%), en general con pedregosidad baja a media (56.5%).

En cuanto a la vegetación, la mitad de los hormigueros se encontraron en el matorral rosetófilo (51.5%), casi un 30% en el matorral crasicaule y en menor proporción en el encinar arbustivo y matorral desértico micrófilo. Entre las especies dominantes de estos matorrales destacaron *Agave salmiana*, *Yucca* spp., *Opuntia* spp., *Cylindropuntia imbricata* y *Cylindropuntia tunicata*. La mayoría de los hormigueros (48.5%) se encontraron debajo de colonias de magueyes (*Agave salmiana*), 11% bajo clavellinas (*Cylindropuntia tunicata*), 10% debajo de *Opuntia* spp. y menos que 10% se encontraron debajo de rocas, bajo *Yucca* spp. o *Agave lechuguilla*. Los restantes fueron localizados debajo de otras especies, como *Berberis trifoliolata*, e incluso de *Larrea tridentata*. La mayoría de las plantas que las hormigas frecuentan, ya sea para alimento o sombra, son individuos

de *Agave salmiana*, *Yucca* spp., *Cylindropuntia imbricata*, *Cylindropuntia tunicata* y *Ferocactus pilosus*.

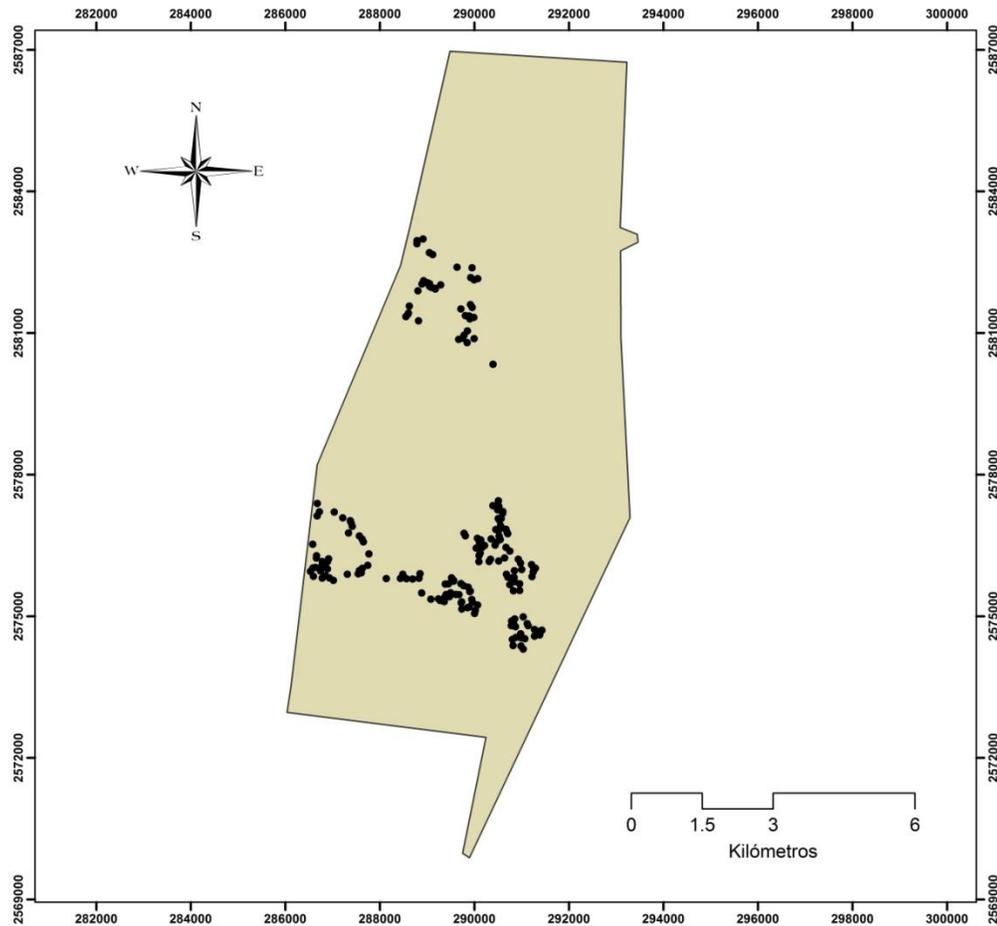


Fig. 4.12. Rancho Laguna Seca, ubicación de los hormigueros caracterizados.

La salud de los hormigueros en general se apreció adecuada; se encontró al 80.5% de ellos con mucha actividad y sólo se registraron 17 hormigueros muertos (13%); 15 de ellos por mal aprovechamiento (apertura inicial inadecuada, extracción o reconstrucción de trabécula inapropiadas y cerramiento defectuoso), mientras que los dos restantes fueron depredados por animales silvestres. Un 19% (25) de los hormigueros fueron catalogados como pocos activos, lo cual probablemente resulte de su perturbación excesiva por aprovechamiento inadecuado.

a) **Hormigueros del ejido Pocitos, Charcas, San Luis Potosí.** Los 200 hormigueros bajo aprovechamiento documentados en el ejido (Figura 4.13), están distribuidos en los parajes conocidos como Copalillo, Durazno, Puerto, Socavón, Bajada de las Cuevas, Calera, Escondida, Parida, Pasta, Caleras, Mangas y Jamoncillos. Estos hormigueros se encontraron en altitudes de 1900 a 2200m, casi siempre en laderas medias (68%) y bajas (20%), y algunos en cauces de arroyos. En general el suelo aledaño a los hormigueros están cubierto por rocas (73.5%), es decir presenta alta pedregosidad.

Respecto a su entorno analizado, se registraron 56 hormigueros (28%) en terrenos de matorral desértico rosetófilo, otro tanto bajo matorral desértico micrófilo y zacatal con *Juniperus* spp., y sólo 16% de los hormigueros se localizó en matorral crasicaule.

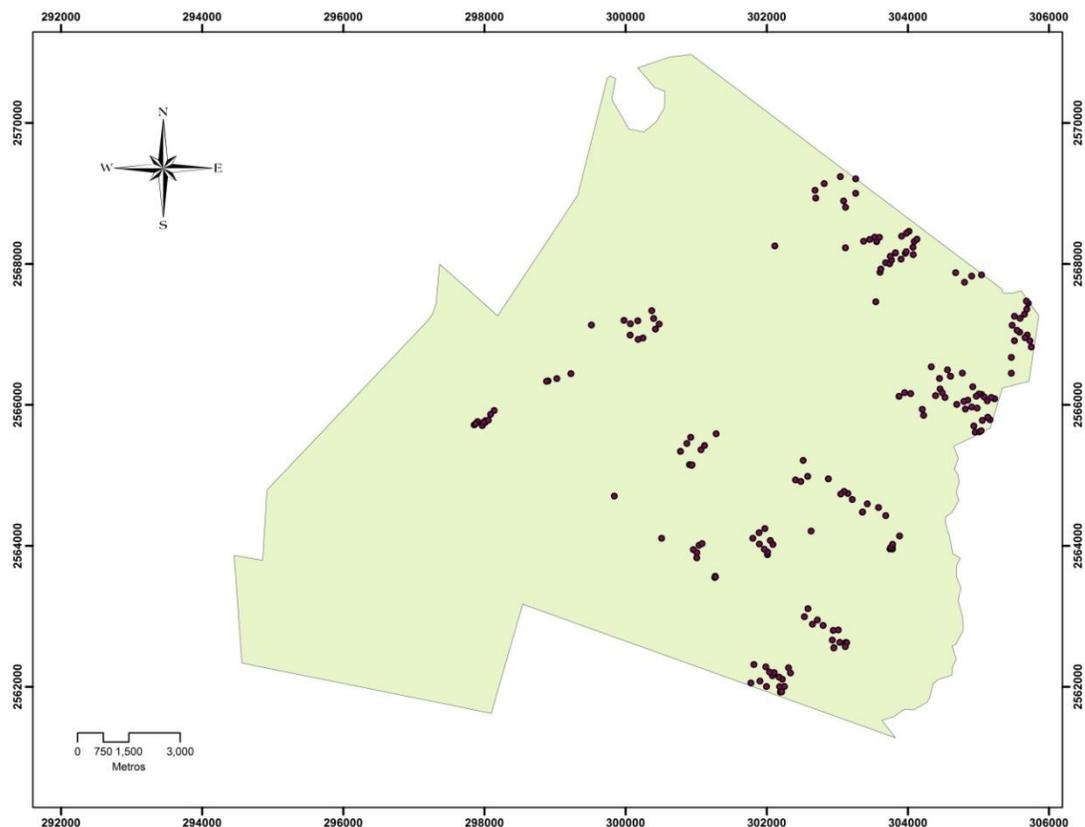


Fig. 4.13. Ejido Pocitos, ubicación de los hormigueros caracterizados.

Entre las especies dominantes de la vegetación, destacaron *Agave salmiana*, *Yucca* spp., *Agave* lechuguilla, *Cylindropuntia imbricata*, *Cylindropuntia tunicata*, *Juniperus monosperma* y *Opuntia* spp. La mayoría de los hormigueros (69%) se encontraron debajo de plantas de *Agave salmiana*, el 18% en colonias de *Cylindropuntia tunicata*, y el resto bajo *Yucca* spp. o rocas.

Los hormigueros aprovechados en el ejido de Pocitos, en general, se encuentran en buen estado. Los recolectores calificaron a 76% de los hormigueros como grandes, 18% como medianos y los restantes como pequeños. El 34% de los 200 hormigueros visitados 68 (34%) fue aprovechado por primera vez en esa temporada de 2012. Los hormigueros con más tiempo bajo aprovechamiento sólo fueron cuatro y se abrieron por primera vez hace 12 a 14 años, pero en general el promedio de vida de sus hormigueros bajo aprovechamiento, lo estiman en 4 a 5 años.

Se registraron sólo 15 hormigueros muertos (11%), la mayoría debido a su mal manejo. Este porcentaje es notablemente similar al registrado en el rancho privado. Los 33 hormigueros catalogados como poco activos posiblemente se encuentran en decadencia o recuperación, después de un mal manejo, como el cerramiento inadecuado, incorrecta reconstrucción de la trabécula o alteraciones excesivas durante la apertura inicial y las extracciones sucesivas.

4.4.3 Comparación de la recolección en el altiplano potosino y la región hidalguense

En la zona ubicada en el valle del mezquital y poblada por *hñähñu* con historial de aprovechamiento prehispánico, la mitad de los informantes clave entrevistados fueron mujeres, quienes aprendieron a recolectar escamoles al acompañar a sus esposos a realizar esta actividad. Actualmente la mayoría de los hombres han emigrado por razones económicas, lo cual altera los valores culturales y tradiciones de las comunidades rurales (Ramos E., 2006; Landeros T. *et al.*, 2005; Santos F. *et al.*, 2006).

Las diferencias más significativas entre ambas regiones se enumeran a continuación:

1) En Hidalgo no se utiliza la pala ni la cuchara con alargador para la extracción de escamoles; en cambio un ayate de ixtle de *Agave salmiana* se usa para tamizar, ventear y transportar los escamoles a la vivienda.

2) La forma de localización de un hormiguero en general es similar, en ambas regiones; así en Hidalgo mencionan como indicador la presencia del “fuego del hormiguero” (*Trombidium holosericeum*) y de un pinacate que no se logró identificar, los montículos de gravilla y arena formados en las entradas y alguna colonia de magueyes (*Agave salmiana*) plagada de escamas. Cuando localizan el hormiguero nuevo el recolector enciende un cigarro y dirige el humo a su interior, pues si hay una víbora con el humo se provoca que salga; tal vez este humo también calma a las hormigas y evita que se pongan bravas y ataquen a los recolectores.

3) Extracción de la trabécula. La construcción de la boca del hormiguero se realiza de forma similar en ambas regiones; luego, se eliminan las raíces obstructoras y se excava evitando destruir la cámara de la reina. En Hidalgo la extracción de escamoles se realiza introduciendo un trozo de penca de maguey en la base de la trabécula para sacarla del hormiguero; sólo se aprovechan los escamoles que se sacan con el trozo de trabécula sobre la penca, con lo cual estiman que se deja el 20% de ellos. El trozo de penca utilizado para extraer la trabécula sólo comprende a la porción terminal (punta) y el ala (mayor anchura), en cuyo extremo se hace el corte para dejar sobre la planta el cuello y la base restante de la penca; al trozo de la penca se le cortan los dientes o espinas laterales, la punta o espina terminal y se le redondean las esquinas en el corte del ala; así la punta se usa como mango y el ala como pala o cuchara.

Esta práctica de extracción parcial, favorable para la repoblación de hormigueros, contrasta notablemente con lo realizado en el altiplano potosino, donde prácticamente se extraen los escamoles en su totalidad. En efecto, Esparza F. *et al.* (2008) comentan que extraer el 100% de los escamoles hacen inviable el aprovechamiento de este recurso, en términos operativos y biológicos.

4) Separación de los escamoles de su trabécula. En Hidalgo este proceso se realiza con un ayate de maya pequeña, el cual funciona como tamiz, y permite también ventearlos.

5) Reconstrucción de la trabécula. Esta práctica es similar en ambas regiones, para lo cual se utiliza material vegetal disponible, preferentemente restos celulíticos de pencas de *Opuntia* sp. Los escamoles desprendidos durante la extracción son reubicados por las obreras en estos materiales introducidos, pero desafortunadamente dos semanas después suelen ser extraídos de nueva cuenta, en ambas regiones.

6) Cerramiento del hormiguero. Según el lugar donde se encuentre el hormiguero es la forma de cerrarlo; si se encuentra en una cerca, con las mismas piedras que conforman la cerca es cubierto nuevamente; si se encuentra sobre el suelo, se utilizan piedras laja o mezotes de maguey como tapas y se cubren con tierra. Sólo el 25% de los entrevistados en Hidalgo cubren con materiales espinosos para que no lleguen otros animales y se “roben” los escamoles.

7) Transporte de los escamoles. En Hidalgo el transporte de los escamoles a la vivienda se realiza en el mismo ayate donde se comenzó su limpieza; según los informantes si el traslado se realizara en una cubeta las hormigas remanentes no podrían escapar para regresar a su nido.

8) Limpieza final. Esta actividad se realiza en casa en ambas regiones, y de igual forma, en familia o en pareja. En Hidalgo extienden el ayate sobre una mesa y con un palito o ramita terminan de separar las basuritas que aún quedaron. En el altiplano potosino, el proceso de limpieza final consume aproximadamente 80 litros de agua, recurso escaso en esa zona.

9) Empaquetado. En Hidalgo los escamoles se recolectan para autoconsumo o para la venta en la misma comunidad. En general los cocinan y consumen después de recolectados, y sólo ocasionalmente los almacenan congelados. La venta local a vecinos o intermediarios también es en fresco, a granel y en pequeña escala (vasos, latas o conos formados con pencas de maguey).

10) Venta. En el altiplano potosino, los escamoles recolectados por los grupos organizados de campesinos se venden a otros estados como Hidalgo y Estado de México. Se empaquetan y se congelan para venderse allí a otros comerciantes. Los escamoles recolectados en Hidalgo son vendidos en \$250.00 el kilogramo, o en \$50.00 el vaso de vidrio con unos 350g, en la misma comunidad; pero en el mercado de Actopan se venden desde \$450.00 a \$550.00 el kilogramo.

También existen intermediarios con puestos ambulantes, al lado de las carreteras, donde el kilogramo lo venden en \$450.00. Ramos *et al.* (2006) registraron también la venta de puerta en puerta, por encargo, y en puestos temporales y fijos de mercado, entre otros.

Por su parte, Esparza *et al.* (2008) registraron que los escamoles recolectados en el estado de Zacatecas también son vendidos a intermediarios de Hidalgo y del Estado de México. Esta demanda foránea de escamoles y gusanos de maguey del altiplano potosino zacatecano requiere ser investigada. Entre sus causas puede estar el deterioro de las magueyeras en esos estados, por los cambios ocurridos en la producción agrícola y la escasa demanda de pulque, pero también puede deberse a cierta moda reciente, o a la revaloración del consumo de estos insectos, particularmente en restaurantes de lujo, lo cual a su vez puede haber provocado o estar causando sobreexplotación y mal manejo de este recurso en sus áreas tradicionales.

Finalmente cabe mencionar que sólo en las localidades de Hidalgo se registraron estas dos tradiciones alrededor del aprovechamiento de escamoles. La primera es que siempre comienzan la temporada de recolección el primer domingo de cuaresma y dos domingos después vuelven a aprovechar el mismo nido. La otra es que los recolectores deben observar abstinencia sexual desde el día previo a la recolecta, para evitar que los escamoles resulten amarillos o muertos.

4.5 Conclusiones y recomendaciones

Las diferencias más importantes en la forma actual de aprovechamiento de escamoles entre ambas regiones, radican en la recolecta individual y el proceso de limpieza que es más simple. En cambio las prácticas de localización, apertura inicial, reconstrucción de la trabécula y cerramiento del hormiguero son muy similares en ambas regiones.

Es necesario evaluar si las prácticas cuidadosas de aprovechamiento actuales son suficientes para asegurar la persistencia del recurso, o si aun con ellas se está mermando lentamente su abundancia.

La impericia, abuso e irresponsabilidad al aprovechar los escamoles tiene claramente consecuencias fatales para el hormiguero, pero este es un problema generalizado en los recursos de uso común con fines individuales, o de sólo una parte de quienes tienen derecho a esos recursos.

4.7 Bibliografía citada

- Aguirre R., J.R. 1979. Metodología para el registro del conocimiento empírico de los campesinos en relación con el uso de recursos naturales renovables. Documento de Trabajo del CREZAS-CP No. 3. Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. Colegio de Postgraduados. Salinas, San Luis Potosí. México. 5 p.
- Aguirre R., J.R. 1983. Enfoques para el estudio de las actividades agrícolas en el altiplano potosino-zacatecano. En: J. Molina G. (ed.). Recursos agrícolas de las zonas áridas y semiáridas de México. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 105 – 115.
- Arana, F. 2006. Insectos comestibles, entre el gusto y la aversión. Dirección General de Divulgación de la Ciencia. UNAM. México. 137 p.
- Costa N., E.M.; J. Ramos E. 2006. Los insectos comestibles de Brasil: Etnicidad, diversidad e importancia en la alimentación. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa. 38: 423 – 442.
- Esparza F., G.; F.J. Macías R.; M. Martínez S.; M.A. Jiménez G.; S.J. Méndez G. 2008. Insectos comestibles asociados a las magueyerías en el ejido Tolosa, Pinos, Zacatecas, México. Agrociencia. 42 (2): 243-252.
- Landeros T., I.; J. Murguía G.; J. Ramos E. 2005. Estudio etnográfico sobre el consumo de las “chicatanas” (Hymenoptera:Formicidae) en Huatusco, Veracruz, México. Folia Entomológica Mexicana. 44 (2): 109 – 113.

- Ramos E., J. 2006. Threatened edible insects in Hidalgo, Mexico and some measures to preserve them. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2(1) :51-61.
- Ramos E., J.; B. Darchen; A. Flores R.; E. Sandoval C.; S. Cuevas C. 1986. Estructura del nido de *Liometopum occidentale* var. *luctuosum* manejo y cuidado de éstos en los núcleos rurales de México de las especies productoras de escamoles (*L. apiculatum* M. y *L. occidentale* var. *luctuosum* W.) (Hymenoptera - Formicidae). *Anales del Instituto de Biología*. 57 (2): 333 -341.
- Ramos E., J.; J. Muñoz; J.M. Pino M. 1998. Determinación de minerales en algunos insectos comestibles de México. *Journal of the Mexican Chemical Society*. 42 (1): 18 – 33.
- Ramos E., J.; J.M. Pino M. 2001. Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México. *Journal of the Mexican Chemical Society*. 45 (2): 66 – 76.
- Ramos E., J.; J.M. Pino M.; M. Conconi. 2006. Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. *Folia Entomológica Mexicana*. 45 (3): 291 – 318.
- Santos F., D.; S. Sánchez S.; A. Fuentes J.; E. M. Costa N. 2006. Etnoentomología en el municipio de San Antonio Cuaxomulco, Tlaxcala, México: un estudio de caso sobre los diferentes usos que se le dan a los “insectos”. *Sitientibus Serie Ciencias Biológicas*. 6: 72-79.
- Velasco, C.; M.C. Corona V.; R. Peña M. 2007. *Liometopum apiculatum* (Formicidae: Dolichoderinae) y su relación trofobiótica con hemiptera sternorrhyncha en Tlaxco, Tlaxcala, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 23 (2): 31-42.

5. Efecto de la condición sobre *Liometopum apiculatum* en tres diferentes sitios de agostadero del municipio de Charcas, San Luis Potosí, México

5.1 Resumen

El medio biótico y físico de los agostaderos suele ser alterado por varios tipos e intensidades de aprovechamiento, lo cual repercute en sus poblaciones, como puede suceder con *Liometopum apiculatum*, la especie de hormiga cuyas pupas reproductoras son consideradas un manjar desde tiempos prehispánicos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la condición del agostadero sobre la densidad de hormigueros de esta especie en tres sitios probablemente diferentes, todo en un espacio dividido en dos patrones de aprovechamiento contrastante, comunal y privado. Para medir la vegetación se utilizó el método de cuadrantes centrados en un punto, espaciados sobre transectos; en cada cuadrante se midió el individuo más próximo al punto y correspondiente a cada estrato de la vegetación, y a la vez se registró la distancia al posible hormiguero más cercano. Las especies registradas se agruparon de acuerdo con su valor forrajero en deseables, menos deseables e indeseables, y con sus estimaciones de densidad y biomasa volumétrica estos grupos fueron contrastados mediante un análisis tabular y estadístico descriptivo. El estado de la superficie se evaluó con líneas Canfield de intercepción, en su proporción de cobertura basal viva, muerta (mantillo), suelo desnudo, rocas, senderos de hormigas y heces. Con base en la información registrada se encontraron diferencias marcadas en la densidad de hormigueros entre sitios de agostaderos contiguos, lo cual a su vez es alterado severamente por la condición de esos agostaderos.

Palabras clave: Condición de agostadero, sitio de agostadero, *Liometopum apiculatum*, altiplano potosino, escamoles.

5.2 Introducción

Un sitio de agostadero es una unidad de terreno con características físicas y bióticas similares y por ello, con reacción semejante al patrón de uso impuesto (Aldrete M. y Aguirre R., 1982). En un

mismo sitio suelen presentarse, en el tiempo o en el espacio, condiciones o estados diferentes, lo cual según Humprey (1947), son los niveles presentes de la vegetación en relación con la productividad potencial del sitio. Dyksterhuis (1949) describió la condición como la proporción de la vegetación presente, con respecto a la original o clímax del sitio. El recurso más importante de un agostadero es su cobertura vegetal, por lo cual el conocimiento de su estado aporta la mejor idea del manejo al que ha sido sometido, y las acciones que deberán darse para aprovecharlo de forma óptima. El patrón de pastoreo, especialmente el número y tipo de animales y su distribución espacial, origina cambios en la vegetación que suelen alejarla de su madurez o clímax (Aldrete M. y Aguirre R., 1982).

La problemática de los ecosistemas de las zonas secas tiene ciertas singularidades resultantes de la aridez; así, sus comunidades son menos tolerantes a la tensión impuesta por su aprovechamiento diverso, y su recuperación es más lenta. Los principales causantes de su deterioro son los usuarios de sus recursos, quienes al tratar de mejorar sus condiciones de vida incrementan sus demandas sobre estos recursos y terminan por degradarlos progresivamente (Aguirre R., 1982). Esto puede estar sucediendo también con la recolección de escamoles en el altiplano potosino, particularmente en ejidos del municipio de Charcas, donde en sólo 10 años esta actividad se ha extendido rápidamente; pero al carecer del conocimiento sobre la recolección tradicional practicada en otros estados como Hidalgo y Tlaxcala, y sobre las relaciones de este insecto con su entorno, ya sea para alimentarse, descansar, protegerse del sol o establecer su nido, la extracción puede estar siendo excesiva y descuidada, lo cual, junto con el sobrepastoreo, puede estar provocando un deterioro rápido de este recurso. Así, por ejemplo, una de las características más notables de *Liometopum apiculatum* es su forma de alimentación especializada denominada trofobiosis, la cual consiste en la obtención de un líquido dulzón excretado por insectos sésiles o chupadores, los cuales extraen savia elaborada del floema de la planta hospedante, la transforman y generan dicho líquido (Delabie, 2001). Esta forma de alimentación es incluso responsable de adaptaciones morfológicas en los hemípteros, lo cual revela la importancia de las relaciones de esta especie de hormigas con plantas como el maguey (*Agave salmiana*) (Esparza F. *et al.*, 2008).

Con base en lo precedente, el objetivo de este trabajo fue, en un área de recolección de escamoles, relacionar la estructura del agostadero a través del efecto del sitio y condición, con la densidad de hormigueros de *Liometopum apiculatum*. Para ello, se estudió la estructura de la vegetación, el estado de la superficie del suelo y el número de hormigueros activos asociados, en un área dividida por su historial contrastante de uso (agostadero comunal y agostadero privado, Figura 5.1), y a su vez con tres variantes fisonómicas de la vegetación (sitios probables) extendidas sobre ambas divisiones.

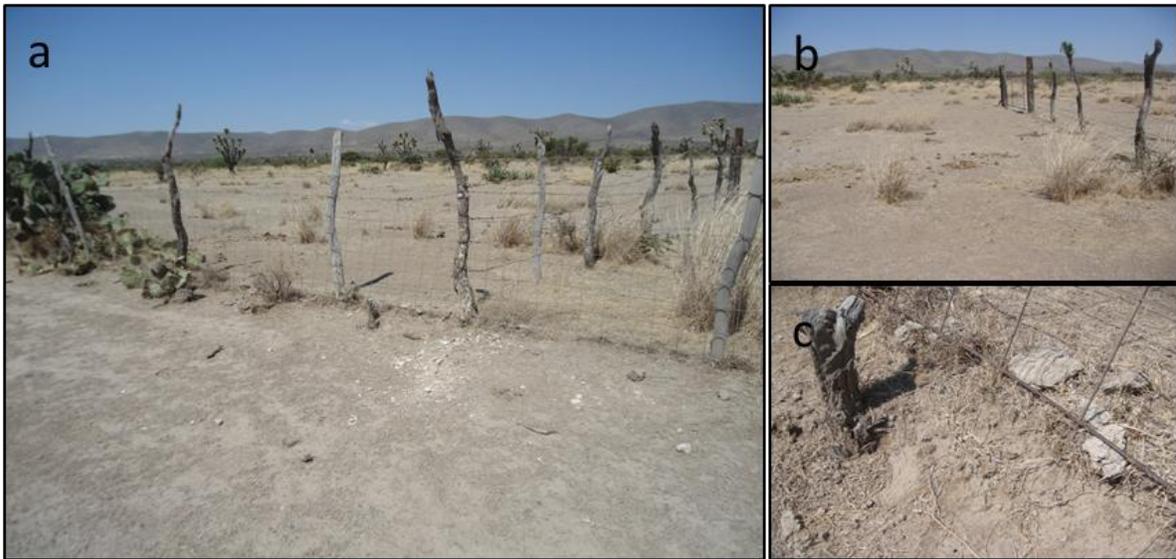


Fig. 5.1. Lindero entre los potreros de la fracción Cerro Blanco del ejido Francisco I. Madero (izquierda) y el potrero Siete Vueltas del rancho Laguna Seca. a) La pérdida de suelo en el ejido ha formado un escalón sobre la línea de la cerca. b) En el potrero ejidal se observa menor densidad de la vegetación y mayor cantidad de estiércol. c) Acercamiento al desnivel del suelo, de aproximadamente 10 a 12 cm, generado por el sobrepastoreo.

5.3 Materiales y métodos

Área de estudio. El área de estudio comprendió a la zona de recolecta de escamoles, conformada por ejidos y ranchos situados en el noreste del municipio de Charcas, SLP, donde se inició y se mantiene esta actividad económica reciente en el altiplano potosino. Esta zona se caracteriza por la heterogeneidad de su litología superficial, que a su vez genera matorrales con presencia o predominio diverso de especies asociadas a sustratos ígneos o sedimentarios; su clima es seco templado, con precipitación media anual de 350 a 450 mm, y su altitud varía de 1900 a 2100 msnm (Anónimo, 2002).

De acuerdo con el enfoque aplicado por Aguirre R. *et al.* (1995), se hicieron recorridos de reconocimiento, por esta zona, y con apoyo en cartografía temática y ortofotos se localizó un espacio con geomorfología relativamente homogénea (paisaje), con una porción dentro del predio privado y el resto ocupado por agostaderos ejidales de uso comunal (Figura 5.2), con lo cual se consiguieron dos áreas contiguas con historial de uso y condición contrastante. Luego, en este paisaje se reconocieron visualmente ciertas diferencias fisonómicas y edáficas suficientes para suponerlas como correspondientes a tres sitios probables (Humprey, 1947), los cuales además presentaban diferencias apreciables en densidad de hormigueros. Así, el área de muestreo correspondió a parte de los agostaderos de la fracción Cerro Blanco del ejido Francisco I. Madero, y a parte del potrero Siete Vueltas del rancho Laguna Seca; ambos predios se ubican en el municipio de Charcas, localizado al norte del estado de San Luis Potosí.

Muestreo de vegetación, hormigueros y estado de la superficie del suelo. Los levantamientos de campo se hicieron entre octubre y diciembre de 2011, durante una sequía que entonces tenía más que dos años. Para estimar los atributos estructurales de la vegetación y la densidad de hormigueros se utilizó el método sin parcela de cuadrantes centrados en un punto sobre transectos (Cottam y Curtis, 1956), con las adecuaciones aplicadas por Aldrete M. y Aguirre R. (1982) para vegetación multiestratificada.

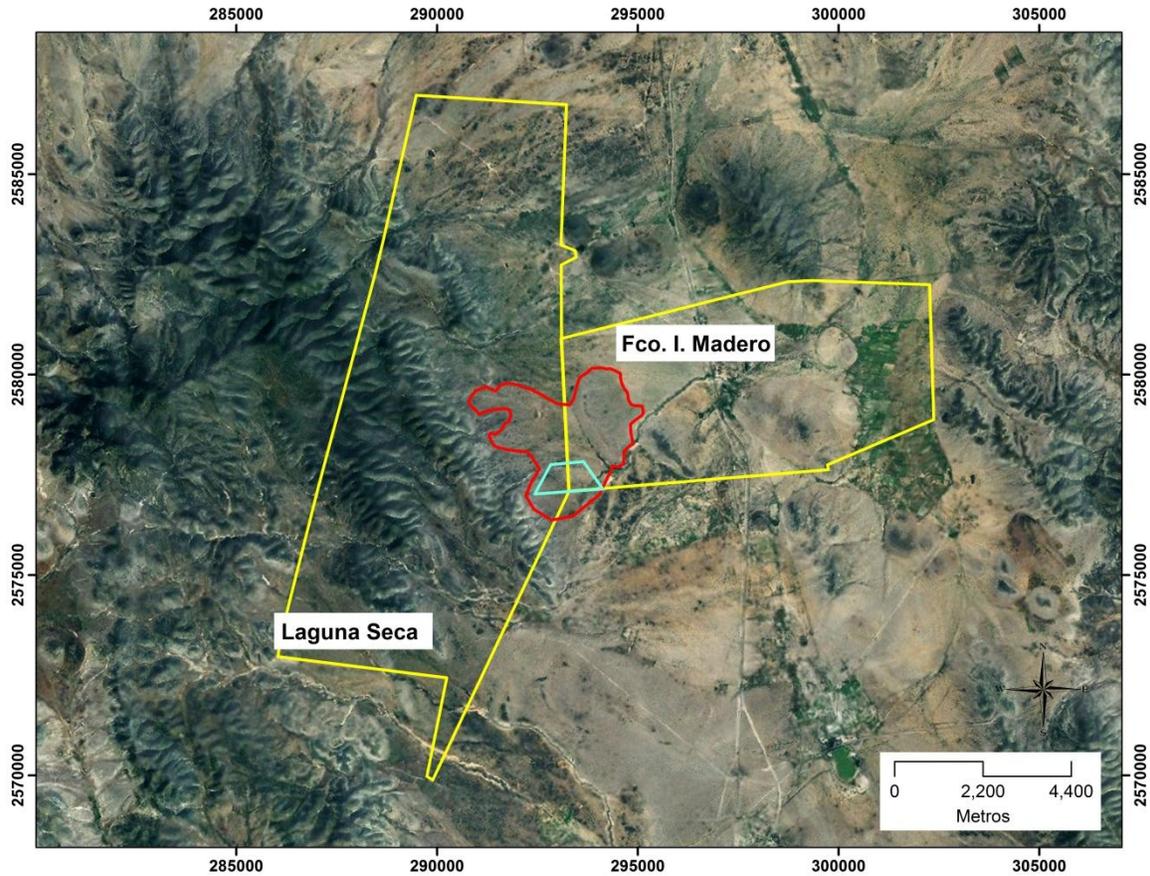


Fig. 5.2. Localización del área de estudio, rancho Laguna Seca y ejido Francisco I. Madero, Charcas, San Luis Potosí (En amarillo, límite de predio; en rojo, límite de paisaje; en azul, área de muestreo).

En el gabinete se ubicaron dos transectos sobre cada uno de los tres sitios probables, perpendiculares al cerco divisorio del rancho con el ejido, y espaciados al menos 100m entre sí para evitar traslapes. Sobre los transectos, los puntos se distribuyeron y geo localizaron cada 100m, pues en el área se observó que el radio de actividad de las hormigas en torno a su nido generalmente era de 45 a 50m, sin que con ello se descuidara evitar que un mismo hormiguero fuera muestreado en dos puntos vecinos; los puntos de muestreo nunca quedaron a menos que 50m de los cercos (Figura 5.3). Antes de comenzar con las mediciones se preparó directamente una lista de las especies presentes, agrupadas por formas vitales en cuatro estratos: herbáceo,

arbustivo inferior, arbustivo superior y arborescente, y se recolectaron muestras de herbario para corroborar y respaldar su identidad.

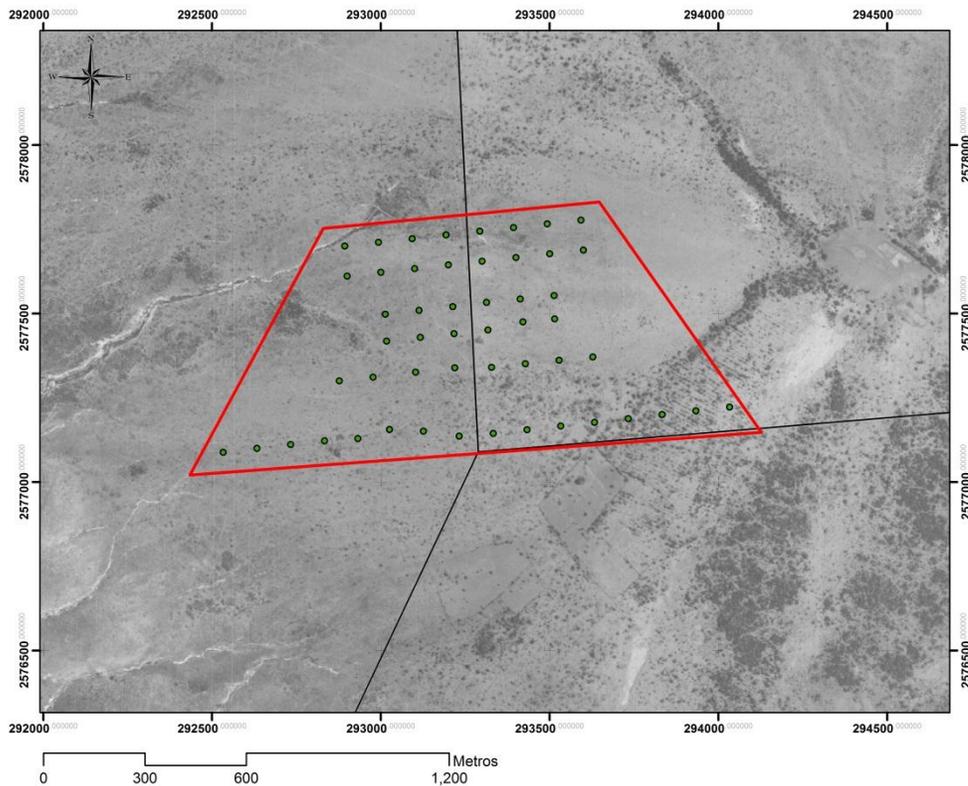


Figura 5.3. Distribución de los transectos de puntos de muestreo para centrar los cuadrantes de medición de vegetación y densidad de hormigueros.

En una secuencia por estratos, en cada uno de los cuatro cuadrantes de cada uno de los 52 puntos evaluados, se midió la distancia del punto al hormiguero más próximo que se encontrara, así como al individuo de especie vegetal más cercano, al cual también se le midió su altura, y los diámetros mayor y menor de su área basal y cobertura, para con estas medidas aplicadas a la fórmula del cono truncado estimar su biomasa volumétrica, y por último se registró su grado de defoliación. De esta manera se contó con datos para un total de 832 individuos de especies de plantas y con 208 cuadrantes de búsqueda de hormigueros.

De acuerdo con Aldrete M. y Aguirre R. (1981) y Bolaños M. y Aguirre R. (2000), las especies registradas en los muestreos se agruparon en deseables, menos deseables e indeseables, según su valor forrajero y reacción sucesional al pastoreo, lo cual se respaldó con base en los manuales de Sampson (1923), Gay y Dwyer (1979) y Stubbendieck *et al.* (1983).

El estado o condición de la superficie del suelo se midió con el método de líneas de intercepción o líneas Canfield, con lo cual se estimaron las proporciones de su superficie ocupadas por cobertura vegetal basal (viva o muerta), piedras, excremento de ganado, senderos de hormigas o suelo desnudo (Aldrete M. y Aguirre R., 1981). Para ello, en cada sitio probable se trazaron cinco líneas de 5m de longitud de medición (30 en total) con un cordel tensado entre dos estacas, colocadas en forma paralela, alternada y a lo largo de cada transecto de puntos de muestreo, y separadas 10 m de dichos transectos.

Análisis de los datos. Se calcularon los valores absolutos y relativos, por hectárea, de densidad y biomasa volumétrica por especie de planta, así como densidad de hormigueros, y las proporciones de cada categoría reconocida en la superficie del suelo. Estos valores se promediaron para fundamentar los análisis tabulares correspondientes, con el total de especies registradas y también con sólo las especies con más de diez registros numéricos, para establecer los contrastes entre sitios y condiciones.

5.4 Resultados y discusión

5.4.1 Vegetación

En los cuadros 5.1 y 5.2 se resumen los resultados de los levantamientos estructurales en los tres sitios compartidos por el predio con mejor condición (rancho Laguna Seca) y el predio con la peor condición (ejido Francisco I. Madero), respectivamente.

Cuadro 5.1. Estructura de la vegetación en los sitios probables del predio con mejor condición (rancho).

Composición botánica	Biomasa (m ³ /ha)				Densidad (Individuos/ha)			
	Favorable	Mediano	Desfavorable	Total	Favorable	Mediano	Desfavorable	Total
<i>Acacia schaffneri</i>	11.78000	34.15600	225.04800	270.98400	64.70000	6.76000	327.77000	399.23000
<i>Agave salmiana</i>	0.02000	0	3.43000	3.45000	1.98000	0	1.77000	3.75000
<i>Aristida adscensionis</i>	0	0	0.18000	0.18000	0	0	4027.00000	4027.00000
<i>Salvia ballotiflora</i>	0	0.47200	0	0.47200	0	5.95000	0	5.95000
<i>Berberis trifoliolata</i>	0	0	0.61000	0.61000	0	0	7.37000	7.37000
<i>Bouteloua gracilis</i>	0.00300	0.00900	0	0.01200	700.00000	38.86500	0	738.86500
<i>Bouteloua reederorun</i>	0	0	0.00220	0.00220	0	0	176.11000	176.11000
<i>Bouvardia ternifolia</i>	0	0	0.01100	0.01100	0	0	1.46000	1.46000
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	0	0.00008	0	0.00008	0	1.01000	0	1.01000
<i>Calliandra eriophylla</i>	0	0	0.12200	0.12200	0	0	18.06000	18.06000
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	0	0	3.04000	3.04000	0	0	0.49000	0.49000
<i>Condalia sp.</i>	0	0.00900	0	0.00900	0	0.72000	0	0.72000
<i>Dalea bicolor</i>	0.28000	0.86000	1.80000	2.94000	11.57000	6.65000	4.10860	22.32860
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0	0	0.00110	0.00110	0	0	1.39000	1.39000
<i>Ferocactus pilosus</i>	0	0.00020	0	0.00020	0	0.80000	0	0.80000
<i>Mimosa biuncifera</i>	0	0.18250	0	0.18250	0	4.40000	0	4.40000
<i>Menodora coulteri</i>	0.00400	0.00170	0	0.00580	101.10000	85.30000	0	186.40000
<i>Hilaria cenchroides</i>	0.00020	0.00001	0	0.00026	0.09500	0.08000	0	0.17500
<i>Ipomoea orizabensis</i>	0	0	0.00002	0.00002	0	0	0.24000	0.24000
<i>Jatropha dioica</i>	0.01300	0.01000	0.08000	0.10300	3.19000	12.00400	65.74330	80.93730
<i>Larrea tridentata</i>	4.77000	8.24000	1.25000	14.26000	28.83000	20.55000	13.15000	62.53000
<i>Leptochloa dubia</i>	0.03900	0	0	0.03900	1.42000	0	0	1.42000
<i>Muhlenbergia villosa</i>	0.00020	0	0	0.00029	0.09000	0	0	0.09000
<i>Opuntia leucotricha</i>	0	0	2.17600	2.17600	0	0	24.35000	24.35000
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	0	0	0.01400	0.01400	0	0	6.91000	6.91000

Cuadro 5.1. Estructura de la... (Continuación).

Composición botánica	Biomasa (m³/ha)				Densidad (Individuos/ha)			
	Favorable	Mediano	Desfavorable	Total	Favorable	Mediano	Desfavorable	Total
<i>Opuntia rastrera</i>	0	0.00100	1.70900	1.71000	0	1.30000	114.48730	115.78730
<i>Opuntia streptacantha</i>	0	0	14.91000	14.91000	0	0	27.79000	27.79000
<i>Parthenium incanum</i>	0.10025	0.04995	0	0.15020	1.77000	0.12000	0	1.89000
<i>Prosopis laevigata</i>	11.29000	27.14000	9.83000	48.26000	72.55000	69.70000	54.68000	196.93000
<i>Rhus microphylla</i>	0	0.97300	0	0.97300	0	22.00000	0	22.00000
<i>Senna bauhinioides</i>	0	0.00010	0	0.00010	0	2.09000	0	2.09000
<i>Solanum ehrenbergii</i>	0	0	0.00010	0.00010	0	0	0.51500	0.51500
<i>Yucca spp.</i>	277.49000	609.35000	89.71000	976.55000	549.36000	524.81000	159.89000	1234.06000
<i>Dasyochloa pulchella</i>	0	0	0.00020	0.00020	0	0	15.38150	15.38150
<i>Sporobolus airoides</i>	0	0.16600	0.41390	0.57990	0	10.91000	32.10000	43.01000
Total	305.78989	681.62055	354.33752	1341.74797	1536.65500	814.18900	5080.76570	

Cuadro 5.2 Estructura de la vegetación en los sitios probables del predio con peor condición (ejido).

Composición botánica	Biomasa (m ³ /ha)				Densidad (Individuos/ha)			
	Favorable	Mediano	Desfavorable	TOTAL	Favorable	Mediano	Desfavorable	TOTAL
<i>Acacia schaffneri</i>	49.98000	590.70000	320.08800	960.76800	260.64000	341.87000	471.00000	1073.51000
<i>Agave salmiana</i>	0	0	2.37400	2.37400	0	0	21.06000	21.06000
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	0	0.00009	0	0.00009	0	0.65000	0	0.65000
<i>Bouteloua gracilis</i>	0.00004	9.817E-06	0.00025	0.00030	1.31000	0.79000	1.04000	3.14000
<i>Bouteloua reederorun</i>	0	0	0.00020	0.00020	0	0	3.54000	3.54000
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	5.00310	10.10460	14.13227	29.23997	0.01000	0.05000	0.11000	0.17000
<i>Dalea bicolor</i>	0	0	0.01200	0.01200	0	0	0.56000	0.56000
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0	0	0.00044	0.00044	0	0	2.60000	2.60000
<i>Hilaria cenchroides</i>	0	0.00001	0	0.00001	0	0.67000	0	0.67000
<i>Jatropha dioica</i>	0.02630	0	0.13510	0.16140	36.39730	0	40.30000	76.69730
<i>Larrea tridentata</i>	15.82000	20.76000	28.96000	65.54000	151.27700	145.23000	536.66000	833.16700
<i>Menodora coulteri</i>	0.00013	0.00038	0	0.00051	9.47000	11.52000	0	20.99000
<i>Opuntia leucotricha</i>	0	0	0.00039	0.00039	0	0	1.29000	1.29000
<i>Opuntia rastrera</i>	0.30000	0.50000	0.55330	1.35330	0.94000	4.64000	20.84000	26.42000
<i>Opuntia streptacantha</i>	0	0	27.98000	27.98000	0	0	77.19000	77.19000
<i>Parthenium incanum</i>	0.01100	0.00700	0	0.01800	2.01000	1.27000	0	3.28000
<i>Parthenium sp.</i>	0	0.01000	0	0.01000	0	1.91000	0	1.91000
<i>Prosopis laevigata</i>	0	3.19000	929.43000	932.62000	0	45.00000	121.31000	166.31000
<i>Senna bauhinoides</i>	0.00004	0.00019	0.00027	0.00050	1.70000	3.69000	11.49000	16.88000
<i>Sporobolus airoides</i>	0	0.01000	0.10000	0.11000	0	15.30000	26.25000	41.55000
<i>Dasyochloa pulchella</i>	0.00010	0	0.00020	0.00030	42.83300	0	192.71500	235.54800
<i>Yucca sp.</i>	87.24000	123.05900	2574.44000	2784.73900	253.06000	225.74980	94.94000	573.74980
Total	158.38071	748.34128	3898.20743	4804.92943	759.64730	798.33980	1622.895	

Con el mismo tamaño de muestra y diseño de muestreo en el ejido sólo se registraron 22 especies (62.85%), contra 35 especies registradas en el rancho con mejor condición. La composición florística completa del ejido también se registró en el rancho, pero careció de diversas especies de arbustos y herbáceas forrajeras aún presentes en el rancho. Como resultado del historial contrastante de pastoreo, la densidad de individuos de todas las especies en el ejido fue sólo el 42.8% de la registrada en el rancho; en cambio, la biomasa volumétrica en el rancho fue únicamente 27.92% de la registrada en el ejido. Esto se explica por el predominio de especies más corpulentas y longevas, sin valor forrajero, en los sitios deteriorados fuertemente en el ejido, y por la mayor presencia en el rancho de especies herbáceas, muy abundantes aunque con menos tamaño, como los zacates. Finalmente, en el ejido sólo se registraron dos hormigueros activos (en el sitio favorable), en contraste con los 14 encontrados en el rancho.

El sobrepastoreo prolongado en el ejido ha provocado modificaciones severas en la estructura de la vegetación y ha diluido las diferencias originales que existieran al respecto entre sus sitios. Por ello, para el contraste estructural entre los sitios tentativos, reconocidos por sus diferencias fisionómicas y abundancias aparentes de hormigueros, sólo parece válido lo registrado en el rancho (Cuadro 5.1). Así, en los resultados del levantamiento total, sin eliminar a las especies con menos que 10 registros y que por ello sus medias pudieran estar sesgadas, especialmente las de densidad, se aprecian varias diferencias en composición de especies, así como en los valores de biomasa volumétrica y densidad de las especies comunes a dos o tres sitios. Estas diferencias entre sitios también se aprecian en los valores estructurales acumulados, particularmente en los de densidad, y notablemente en la abundancia de hormigueros: 12 en el sitio favorable (6/ha), dos en el mediano y ninguno en el desfavorable. Finalmente, las especies con presencia probablemente relacionadas en forma positiva con la hormiga de escamoles, fueron *Bouteloua gracilis*, *Menodora coulteri*, *Hilaria cenchroides*, *Leptochloa dubia*, *Muhlenbergia villosa* y *Parthenium incanum*, todas ellas con reacción decreciente al pastoreo y por ello consideradas como deseables.

Para tener una estimación más robusta de la estructura y dinámica de la vegetación se descartaron las especies con menos que 10 registros en los levantamientos, y las especies restantes se agruparon en deseables, menos deseables e indeseables. En el Cuadro 5.3 se resumen los datos de densidad y en el Cuadro 5.4 los correspondientes a biomasa volumétrica.

Cuadro 5.3. Efecto de la condición sobre la densidad (individuos/ha) de las especies con más que diez registros en el muestreo.

	Especies	Condición mejor (rancho)		Condición peor (ejido)	
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa
Deseables	<i>Sporobolus airoides</i>	43.01	0.78	41.55	2.55
	<i>Parthenium incanum</i>	1.83	0.03	3.28	0.20
	<i>Menodora coulteri</i>	186.34	3.38	20.99	1.29
	<i>Bouteloua gracilis</i>	738.90	13.44	3.14	0.19
	<i>Bouteloua reederorum</i>	176.11	3.20	3.54	0.21
	<i>Dalea bicolor</i>	22.31	0.40	0.56	0.03
	Sub total	1,168.50	21.25	73.08	4.49
Menos deseables	<i>Dasyochloa pulchella</i>	153.85	2.79	621.40	38.22
	<i>Agave salmiana</i>	3.72	0.06	21.06	1.29
	<i>Aristida adscensionis</i>	4027.13	73.26	-	-
	Sub total	4184.71	76.12	642.46	39.51
Indeseables	<i>Larrea tridentata</i>	62.51	1.13	833.15	51.25
	<i>Jatropha dioica</i>	80.70	1.46	76.92	4.73
	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	0.49	0.009	0.17	0.010
	Sub total	143.71	2.61	910.26	55.98
Total	5496.95	100%	1625.81	100%	

Cuadro 5.4. Efecto de la condición sobre la biomasa volumétrica (m³/ha) de las especies con más que diez registros en el muestreo.

	Especies	Condición mejor (rancho)		Condición peor (ejido)	
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa
Deseables	<i>Sporobolus airoides</i>	0.5799	2.36	0.1100	0.220
	<i>Parthenium incanum</i>	0.1503	0.61	0.0100	0.036
	<i>Menodora coulteri</i>	0.0058	0.02	0.0005	0.001
	<i>Bouteloua gracilis</i>	0.0121	0.04	0.0003	0.0006
	<i>Bouteloua reederorun</i>	0.0022	0.008	0.0002	0.0004
	<i>Dalea bicolor</i>	2.9400	11.96	0.0120	0.024
	Sub total	3.6900	15.01	0.1421	0.29
Menos deseables	<i>Dasyochloa pulchella</i>	0.0002	0.001	0.0003	0.0006
	<i>Agave salmiana</i>	3.4500	14.01	2.3740	4.87
	<i>Aristida adscensionis</i>	0.0018	0.007	-	-
	Sub total	3.4560	14.06	2.3740	4.88
Indeseables	<i>Larrea tridentata</i>	14.2600	58.03	31.8900	65.54
	<i>Jatropha dioica</i>	0.1030	0.41	0.0780	0.16
	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	3.0570	12.44	14.1600	29.10
	Sub total	17.4200	70.89	46.1400	94.84
Total		24.57	100%	48.65	100%

Con la excepción notable de *Aristida adscensionis*, especie generalmente catalogada como menos deseable, y presente sólo en el rancho privado, la composición botánica de las especies más abundantes (con 10 o más registros) fue idéntica en ambos predios con condición contrastante (Cuadro 5.3 y 5.4); en cambio, los valores de densidad respectivos mostraron patrones diferentes en reacción al deterioro por sobrepastoreo. Así, cuatro de las seis especies agrupadas como deseables fueron francamente decrecientes (*Menodora coulteri*, *Bouteloua gracilis*, *B. reederorun* y

Dalea bicolor) y las otras dos especies de este grupo fueron relativamente indiferentes al deterioro, al igual que *Jatropha dioica* y *Cylindropuntia imbricata* del grupo de especies indeseables. En cambio, el resto de especies menos deseables e indeseables presentaron densidades varias veces mayores en el predio ejidal en condición peor, esto es, fueron claramente crecientes en su reacción al sobrepastoreo.

Finalmente, cabe señalar que en la condición mejor, la densidad total de los grupos de especies deseables y menos deseables resultó varias veces superior a la registrada en la condición peor, y que lo opuesto ocurrió con el grupo de especies indeseables.

Con respecto a la biomasa volumétrica instantánea, lo más destacable es que en el predio con la condición peor se registró el doble que en el predio con la condición mejor (Cuadro 5.4). También, que en el ejido (condición peor) casi el 95% de dicha biomasa correspondió al grupo de especies indeseables, y que la referida al conjunto de especies deseables fue insignificante (0.3%) en este predio y relativamente baja (15%) en el rancho (condición mejor). Así, el deterioro por sobrepastoreo induce el predominio de especies más corpulentas y menos productivas, con biomasa menos activa (madera) e inutilizable por el ganado. Por ello, este estimador estructural, instantáneo y sin consideraciones sucesionales o dinámicas, puede conducir a evaluaciones erróneas sobre la salud o condición del sitio ecológico.

A diferencia de lo registrado con la densidad, con la biomasa todas las especies integrantes del grupo deseable presentaron reacción decreciente clara al sobrepastoreo, la indeseable *Cylindropuntia imbricata* se incrementó notablemente, como ya ha sido documentado por diversos autores; y en cambio, *Jatropha dioica* resultó indiferente al deterioro.

5.4.2 Estado de la superficie del suelo

En el Cuadro 5.5 se compendian los resultados de la evaluación del efecto del sitio y condición de los agostaderos evaluados sobre la cobertura superficial del suelo.

Sin distinción de sitios, el predio con la condición peor (ejido) presentó en promedio más que el doble de suelo desnudo y estiércol, 60% de la cobertura basal viva y menos que el 30% de mantillo que lo registrado en el predio con la condición mejor (rancho).

Como en ambos predios el ganado ha podido ejercer su preferencia por algún tipo de cobertura de los tres sitios reconocidos, al carecer de cercos que los separen, las diferencias actuales en el estado de la superficie del suelo son debidas en parte a distinto grado de utilización histórica, Sin embargo, el sitio considerado como favorable para las hormigas de escamoles, en ambos predios sólo se distinguió de manera consistente por registrar la menor cobertura de estiércol, como indicador de menor perturbación por ganado; en efecto, a mayor intensidad y continuidad del pisoteo se incrementan las probabilidades de destrucción de senderos y entradas de hormigueros, y de aplastamiento de hormigas.

Cuadro 5.5 Efecto de la condición (predio) y sitio aparente sobre la cobertura (cm, %) superficial del suelo (n=cinco líneas Canfield de 5m).

Predio	Sitio*	Suelo desnudo	Mantillo	Vegetación	Piedras	Estiércol
Rancho	F	640.0 (25.6)	1173.0 (46.9)	364.5 (14.6)	301.5 (12.1)	21.0 (0.8)
	M	331.0 (13.2)	1093 (43.7)	585.8 (23.4)	479.7 (19.2)	10.5 (0.4)
	D	547.4 (23.0)	1038.1 (41.5)	624.8 (25.0)	177.8 (7.1)	85.0 (3.4)
	\bar{X}	515.1 (20.6)	1101.4 (44.1)	525.0 (21.0)	319.7 (12.8)	38.8 (1.5)
Ejido	F	1410.0 (56.4)	292.0 (11.7)	407.0 (16.3)	344.0 (13.8)	47.0 (1.9)
	M	1223.0 (48.9)	353.0 (14.1)	295.0 (11.8)	569.0 (22.8)	60.0 (2.4)
	D	1604.4 (64.2)	306.9 (12.3)	242.2 (9.7)	161.9 (6.5)	184.4(7.4)
	\bar{X}	1412.5 (56.5)	317.3 (12.7)	314.7 (12.6)	357.0 (14.3)	97.1 (3.9)

Al comparar el efecto de la condición sobre el estado de la superficie del suelo del sitio desfavorable para las hormigas, en el ejido, con sólo dos hormigueros registrados, se presentó mayor proporción del suelo desnudo (200%) y de estiércol (224%), y menor de mantillo (25%) que en el rancho con mejor condición y 14 hormigueros; sin embargo, las proporciones de superficie ocupada por vegetación (área basal) y piedras fueron similares en ambos predios o condiciones.

5.5 Conclusiones

En el agostadero analizado se documentó claramente la condición contrastante resultante de la forma e intensidad de aprovechamiento.

Los sitios tentativamente reconocidos por sus diferencias fisonómicas y densidad aparente de hormigueros (favorable, mediano y desfavorable) en general muestran la misma composición vegetal y biomasa total instantánea, pero la densidad y biomasa de las especies deseables y el número de hormigueros encontrados indica que sí son distintos, aunque han tenido el mismo historial de uso.

La relación del tipo y condición de la vegetación y el estado de la superficie del suelo con la densidad de hormigueros de *Liometopum apiculatum* se demostró al registrarse en la condición mejor la mayor densidad de hormigueros (14) de *Liometopum apiculatum*.

En el agostadero donde existan los factores ambientales requeridos por *Liometopum apiculatum*, a mejor condición, la densidad y calidad de los hormigueros será mayor, pues contará con los recursos y ambiente necesarios para que las colonias de este insecto se desarrollen normalmente, aun bajo aprovechamiento racional.

5.6 Bibliografía citada

Aguirre R., J. 1982. Sobre los problemas de las comunidades rurales del altiplano potosino-zacatecano. Documento de Trabajo. Num. 7. Centro Regional para Estudios de

Zonas Áridas y Semiáridas, Colegio de Postgraduados. Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. México. 5 p.

Aguirre R., J.R.; A. Bolaños M.; H. Charcas S.; J.A. Reyes A.; J.L. Flores F. 1995. Estudio especial de agostaderos del Programa de Modernización Forestal del Estado de México. INEISACH, PROBOSQUE. México, D.F. 103 p.

Aldrete M., E.; J.R. Aguirre R. 1982. Diferenciación de sitios y condición de agostaderos del noreste del estado de Zacatecas. Chapingo. 35-36:53-58.

Bolaños M., A.; J.R. Aguirre R. 2000. Evaluación preliminar de los agostaderos del occidente del estado de México. Acta Científica Potosina. 15(2): 74-97.

Cottam, G.; J.T. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology. 37:451-460.

Delabie, J.H.C. 2001. Trophobiosis between Formicidae and Hemiptera (Sternorrhyncha and Auchenorrhyncha): an Overview. Neotropical Entomology. 30(4): 501-516.

Didham, R.K.; L. Ghazoul; N.E. Stork; A.J. Davis. 1996. Insects in fragmented forests: a functional approach. Trends in Ecology and Evolution. 11:255-261.

Dyksterhuis, E. J. 1949. Condition and management of range land based on quantitative ecology. J. Range Manage. 2:104-115.

Esparza F., G.; F.J. Macías R.; M. Martínez S.; M.A. Jiménez G.; S.J. Méndez G. 2008. Insectos comestibles asociados a las magueyeras en el ejido Tolosa, Pinos, Zacatecas, México. Agrociencia. 42 (2): 243-252.

Gay, C. H. Jr.; D. D. Dwyer. 1970. New Mexico range plants. New México State University. Las Cruces, New Mexico. USA. 85 p.

Humphrey, R. R. 1947. Range forage evaluation by the range condition method. Journal of Forestry. 45:10-16.

Sampson, L.A.W. 1923. Range and pasture management. Wiley. New York. USA. 421 p.

Stubbendieck, J.; S. L. Hatch; K. J. Hirsh. 1983. North America range plants. 3rd. Ed. University of Nebraska Press. Lincoln, Nebraska. USA. 465 p.

6. Discusión y conclusiones generales

El conocimiento sobre la biología de insectos sociales y en particular de las hormigas se ha ampliado significativamente en décadas recientes, pero aún falta conocerse en qué grado es aplicable para las hormigas de escamoles del género *Liometopum*.

En este trabajo se establece que poco más que 30% del altiplano potosino presenta características ecológicas potencialmente favorables para la recolecta de escamoles, y que todas las muestras de hormigas de escamoles recolectadas, pertenecen a la especie *Liometopum apiculatum*. Sobre las relaciones bióticas de la hormiga de escamoles se confirmó su presencia usual sobre *Agave* spp., *Yucca* spp. y *Cylindropuntia tunicata*, se observó que se protegen de las altas temperaturas a la sombra de *Berberis trifoliolata* y *Dalea bicolor*, y que el ácaro *Trombidium holosericeum* parasita los hormigueros.

La presencia de *Liometopum apiculatum* tiende a asociarse con variantes de ciertos factores ambientales, como vegetación, suelo y clima, y a mostrarse independiente del sustrato geológico, pues las hormigas se encuentran de forma indistinta en zonas de origen sedimentario o ígneo.

La delimitación de zonas con presencia potencial de hormiga de escamoles constituye un punto de partida para la conformación de planes para su aprovechamiento. Sin embargo, es necesaria la capacitación previa de recolectores y la formulación de un manual de buenas prácticas de recolección, ya que la falta de tradición al respecto en estas zonas, puede provocar daños severos o irreversibles a los hormigueros y comprometerse la repoblación por la extracción excesiva, en vez de generar beneficios económicos para la población de forma persistente.

Las diferencias más importantes en la forma actual de aprovechamiento de escamoles entre ambas regiones estudiadas (Hidalgo y San Luis Potosí), radican en la recolecta y comercialización individual y el proceso de limpieza más simple en la región otomí. En cambio, las prácticas de localización, apertura inicial, cerramiento del hormiguero y reconstrucción de la trabécula son muy similares en ambas regiones. Es preciso evaluar si las prácticas cuidadosas de aprovechamiento

actuales son suficientes para asegurar la persistencia del recurso, o si a pesar de ellas se está mermando lentamente su abundancia.

Liometopum apiculatum depende de su entorno para su establecimiento, subsistencia y persistencia; es decir, del sistema complejo del que forma parte debe obtener desde alimento y estructuras de descanso y sombra, hasta protección para ellas y su nido (Hölldobler y Wilson, 1994 y 2008). Lo anterior se constató en el área de estudio, donde en un mismo sitio de agostadero con dos condiciones contrastantes debidas al historial de aprovechamiento, se encontraron 14 hormigueros en la condición mejor, contra sólo dos en la peor.

La condición de la vegetación es importante para la alimentación directa (nectarios) e indirecta (trofobiosis) de este insecto; así, por ejemplo *Liometopum apiculatum* se alimenta indirectamente de especies como *Agave salmiana* y *A. lechuguilla* (Esparza F. *et al.*, 2008), lo cual se constató en el área de estudio; además, se observó su presencia abundante en las flores de *Parthenium incanum* y *Menodora coulteri*.

La estructura de la vegetación y el estado de la superficie del suelo también tienen un impacto sobre las poblaciones de este insecto; así, a mayor cobertura vegetal habrá mayor disponibilidad de recursos alimentarios y generación de mantillo sobre el suelo, con lo cual también se crea un microclima que impide que las hormigas mueran de insolación al realizar sus actividades diurnas, especialmente en un ambiente árido donde las temperaturas son extremas y las hormigas dependen de zonas de sombra o descanso para evitar la muerte al buscar alimento fuera del nido (Sayer, 2006; Torres C. y Vásquez A., 2004; Vasconcelos y Laurance, 2005). En el predio con mejor condición se registró mayor cobertura y riqueza de la vegetación y más mantillo, así como menor deterioro por pisoteo del ganado, lo cual se puede relacionar directamente con la mayor densidad de hormigueros encontrados.

La impericia, abuso e irresponsabilidad al aprovechar los escamoles puede resultar claramente en consecuencias fatales para los hormigueros y para su repoblación, pero este es un problema extendido en los recursos de uso común con fines individuales, pues tal como lo señala Aguirre R.

(1982), la principal razón del deterioro de las zonas áridas son los mismos usuarios y sus prácticas de aprovechamiento que impactan de forma directa en el recurso y en el ambiente.

La fragmentación de los hábitats y la perturbación prolongada de los mismos (como sucede en los agostaderos sobrepastoreados), afecta directamente las comunidades de estos insectos, reduciendo la abundancia natural de los hormigueros, ya que son muy susceptibles a los disturbios (Didham *et al.*, 1996).

En tanto el agostadero presente buena condición y tendencia creciente, la densidad y el tamaño de los hormigueros de *Liometopum apiculatum* serán mayores, pues habrá disponibilidad de hábitats y recursos necesarios para este insecto, y sufrirá menos daño por el ganado.

Finalmente, el aprovechamiento racional de esta especie se puede fácilmente integrar con la recolecta de gusano rojo (*Comadia redtenbacheri*) y blanco (*Acentrocneme hesperiaris*) de maguey, para conformar una manera de subsistencia complementaria pero significativa para el campesino, o de ingresos complementarios para el ganadero empresarial.

6.1 Bibliografía citada

Aguirre R., J.R. 1982. Sobre los problemas de las comunidades rurales del altiplano potosino-zacatecano. Documento de Trabajo. Num. 7. Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas, Colegio de Postgraduados. Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. México. 5 p.

Didham, R.K.; L. Ghazoul; N.E. Stork; A.J. Davis. 1996. Insects in fragmented forests: a functional approach. *Trends in Ecology and Evolution*. 11:255-261.

Esparza F., G.; F.J. Macías R.; M. Martínez S.; M.A. Jiménez G.; S.J. Méndez G. 2008. Insectos comestibles asociados a las magueyeras en el ejido Tolosa, Pinos, Zacatecas, México. *Agrociencia*. 42 (2): 243-252.

Hölldobler, B.; E.O. Wilson. 1994. *Journey to the ants: A story of scientific exploration*. Belknap. Cambridge, MA. USA. 228 p.

- Hölldobler, B.; E.O. Wilson. 2008. The superorganism: the beauty, elegance, and strangeness of insect societies. Norton. New York, NY. USA. 522 p.
- Sayer, E.J. 2006. Using experimental manipulation to assess the roles of leaf litter in the functioning of forest ecosystems. *Biological Reviews*. 81: 1-31.
- Torres, C. H.; R. Vásquez A. 2004. A field experiment in the influence of load transportation and match distance on the locomotion velocity of *Dorymyrmex goetschi* (Hymenoptera, Formicidae). *Insectes Sociaux*. 51: 265-270.
- Vasconcelos, H.L.; W.F. Laurance. 2005. Influence of habitat, litter type, and soil invertebrates on leaf-litter decomposition in a fragmented Amazonian landscape. *Oecologia*. 144:456-462.

7. Anexos

Anexo 1. Guión para el registro sistemático del conocimiento tradicional y aprovechamiento actual de escamoles en los estados de San Luis Potosí e Hidalgo

I. IDENTIDAD

1. Fecha
2. Localidad
3. Nombre del informante
4. Edad y sexo

II. DATOS GENERALES

1. ¿Cuánto tiempo tiene recolectando escamoles?
2. ¿Quién le enseñó a recolectar escamoles?
3. ¿Qué otras actividades realiza cuando no recolecta escamoles?
4. ¿Dónde recolecta escamoles, en su ejido o en alguna otra parte?
5. ¿Cuánto tiempo le ha durado el hormiguero más viejo de donde recolecta escamoles?
6. ¿Se ha perdido algún hormiguero, si es así a que le atribuye la pérdida de la colonia?

III. LOCALIZACION DEL HORMIGUERO

1. ¿Cómo reconoce la existencia del hormiguero?
2. ¿Cómo precisa la ubicación del hormiguero?
3. ¿Cómo confirma que es un hormiguero de escamoles?

IV. CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGUERO

1. ¿Se puede reconocer el tamaño del hormiguero sin abrirlo?
2. Un hormiguero grande, ¿cuánto puede rendir de escamoles?
3. Un hormiguero mediano, ¿cuánto puede rendir de escamoles?

4. Un hormiguero pequeño, ¿cuánto puede rendir de escamoles?
5. ¿En qué condiciones de terreno se encuentran con más frecuencia los hormigueros?
6. ¿Cómo está organizado internamente el hormiguero?

V. APROVECHAMIENTO DEL HORMIGUERO

1. ¿Cómo se abre un hormiguero?
2. Si se quiere volver a aprovechar un hormiguero, ¿Qué cuidados se deben tomar al abrirlo?
3. ¿Se extrae todo el nido o sólo una parte?, si se deja una parte, ¿Qué tanto se deja?
4. ¿Cómo se separan los escamoles del nido?
5. ¿Cubre el hormiguero? ¿Cómo lo cubre?
6. ¿Qué otra cosa realiza durante o para la extracción?

VI. MANEJO DE LOS ESCAMOLES EXTRAIDOS

1. Describa el proceso de limpieza
2. ¿Hace grupos? Y ¿Qué grupos?
3. ¿Cómo almacena los escamoles en el campo?
4. ¿Cómo almacena los escamoles en su casa?

VII. COMERCIALIZACIÓN Y CONSUMO DE ESCAMOLES

1. ¿Dónde vende este recurso? (acude al mercado o tienen algún centro de acopio?)
2. ¿A qué precio regularmente se venden los escamoles?
3. ¿Cuánto ha sido el precio máximo y el precio mínimo al que le han comprado el escamol?
4. ¿Acostumbra a consumirlos?
5. ¿Cantidad de escamoles que llega a consumir?
6. ¿Cuál es la frecuencia con la que los consume?

VIII. VIDA DE LAS HORMIGAS

1. ¿Cuándo comienza y cuando termina la temporada de escamoles?
2. ¿Sabe si fuera de esta temporada hay escamoles?
3. ¿Conoce otro tipo de escamoles?
4. ¿Qué pasa con los hormigueros cuando les sacan los escamoles (desaparecen, se mantienen o debilitan) y por qué?
5. ¿De qué depende la abundancia de hormigas?
6. ¿De qué depende la abundancia de hormigueros?
7. ¿Qué comen las hormigas?
8. ¿Qué perjudica a las hormigas?
9. ¿Qué beneficia a las hormigas?

Anexo 2. Formato de localización y caracterización de hormigueros

I. Identidad

Fecha _____

Nombre del informante _____

Edad y Sexo _____

II. Ubicación del hormiguero

Localidad _____

Paraje _____

Coordenadas UTM _____ E _____ N

III. Características físicas del sitio y entorno del hormiguero

Altitud _____ Exposición _____ Pendiente _____

Topoformas _____

Características del suelo _____

Color _____

Cobertura superficial _____

Pedregosidad _____

Erosión _____

Textura al tacto _____

Tipo de vegetación _____

Especies fisonómicamente dominantes _____

IV. Características del hormiguero

El hormiguero se aprecia:

- a) Muy activo b) Poco activo c) Abandonado o
muerto

¿Cuándo fue aprovechado por primera vez? _____

De acuerdo con la percepción del recolector ¿El hormiguero es grande, mediano o
pequeño? _____

V. Asociación planta-insecto

¿Debajo de que planta se encuentra el hormiguero? _____

¿Qué plantas visita? _____

¿De qué plantas se alimentan las hormigas? _____