



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS**

CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

CAMPUS SAN LUIS POTOSÍ

POSTGRADO EN

INNOVACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

**EVALUACIÓN DE RIESGO DE EXTINCIÓN DE *Liometopum apiculatum* Mayr, Y
DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE RECOLECCIÓN, LIMPIEZA-LAVADO-DRENADO Y
ALMACENAMIENTO DE SUS LARVAS**

MAURICIO BERUMEN JIMÉNEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México
Octubre de 2018



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el (la) que suscribe MAURICIO BERUMEN JIMÉNEZ, alumno(a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del (la) Profesor(a) DR. LUIS ANTONIO TARANGO ARÁMBULA, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis EVALUACIÓN DE RIESGO DE EXTINCIÓN DE *Liometopum apiculatum* Mayr. Y DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE RECOLECCIÓN, LIMPIEZA-LAVADO-DRENADO Y ALMACENAMIENTO DE SUS LARVAS y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El (la) Consejero (a) o Director (a) de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, a 01 de octubre, 2018.


MAURICIO BERUMEN JIMÉNEZ

Firma


DR. LUIS ANTONIO TARANGO ARÁMBULA
Profesor Consejero (Director de Tesis)

La presente tesis titulada: **Evaluación de riesgo de extinción de *Liometopum apiculatum* Mayr, y descripción de las etapas de recolección, limpieza-lavado-drenado y almacenamiento de sus larvas** realizada por el alumno **Mauricio Berumen Jiménez** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada y aceptada por el mismo como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN INNOVACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:
(Director de Tesis)



LUIS ANTONIO TARANGO ARÁMBULA

CODIRECTOR:



RICARDO DAVID VALDEZ CEPEDA

ASESOR:



SANTIAGO DE JESÚS MÉNDEZ GALLEGOS

ASESOR:



JORGE CADENA INIGUEZ

**EVALUACIÓN DE RIESGO DE EXTINCIÓN DE *Liometopum apiculatum* Mayr, Y
DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE RECOLECCIÓN, LIMPIEZA-LAVADO-DRENADO Y
ALMACENAMIENTO DE SUS LARVAS**

Mauricio Berumen Jiménez, MC

Colegio de Postgraduados, 2018

RESUMEN GENERAL

Liometopum apiculatum es una de las especies de insectos comestibles más buscada y explotada en México, esto debido al sabor de sus larvas conocidas como escamoles. Sin embargo, el desconocimiento del estado de conservación en el que se encuentran sus poblaciones y la ausencia de información detallada acerca del proceso de aprovechamiento de sus larvas, han dificultado el manejo y conservación de la especie. El objetivo de esta investigación fue evaluar el estado de riesgo en el que se encuentra *L. apiculatum*, y describir las etapas de a) recolección, b) limpieza-lavado-drenado y c) almacenamiento de los escamoles. La tesis consta de dos capítulos, el primero trata de la evaluación de riesgo de *L. apiculatum* mediante los cuatro criterios incluidos en el Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Especies Silvestres en México (MER) de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y el segundo cubre la descripción de las actividades realizadas durante el aprovechamiento de las larvas de *L. apiculatum* a partir del conocimiento local obtenido de tres localidades del centro-norte de México: El Terrero, San Felipe, Guanajuato; Pocitos, Charcas, San Luis Potosí; Tolosa, Pinos, Zacatecas. En el primer capítulo las calificaciones de los cuatro criterios propuestos en la norma: amplitud de la distribución (criterio A); estado del hábitat (criterio B); vulnerabilidad biológica (criterio C); e impacto de la actividad humana (criterio D) sumaron ocho puntos por lo que se propone que *L. apiculatum* se incluya dentro de la categoría de protección especial (Pr). En el segundo capítulo, las visitas a campo y la aplicación de un cuestionario empleando una escala de Likert a 38 recolectores sirvieron para determinar las principales etapas en el aprovechamiento de los escamoles. La información sobre el estado de riesgo y la descripción de cada etapa servirán para manejar y conservar a *L. apiculatum* Mayr.

Palabras clave: estado de riesgo, insecto comestible, conservación, explotación.

EVALUATION OF THE EXTINCTION RISK OF THE *Liometopum apiculatum* Mayr AND DESCRIPTION OF COLLECTING, CLEANING-WASHING-DRAINING AND STORAGE OF ITS LARVAE PROCESSES

Mauricio Berumen Jiménez, MC

Colegio de Postgraduados, 2018

GENERAL ABSTRACT

Liometopum apiculatum is utilized as an edible insect species in Mexico due to the taste of its larvae known as escamoles. However, the ignorance of the state of conservation in which their populations are found and the lack of detailed information about the process of utilization of their larvae, have made difficult the management and conservation of this species. The objective of this research was to evaluate the state of risk in which *L. apiculatum* is found, and to describe the stages of a) collection, b) cleaning-washing-draining and c) storage of the escamoles. The thesis consists of two chapters, the first one dealing with the risk assessment of *L. apiculatum* through the four criteria included in the Method of Evaluation of the Risk of Extinction of Wild Species in Mexico (MER) of the NOM-059-SEMARNAT-2010 and the second covers the description of the activities carried out during the utilization of larvae of *L. apiculatum* from the local knowledge obtained from three localities of north-central Mexico: El Terrero, San Felipe, Guanajuato; Pocitos, Charcas, San Luis Potosí; Tolosa, Pinos, Zacatecas. In the first chapter the qualifications of the four criteria proposed in the standard: amplitude of the distribution (criterion A); habitat status (criterion B); biological vulnerability (criterion C); and impact of human activity (criterion D) added eight points so it is proposed that *L. apiculatum* be included in the category of special protection (Pr). In the second chapter, visits to the field and the application of a survey on a Likert scale to 38 collectors served to determine the main stages in the use of escamoles. The information on the state of risk and the description of each stage will be used to manage and conserve *L. apiculatum* Mayr.

Keywords: risk status, edible insect, conservation, exploitation.

AGRADECIMIENTOS

Dicen que el orden de los factores no altera el producto. Todos contribuyeron de manera especial en este proyecto.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)** por la beca que me otorgó durante la realización del postgrado.

Al personal del **Colegio de Postgraduados (COLPOS), Campus San Luis Potosí** por todas las facilidades y conocimientos que siempre me brindaron.

Al **Dr. Luis Antonio Tarango Arámbula** por el apoyo que me brindó durante todo el proceso, incluso antes de entrar a la maestría, en cada momento él estuvo pendiente de cada uno de mis avances. Gracias por haberme inducido el gusto por la hormiga escamolera a través de una plática que dio hace tres o cuatro años en las instalaciones de Ciencias Básicas de la UAZ, usted me acercó a trabajar con este organismo tan interesante y por eso le estoy agradecido.

Al **Dr. Ricardo David Valdez Cepeda** por su interés desde el comienzo, por los consejos, por el apoyo constante y aunque sé que en una de mis visitas con usted a la unidad académica de matemáticas me dijo de broma que yo no lo soltaba, siempre presentó la mejor disponibilidad para ayudarme.

Al **Dr. Santiago de Jesús Méndez Gallegos** por ser mi consejero interino por espacio de un año, por sus buenos consejos, por siempre tratar de ayudarme en lo que se pudiera.

Al **Dr. Jorge Cadena Íñiguez** por lo mucho que aprendí en su clase de Legislación y Propiedad Intelectual, y por sus aportaciones al presente proyecto.

A la **CONAZA de Guanajuato con sede en Celaya** por la información proporcionada acerca de los ejidos y recolectores de escamol del estado.

A **Juan Carlos Orta** por haberme acercado con las personas del ejido de El Terrero, por tu amabilidad y por tu interés hacía con la hormiga escamolera.

Al **Ingeniero Jesús Cerda** por su apoyo en campo y con la evaluación de la encuesta.

A **Octavio y Araceli** por su ayuda e interés en el presente proyecto.

A **las encargadas del centro de acopio de escamoles del ejido El Terrero** todas ellas siempre fueron muy amables a pesar de que yo era un desconocido; sin embargo, siempre se mostraron atentas, dispuestas a ayudarme en todo. Nunca habrá forma de que yo pueda agradecerles por haberme recibido en sus casas, por haberme dado de comer y hasta ponerme lonche para mis salidas con los recolectores, incluso hacerme una comida de

despedida cuando les dije que era la última vez que posiblemente las visitaba.

A la **Señora Marichuy** me tocó ser parte de su desafortunado acontecimiento con el cáncer, me entristeció verla en alguna de mis visitas con el semblante triste y cansado; sin embargo, la última vez que nos encontramos su actitud se notó diferente era alegre y atenta como cuando recién la conocí, eso me dio mucho gusto, es usted una guerrera; alguna vez lo dije y lo vuelvo a decir, de corazón espero que se alivie pronto. Señora Marichuy como encargada del centro de acopio y como mi contacto directo con el ejido, quiero agradecerle de manera especial, usted siempre tuvo todo listo y en orden para que yo solo llegara a trabajar. En verdad gracias.

Al recolector **Benito Bautista** de Pocitos, Charcas, por su apoyo, por enseñarme mucho acerca de la recolección de escamoles y por haberme permitido quedarme en su casa.

Al recolector **Eduardo Guevara** de Pinos, Zacatecas, por la ayuda en campo, por revelarme a través de anécdotas el mundo del intermediarismo de los escamoles y parte de su vida en el ejido de Tolosa. Gracias por la ayuda que me ofreció.

A **Carmen Martínez de El Terrero**, él fue el recolector con quien más salí a campo, gracias por enseñarme todo lo que sabes acerca de la recolección de escamoles, esperó que lo que le dije acerca de cuidar a la reina le sirva.

Al recolector **Reinaldo González**, una de las personas de quién más aprendí. Me mostró sin saberlo, lo impresionante que puede llegar a ser la especie *L. apiculatum*.

Al recolector **Margarito Alfaro** por su amabilidad y disponibilidad a ayudarme.

A todos los **recolectores del escamol** que me enseñaron todo lo que saben de su recolecta. Gracias por haberme hecho parte de ese mundo.

Al **Dr. Francisco Javier Morales Flores** por los múltiples consejos, por la ayuda incondicional y por lo mucho que me enseñó.

A mis padres **María de la Luz Jiménez y Librado Berumen** especialmente por sus consejos invaluable y su cariño incomparable. Han estado para mí cuando más los he necesitado. Mentiría si no dijera que son los mejores. Mamá gracias por tu preocupación eterna y por desvivirte por mí. Papá a ti quizás te tenga que desagradecer y agradecerte, porque por tu culpa es que me meto en estos embrollos de la ciencia, pero también por tu culpa es que me interesa tanto. Ya lo verás, algún día la sociedad del planeta donde habitamos cambiará. Gracias a los dos, los quiero.

A **Alejandra Almaraz Llamas** supongo que ponerlo aquí es muy sencillo, pero la verdad no

es así, suena fácil agradecerte la paciencia que me has tenido y soportarme durante las horas más oscuras. Gracias por los sueños que hemos emprendido juntos, por la fortaleza que me has dado, por atreverte a afrontar el futuro a mi lado y a veces no salir victoriosos del todo. Gracias por estar aquí en las buenas y en las malas; por querer ser una científica y compartirlo conmigo, por ser bióloga y complicarme (en el buen sentido de la palabra) el significado de la vida. En fin, gracias por mostrarme siempre lo mejor de ti y hacer que yo quiera serlo también día a día.

A **Domingo Cruz Labana** por el apoyo en la evaluación de la encuesta y la proporción de los registros de localidades para el primer capítulo.

A los ingenieros **Araceli Valverde Castañeda** y **Octavio Martínez Castañeda**, a los maestros **Ernestina Hernández Roldan** y **Javier Rafael Valdez**, a los doctores **Saúl Ugalde Lezama**, **Marcelo Márquez Olivas** y **Juan Antonio Reyes Agüero** por prestarme de su tiempo para la evaluación del cuestionario del segundo capítulo. Gracias

Finalmente quiero agradecer a mis compañeros: **Paty, Delia, Elizabeth, Norma, Lenin, Luis Carlos, Alfredo**, por los buenos ratos que pasamos y que hicieron más amena la maestría; por los consejos y ayuda relacionados directa e indirectamente con la tesis, como el apoyo emocional que muchas veces hacía falta para continuar.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN GENERAL	1
LITERATURA CITADA	4
CAPÍTULO I: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXTINCIÓN DE LA “HORMIGA ESCAMOLERA” (<i>Liometopum apiculatum</i> Mayr) EN MÉXICO	6
1.1. RESUMEN.....	6
1.2. ABSTRACT	8
1.3. INTRODUCCIÓN.....	10
1.4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
1.4.1. Amplitud de la distribución del taxón en México (Criterio A)	11
1.4.2. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón (Criterio B)	12
1.4.3. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón (Criterio C)	13
1.4.4. Impacto de la actividad humana sobre el taxón (Criterio D)	13
1.5 RESULTADOS.....	13
1.6. DISCUSIÓN.....	24
1.7. CONCLUSIONES.....	28
1.8. LITERATURA CITADA	29

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE RECOLECCIÓN, LIMPIEZA-LAVADO-DRENADO Y ALMACENAMIENTO DE LARVAS DE <i>Liometopum apiculatum</i> Mayr	35
2.1. RESUMEN	35
2.2. ABSTRACT	36
2.3. INTRODUCCIÓN	37
2.4. MATERIALES Y MÉTODOS	39
2.4.1. Área de estudio	39
2.4.2. Fase 1) Registro del conocimiento local	39
2.4.3. Fase 2) Inventario del equipo usado en las etapas de recolección, limpieza-lavado-drenado y almacenamiento de los escamoles.....	40
2.4.4. Fase 3) Elaboración y aplicación de la encuesta.....	40
2.4.5. Fase 4) Descripción de las etapas de a) recolección, b) limpieza-lavado-drenado y c) almacenamiento de escamoles.	42
2.5. RESULTADOS	43
2.6. DISCUSIÓN	61
2.7. CONCLUSIONES	65
2.8. LITERATURA CITADA	66
CONCLUSIONES GENERALES	70

ANEXOS 72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de distribución (Propincuidad media) de <i>Liometopum apiculatum</i> en México.	14
Figura 2. Sobreposición del mapa de Vegetación Potencial (Rzedowski, 1990) con los registros de <i>L. apiculatum</i>	15
Figura 3. Sobreposición del mapa de Tipos de Clima (Köppen, 1936, modificado por García de Miranda, 1981) con los registros de <i>L. apiculatum</i>	16
Figura 4. Sobreposición del mapa de Tipos de Suelo (CONABIO, 2017) con los registros de <i>L. apiculatum</i>	17
Figura 5. Sobreposición del mapa de Degradación de Suelo (CONABIO, 2017) con los registros de <i>L. apiculatum</i>	18
Figura 6. Sobreposición del mapa de Zonas de Restauración Forestal (CONAFOR, 2017) con los registros de <i>L. apiculatum</i>	19
Figura 7. Estados y municipios considerados en este estudio.	39
Figura 8. Etapas de recolección, limpieza-lavado-drenado y almacenamiento durante el aprovechamiento de escamoles en el centro-norte de México.	43
Figura 9. Posición de las 22 variables y origen de los 38 recolectores en el plano ortogonal definido por los dos primeros componentes principales: CP1 y CP2.	52
Figura 10. Dendograma de 38 recolectores con base en 22 variables relacionadas con el aprovechamiento de los escamoles.	53
Figura 11. Hormigas muertas sobre la superficie del suelo causada por temperaturas altas cuando la recolección se realiza entre las 12:00 pm y 5:00 pm.	54
Figura 12. Camino de forrajeo de <i>L. apiculatum</i>	55
Figura 13. Excavación del nido con zapapico (a) y barreta (b) para extraer los escamoles.	56
Figura 14. Escobetilla y pala utilizadas para recoger los escamoles de la base del nido.	56
Figura 15. Cribado de escamoles en harneros de aluminio (a y b) y madera (c y d).	57
Figura 16. Material vegetal que se coloca en el hueco que ocupaba la trabécula de <i>L. apiculatum</i>	58
Figura 17. Material espinoso colocado en la superficie del nido para su protección de depredadores y pisoteo por el ganado.	58
Figura 18. Cubetas y hieleras utilizadas por los recolectores para el transporte de	

escamoles..... 59

Figura 19. Etapa de limpieza-lavado-drenado de escamoles y materiales usados: cedazos (a); tina grande con agua (b); separación de residuos (c) y de pupa o palomilla (d)..... 60

Figura 20. Etapa de almacenamiento de escamoles a granel en los centros de acopio: refrigerador (a) y congeladores (b y c). 60

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Actividades que realizan los recolectores de tres ejidos correspondientes a las etapas de a) recolección, b) limpieza-lavado-drenado y c) almacenamiento de escamoles en el centro-norte de México.	43
Cuadro 2. Utilidad y características del equipo usado para la recolección, limpieza-lavado drenado y almacenamiento de escamoles en El Terrero, San Felipe, Guanajuato; Pocitos, Charcas, San Luis Potosí y Tolosa, Pinos, Zacatecas.	46
Cuadro 3. Enunciados de cuestionario final.	48
Cuadro 4. Matriz de correlaciones entre variables y Componentes Principales.	50

INTRODUCCIÓN GENERAL

La antropofagia es un hábito que ha acompañado al hombre desde hace miles de años y ha desempeñado un papel importante en el desarrollo de muchas sociedades (Pijoan, 2001; Ramos Elorduy y Viejo, 2007; Viesca y Romero, 2009). Asimismo, el consumo de insectos en la actualidad es una práctica habitual que se realiza en distintas partes del mundo, en países como: Alemania, Rusia, Francia, Indochina, Sudáfrica, Egipto, República Central Africana, Australia, México, Brasil, Ecuador y Perú, entre otros, formando parte esencial de su cultura y costumbres (Pijoan, 2001; Ramos Elorduy y Viejo, 2007).

En el caso de México, los insectos comestibles además de la demanda comercial creciente y los beneficios económicos que brindan a las personas que los recolectan (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006), juegan un papel importante en las tradiciones y festividades de diferentes etnias (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Ramos Elorduy y Viejo, 2007; Viesca y Romero, 2009; Ambrosio-Arzate *et al.*, 2010). En la República mexicana se consumen alrededor de 525 especies de insectos (Ramos-Elorduy y Viejo, 2007), entre las que destacan el gusano rojo (*Comadia redtenbacheri* Hammerschmidt, 1848), gusano blanco (*Aegiale hesperiaris* Walker, 1856), escamoles (*Liometopum apiculatum* Mayr, 1870), chapulines (*Sphenarium* spp. y *Melanoplus* spp.), jumiles (*Edessa cordifera* Walker, 1868) y chichatanas (*Atta mexicana* Smith, 1858) (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Ramos Elorduy y Viejo, 2007; Ambrosio-Arzate *et al.*, 2010; Ramos-Rostro *et al.*, 2012).

Actualmente, estas especies de insectos comestibles son consideradas como manjares, por lo que su búsqueda y demanda en mercados, tianguis y restaurantes ha ido en aumento (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Ramos-Rostro *et al.*, 2012); lo anterior aunado a los precios altos que llegan a alcanzar, el intermediarismo y las prácticas inadecuadas de recolección (deficiente manejo), han provocado la sobreexplotación de las poblaciones de estos insectos (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006).

Tres especies de insectos comestibles: Gusano blanco, gusano rojo y los escamoles, son de gran importancia en las regiones áridas y semiáridas de México (Tarango-

Arámbula, 2005; Esparza-Frausto *et al.*, 2008), además de considerarse entre las más valiosas y consumidas en el país (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Dinwiddie *et al.*, 2013).

Los escamoles son los estados inmaduros (larvas o pupas) de la especie *L. apiculatum* y han sido aprovechados desde tiempos prehispánicos; en la actualidad, la recolección de escamoles brinda fuentes de trabajo e ingresos para las familias del sector rural (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Tarango-Arámbula, 2012; Lara-Juarez *et al.*, 2015; Barrios-Díaz *et al.*, 2016) en estados como Hidalgo, Michoacán Tlaxcala, Puebla, México (Cuadriello, 1980, Ramos-Elorduy *et al.*, 1986) y recientemente en los estados de Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas (Esparza-Frausto *et al.*, 2008; Dinwiddie *et al.*, 2013; Cruz-Labana *et al.*, 2014; Hernández-Roldan *et al.*, 2017; Rafael-Valdez *et al.*, 2017), se ha convertido en una tradición. Los recolectores con el paso de los años han llegado a efectuar ciertos cuidados para mantener las colonias de la hormiga lo que ha permitido aprovechar los nidos año con año (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006).

Sin embargo, el aprovechamiento de escamoles, presenta una problemática compleja (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Tarango-Arámbula, 2012) por ejemplo, el desconocimiento de la biología y ecología de la especie, la destrucción de los nidos, sobreexplotación de las pupas y larvas, y el intermediarismo (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Tarango-Arámbula, 2012) que ponen en riesgo su supervivencia. La causa de éstos conflictos es la situación de pobreza que impera en el área rural, circunstancia que ha causado que personas sin conocimientos o capacitación previa, busquen, manipulen y destruyan los nidos de la hormiga (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Tarango-Arámbula, 2012; Dinwiddie *et al.*, 2013; Lara-Juarez *et al.*, 2015). Incluso se han documentado casos de explotación inmoderada en el estado de Hidalgo, donde, debido a la problemática mencionada, se ha puesto en riesgo a las colonias de la hormiga escamolera (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006).

Actualmente no existen estudios que indiquen el estado de conservación de las poblaciones de *L. apiculatum* en el país. Por otra parte, las actividades en las etapas

relacionadas con la recolección, limpieza y almacenamiento de los insectos comestibles, en particular de los escamoles, son escasas y no son detalladas. Estos aspectos han provocado el desconocimiento de la situación actual de la especie en el país y sobre las prácticas de manejo y conservación de sus nidos, además de las de limpieza y almacenamiento de las larvas (escamoles), no se sabe con precisión si estas son adecuadas o pueden mejorarse (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Tarango-Arámbula *et al.*, 2012). Por ello, los objetivos del presente estudio fueron: 1) Determinar el estado de conservación de *L. apiculatum* mediante el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de Especies Silvestres en México (MER) propuesto en el Anexo I de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 2) describir las etapas de a) recolección, b) limpieza-lavado-drenado y c) almacenamiento de los escamoles. Esta información es complementaria a la generada en otros estudios y conforma la base para el manejo y conservación de *L. apiculatum*.

LITERATURA CITADA

- Ambrosio-Arzarte, G.A., Nieto-Hernández, C.R., Aguilar-Mendel, S., Espinoza-Ortega, A. 2010. Los insectos comestibles para del desarrollo local en el centro de México. Memories of European Association of Agricultural Economists 116 th Seminar, Parma, Italy.
- Barrios-Díaz, B., González-Vázquez, J. A., Márquez-Pérez, G., Ojeda-Martínez, A., Vázquez-Huerta, G. y Barrios-Díaz, J. M. 2016. Situación actual de la recolección de la hormiga escamolera *Liometopum apiculatum* (Formicidae: Dolichoderinae) en Tetela de Ocampo, Puebla. Entomología mexicana. 3: 142–145.
- Cruz-Labana, J.D., Tarango-Arámbula, L. A., Alcántara-Carbajal, J. L., Pimentel-López, J., Ugalde-Lezama, S., Ramírez-Valverde, G., Méndez-Gallegos, S.J. 2014. Uso de hábitat por la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr) en el centro de México. Agrociencia, 48: 569-582.
- Cuadriello, A. J. I. 1980. Consideraciones biológicas y económicas acerca de los escamoles (Hymenoptera: Formicidae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF. 106 p.
- Dinwiddie, M.L., Jones, R.W., Roitman-Genoud, P., Tarango-Arámbula, L.A., Maldabarrera, G.X. 2013. Estudio etnoentomológico de la Hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum*) en dos localidades del estado de Querétaro. Agroproductividad, 6:27-34.
- Esparza-Frausto, G., Macías-Rodríguez, F.J., Martínez-Salvador, M., Jiménez-Guevara, M. A., Méndez-Gallegos, S. J. 2008. Insectos comestibles asociados a las magueyeras en el Ejido Tolosa, Pinos, Zacatecas, México. Agrociencia 42: 243-252.
- Hernández-Roldan, E., Tarango-Arámbula, L. A., Ugalde-Lezama, S., Hernández-Juárez, A., Cortez-Romero, C., Cruz-Miranda, Y. y Morales-Flores, F. J. (2017). Hábitat y densidad de nidos de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr) en una UMA de Zacatecas, México. Agroproductividad, 10(5), 10-17.
- Lara-Juárez P., Aguirre, R. J. R., Castro, L. P., Reyes, A. J. A. 2015. Biología y aprovechamiento de la hormiga de escamoles, *Liometopum apiculatum* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) Acta Zoológica Mexicana, 31(2): 251-264.

- Pijoan, M. 2001. El consumo de insectos, entre la necesidad y el placer gastronómico. *Offarm: Farmacia y Sociedad*. 20:150-161.
- Rafael-Valdez, J., Tarango-Arámbula, L. A., Ugalde-Lezama, S., Lozano-Cavazos E. A., Ruíz-Vera, V. M. y Bravo-Vinaja, Á. (2017). Sustratos forrajeros y de anidación de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr, Himenoptera: Formicidae) en Villa González Ortega, Zacatecas, México. *Agrociencia*, 51, 755-769.
- Ramos-Elorduy, J., Darchen, B., Flores-Robles, A., Sandoval-Castro, E., y Cuevas-Correa, S. 1986. Estructura del nido *Liometopum occidentale* var. *luctuosum* manejo y cuidados de estos en los núcleos rurales de México de las especies productoras de escamoles (*L. apiculatum* M. y *L. occidentale* var. *luctuosum* W.) (Himenoptera, Formicidae). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*. 2: 333-342.
- Ramos-Elorduy, J. y Viejo J. L. 2007. Los insectos como alimento humano: Breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México. *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Biología*. 102: 61-84.
- Ramos-Elorduy, J., Pino, J. M., Conconi, M. 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-Rostro, R. B.; Quintero, S. B., Ramos-Elorduy, J., Pino, M. J. M., Ángeles, C. S. C., García, P. A. y Barrera, G. D. 2012. Análisis químico y nutricional de tres insectos comestibles de interés comercial en la zona arqueológica del municipio de San Juan Teotihuacán y en Otumba, en el estado de México. *Interciencia* 37 (12): 914-920.
- Tarango-Arámbula, L. A. 2005. Problemática y alternativas de desarrollo de las zonas áridas y semiáridas de México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 4(2): 17-22.
- Tarango-Arámbula, L. A. 2012. Los escamoles y su producción en el Altiplano Potosino-Zacatecano. *Revista Salud Pública y Nutrición*. 4: 139-144.
- Viesca, G. F. C. y Romero, C. A. T. 2009. La entomofagia en México. Algunos aspectos culturales. *El Periplo Sustentable*, 16: 57-83.

CAPÍTULO I: EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXTINCIÓN DE LA “HORMIGA ESCAMOLERA” (*Liometopum apiculatum* Mayr) EN MÉXICO

1.1. RESUMEN

La hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr) es considerada como un insecto comestible; sus larvas conocidas como “escamoles” han sido aprovechadas desde tiempos prehispánicos y actualmente debido a su sabor, precio y prestigio en el mercado nacional han causado su sobreexplotación. En algunos lugares del país, principalmente la zona centro, sus poblaciones han desaparecido y hasta el momento se desconoce el estado de conservación en el que se encuentra la especie en México. El objetivo del presente estudio fue determinar el nivel de riesgo para la especie *L. apiculatum* mediante el Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER) del Anexo I de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El MER considera cuatro criterios cada uno con sus propias escalas y puntajes. El criterio A (amplitud de la distribución geográfica) se estimó mediante el criterio de propinuidad media. El criterio B (estado del hábitat respecto al desarrollo natural del taxón) fue evaluado mediante la superposición de las localidades con presencia de la especie y los mapas de vegetación potencial, clima, tipo de suelo, cambio de uso de suelo y vegetación, degradación de suelo y zonas de restauración forestal. En el criterio C (vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón) se tomó en cuenta la densidad poblacional, éxito reproductivo, alimentación, amplitud forrajera, efectos de la temperatura sobre la actividad de forrajeo y las simbiosis de importancia que establece *L. apiculatum*. Para el análisis del criterio D (impacto de la actividad humana sobre el taxón) se consideraron algunas amenazas indirectas como: prácticas de recolección inadecuadas; y algunas amenazas directas como: pérdida de hábitat y la sobreexplotación. En el criterio A se estimó que el área de distribución es de 241,058.89 km², valor menor al 12 % del área del país, por lo que se asignaron 3 puntos (distribución restringida). En el criterio B se encontró que *L. apiculatum* no presenta una preferencia de hábitat y que las zonas donde se distribuye son sitios con clasificaciones de perturbación medias a bajas, por lo que se asignó 1 punto (propicio o poco limitante). En el caso del criterio C por las características que presenta la especie: termófila, monogínica, poliándrica y por sus hábitos alimenticios, presenta una vulnerabilidad

biológica baja, lo que corresponde a 1 punto. Finalmente, las amenazas evaluadas en el criterio D fueron consideradas como de impacto medio, es decir 3 puntos. La calificación resultante fue de 8 puntos. De acuerdo a la NOM-059, se propone que la especie *L. apiculatum* se considere en la categoría de protección especial (Pr).

Palabras clave: insecto comestible, explotación, conservación, vulnerabilidad biológica, MER.

1.2. ABSTRACT

The “escamolera” ant (*Liometopum apiculatum* Mayr) is considered an edible insect; Their larvae known as "escamoles" have been exploited since prehispanic times and now due to their taste, price and prestige in the national market have caused their overexploitation. In some parts of the country, mainly the central zone, their populations have disappeared and until now, the conservation status in which the species is found in Mexico is unknown. The objective of the present study was to determine the level of risk for the species *L. apiculatum* through the Method of Evaluation of Risk of Extinction of Wild Species in Mexico (MER) of Annex I of NOM-059-SEMARNAT-2010. The MER considers four criteria each of them with its own scales and scores. Criterion A (breadth of geographical distribution) was estimated using the medium propinquity criterion. Criterion B (status of the habitat regarding the natural development of the taxon) was evaluated by overlapping the localities with presence of the species and the maps of potential vegetation, climate, soil type, change in land use and vegetation, degradation of soil and forest restoration areas. Criterion C (intrinsic biological vulnerability of the taxon) took into account the population density, reproductive success, feeding, forage amplitude, temperature effects on the foraging activity and the important symbioses established by *L. apiculatum*. For the analysis of criterion D (impact of human activity on the taxon), some indirect threats were considered as: inadequate collection practices; and some direct threats such as habitat loss and overexploitation. In criterion A it was estimated that the distribution area is 241,058.89 km², a value less than 12% of the area of the country, for which 3 points were assigned (restricted distribution). In criterion B it was found that *L. apiculatum* does not present a habitat preference and that the areas where it is distributed are sites with medium to low disturbance classifications, for which 1 point was assigned (favorable or limited). In the case of criterion C, due to the characteristics of the species: thermophilic, monogynous, polyandric and for its eating habits, it has a low biological vulnerability, which corresponds to 1 point. Finally, the threats evaluated in criterion D were considered as medium impact, that is, 3 points; the resulting score was 8 points. According to NOM-059, it is proposed that the species *L. apiculatum* be considered in the category of special protection (Pr).

Key words: edible insect, exploitation, conservation, biological vulnerability, MER.

1.3. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el medio ambiente se encuentra amenazado por las actividades antropogénicas, la acumulación de desperdicios tóxicos, el deterioro de la capa de ozono y la contaminación (Mittermeier y Goettsch, 1992); sin embargo, la pérdida continua de biodiversidad, la fragmentación de los ecosistemas y la extinción de las especies son los problemas ambientales mayores (Carabias, 2009; Ceballos *et al.*, 2010; Martínez-Meyer *et al.*, 2014).

El número real de especies que han desaparecido en el mundo se desconoce (Toledo, 1994). Sin embargo, algunas evidencias sugieren que en México se han extinto 135 especies (Martínez-Meyer *et al.*, 2014). De las especies extintas, 43 son de peces, 29 de anfibios, 26 de plantas, 19 de aves, 15 de mamíferos y 3 de crustáceos; algunas de ellas fueron de distribución restringida o endémicas (Martínez-Meyer *et al.*, 2014).

La pérdida de especies ha motivado que el hombre realice esfuerzos para medir el grado de conservación en el que se encuentran y así diseñar soluciones y estrategias que mejoren su estado (Tambutti *et al.*, 2001; Sánchez *et al.*, 2007). Una herramienta para definir los elementos que afectan a un taxón y su vulnerabilidad de extinción es el “Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de Especies Silvestres en México” (MER) (Tambutti, 2001; Sánchez, 2007; Sánchez-Salas *et al.*, 2013), incluido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). El MER considera los criterios de amplitud de la distribución del taxón en México, el estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón, la vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón y el impacto de la actividad humana sobre el taxón. El primer criterio considera una escala de 1 a 4 puntos y los otros tres una escala de 1 a 3. La suma de los puntajes de los cuatro criterios determina la categoría de riesgo en la que se encuentra la especie en cuestión; por ejemplo, extinta en su medio silvestre (E) sin puntaje; sujeta a protección especial (Pr), menor a 10 puntos; amenazada (A), entre 10 y 11 puntos; y en peligro de extinción (P), entre 12 y 14 puntos (SEMARNAT, 2010).

En las diferentes categorías de riesgo de la NOM-059, se incluyen 2606 especies que conforman la lista del anexo III de dicha norma. La lista incluye 49 especies de invertebrados; tres especies son insectos: tábano de las dunas (*Brennania belkini*);

mariposa monarca (*Danaus plexippus*) y mariposa la llamadora (*Papilio esperanza*) (SEMARNAT, 2010) y representan sólo el 0.14 % de las especies incluidas en la NOM-059. En contraste, los vertebrados y plantas (88%) han recibido más atención de protección y conservación. El anexo también incluye a 984 especies de plantas (37.8 %) y 1 330 especies de vertebrados (51.03 %) (SEMARNAT, 2010).

Muchas especies de insectos tienen valores culturales, económicos y sociales importantes (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Ramos-Elorduy y Viejo, 2007); por ejemplo, las larvas (denominadas “escamoles”) de la hormiga (*Liometopum apiculatum*) se aprovechan como alimento desde tiempos prehispánicos y, en la actualidad, su recolecta representa ingresos para las familias rurales de las zonas áridas y semiáridas de México (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Tarango-Arámbula, 2012; Lara-Juárez *et al.*, 2015; Barrios-Díaz *et al.*, 2016). La demanda, prestigio y precio de los escamoles se han incrementado, situación que ha originado su sobreexplotación en muchas regiones de México (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Tarango-Arámbula, 2012) y, hasta hoy, el impacto sobre sus poblaciones se desconoce. Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar el nivel de riesgo de *L. apiculatum* mediante el Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER).

1.4. MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación del nivel de riesgo de extinción de *L. apiculatum* se realizó durante el periodo de agosto a diciembre de 2017. La información con la que se apoya dicha evaluación se obtuvo a partir del análisis de artículos científicos, tesis y bases de datos. Los cuatro criterios, su descripción y puntajes específicos considerados en esta evaluación fueron:

1.4.1. Amplitud de la distribución del taxón en México (Criterio A)

Es el tamaño relativo del área de distribución natural de una especie en el territorio nacional. Este criterio considera cuatro categorías: 1) muy restringida, si se distribuye en menos del 5 % del territorio nacional (4 puntos); 2) restringida, si se distribuye entre el 5 y 15% del territorio nacional (3 puntos); 3) medianamente restringida o amplia, si se distribuye entre 15 y 40% del territorio nacional (2 puntos); y 4) ampliamente distribuida,

si se distribuye en una extensión igual o mayor a 40 % del territorio nacional (1 punto).

La información de distribución geográfica de *L. apiculatum* se obtuvo de tesis, artículos científicos y bases de datos disponibles en 'Global Biodiversity Information Facility' (GBIF: <https://www.gbif.org/>), Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO: <http://unibio.unam.mx/>), Antsmaps (<http://antmaps.org/>) y Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB: <http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remibnodosdb.html>) y los registros proporcionados por José Domingo Cruz Labana estudiante de Doctorado del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. De localidades únicas se obtuvieron 190 registros. El área de distribución se calculó al considerar el criterio de propinuidad media de Rapoport (1975). Este método se basa en el concepto de distancia con el vecino más próximo y consiste en conectar las localidades para formar un árbol sin circuitos o de tendido mínimo; las distancias entre localidades se miden y después se calcula la media aritmética que sirve como radio para trazar círculos en cada uno de los sitios de colecta. El cálculo de las distancias entre localidades y el trazado del árbol de tendido mínimo se realizó mediante el programa PASSAGE versión 2.0. Posteriormente, se estimó la distancia media. Con el programa QGIS versión 2.18.13, se trazaron los círculos y se calculó el tamaño del área de distribución de *L. apiculatum*.

1.4.2. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón (Criterio B)

Este estado es la condición actual del hábitat con relación a los requerimientos bióticos y abióticos para que el taxón se desarrolle. Este criterio incluye tres categorías: 1) hostil o muy limitante (3 puntos), 2) intermedio o limitante (2 puntos) y 3) propicio o poco limitante (1 punto).

Este criterio incluyó un análisis de los factores físicos y bióticos principales que influyen sobre el desarrollo de *L. Apiculatum*; este se empleó para seleccionar mapas que incluyeran estas características. Los mapas utilizados fueron: Vegetación potencial (Rzedowski, 1990), clima (Köppen 1936, modificado por García de Miranda, 1981), tipo de suelo, cambio de uso de suelo y vegetación, degradación de suelo (CONABIO, 2017) y zonas de restauración forestal (CONAFOR, 2017). Los mapas temáticos se superpusieron a los de las localidades recabadas en el criterio A y, de manera general,

las condiciones del hábitat en el área de distribución determinada para la especie fueron evaluadas.

1.4.3. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón (Criterio C)

Este criterio se refiere al conjunto de factores relacionados con la historia o forma de vida de una especie que la hace vulnerable (estrategia reproductiva, parámetros demográficos, fenología, intervalos de tolerancia, aspectos alimentarios, variabilidad genética, tasa de reclutamiento y nodricismo, entre otros). Este criterio considera tres niveles: 1) vulnerabilidad alta (3 puntos), 2) vulnerabilidad media (2 puntos) y 3) vulnerabilidad baja (1 punto).

Para evaluar este criterio se tomó en cuenta la densidad poblacional de *L. apiculatum*, su forma y éxito reproductivo, alimentación, sitios de anidación, amplitud forrajera, efectos de la temperatura sobre su actividad, simbiosis y depredadores.

1.4.4. Impacto de la actividad humana sobre el taxón (Criterio D)

Este criterio se refiere a la magnitud del impacto y la tendencia generada por las distintas actividades sobre el taxón (proximidad a asentamientos humanos, fragmentación del hábitat, uso comercial, tráfico e introducción de especies exóticas). Para evaluar este criterio se consideran tres posibilidades: 1) impacto alto (4 puntos), 2) impacto medio (3 puntos) y 3) impacto bajo (2 puntos).

En este caso se consideraron algunas amenazas indirectas sobre *L. apiculatum* como especie de insecto comestible, tales como las prácticas de recolección y manejo inadecuadas, demanda, ausencia de normas, reglas y políticas de la explotación, así como comercialización, entre otras. Entre las principales amenazas directas se consideró a la pérdida de hábitat y sobreexplotación.

1.5 RESULTADOS

Amplitud de la distribución del taxón en México (Criterio A)

Los 190 registros compilados demostraron que *L. apiculatum* se distribuye en 24 estados del territorio nacional: Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Ciudad de México, Coahuila, Colima, Durango, México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán,

Nuevo León, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas; con una marcada concentración en localidades de la zona centro del país (Figura 1).

La matriz de localidades y las distancias entre cada una de ellas generadas por el programa PASSAGE determinó una distancia mínima promedio de 35.7 km. Dicha distancia se utilizó como radio para generar un buffer (círculo gris) alrededor de cada uno de los sitios con registro de presencia de la hormiga. El área de distribución de *L. apiculatum* estimada por QGIS con el método de propinquidad es de 241,058.89 km², la cual representa el 12.2 % de los 1 960 189 km² del territorio nacional, según el INEGI (2017). Debido a que este valor es menor a 15%, al criterio de evaluación se le asignó un puntaje de 3 (distribución restringida).

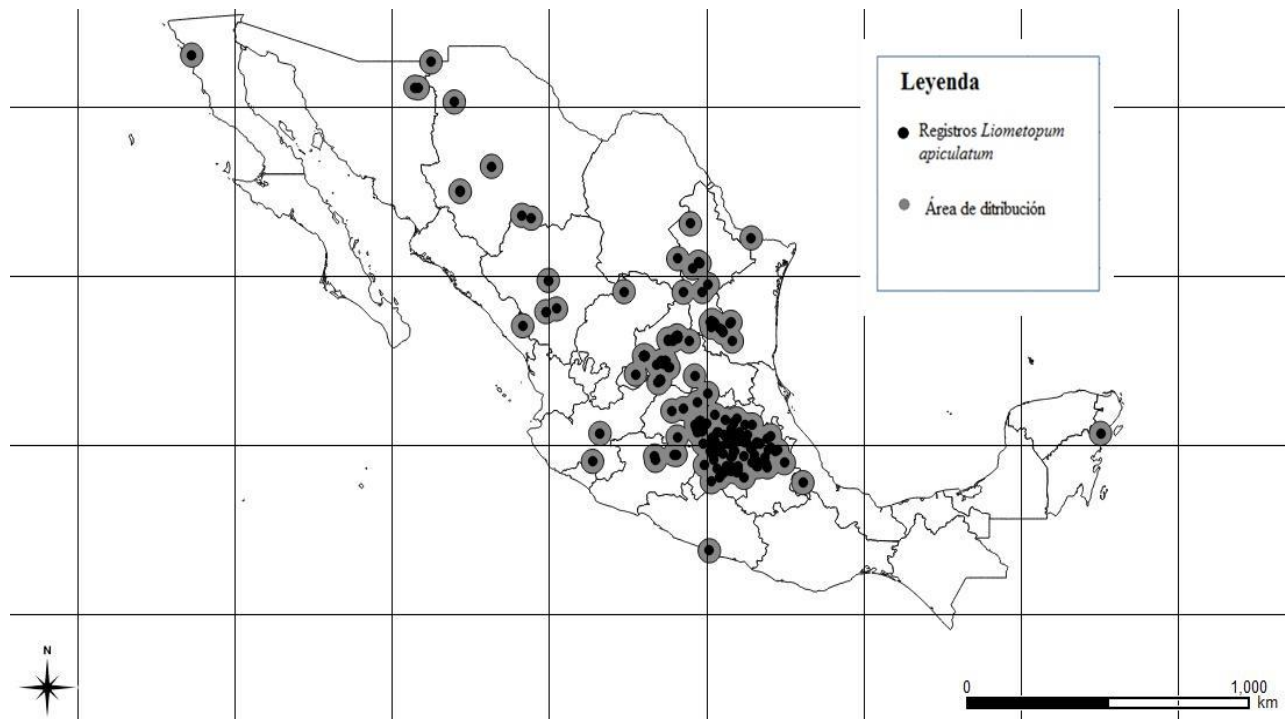


Figura 1. Área de distribución (Propinquidad media) de *Liometopum apiculatum* en México.

Estado del hábitat respecto al desarrollo natural del taxón (Criterio B)

La superposición de los registros de presencia de *L. apiculatum* con el mapa de

vegetación potencial de Rzedowski (1990) indicó que esta especie se distribuye en los tipos de comunidades vegetales siguientes: matorral xerófilo, pastizales, bosque de pino-encino, bosque tropical perennifolio y bosque tropical subcaducifolio (Figura 2). Asimismo, las áreas que habita presentan una elevación que oscila desde los 30 msnm (UNIBIO, 2017) hasta los 2900 msnm (Lara-Juárez *et al.*, 2015).

La superposición con el mapa de clasificación climática de Köppen (1936), modificado por García de Miranda (1981), mostró que *L. apiculatum* se distribuye en climas diversos: BSok(x') (Árido, templado), BS1kw (Semiarido, templado), BSohw (Árido, semicálido), C(w1) (Templado subhúmedo), Cb(w2) (Semifrío, subhúmedo, con verano fresco largo), BS1hw (Semiárido, semicálido), BSo(h')(x') (Árido, cálido), BWhw (Muy árido, semicálido), (A)C(w1) (Semicálido, subhúmedo del grupo C), A(C)w2(w) (Semicálido, subhúmedo), Aw1(x') (Cálido, subhúmedo) y C(f) (Templado, húmedo) (Figura 3).

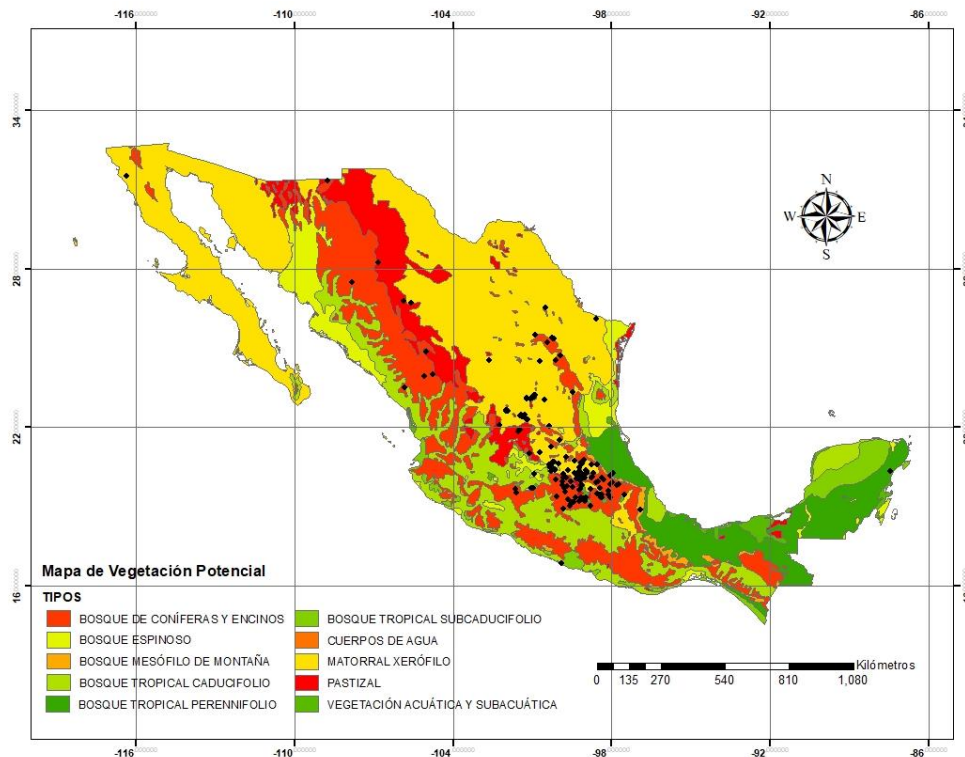


Figura 2. Sobreposición del mapa de Vegetación Potencial (Rzedowski, 1990) con los registros de *L. apiculatum*.

Los tipos de suelo que *L. apiculatum* ocupa también son diversos. Lara-Juárez *et al.* (2016) reportan que la hormiga escamolera hace uso de cinco tipos de suelo: leptosol,

feozem, regosol, yermosol y xerosol. Por otro lado, el mapa de tipos de suelo (CONABIO, 2017) indicó que esta especie se encuentra en 25 tipos diferentes: litosol, regosol éútrico, xerosol lúvico, xerosol cálcico, rendzina, castañozem háplico, xerosol háplico, solonchak órtico, vertisol pélico, cambisol éútrico, xerosol gypico, regosol calcárico, feozem háplico, feozem lúvico, fluvisol éútrico, luvisol crómico, acrisol húmico, luvisol órtico, andosol húmico, planosol mólico, regosol dístrico, cambisol éútrico, hitosol éútrico, feozem calcario, luvisol vértico (Figura 4).

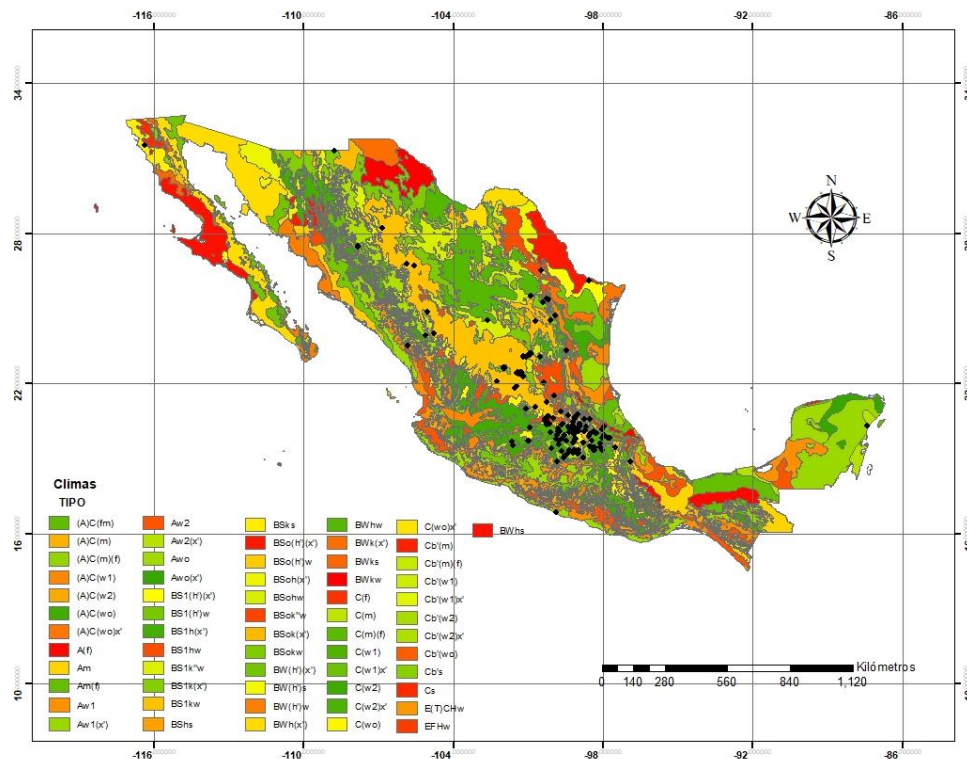


Figura 3. Sobreposición del mapa de Tipos de Clima (Köppen, 1936, modificado por García de Miranda, 1981) con los registros de *L. apiculatum*.

El mapa de Cambio de Uso de Suelo y Vegetación Serie V (CONABIO, 2017) reveló que en la región centro-norte en Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas y Zacatecas; y en el sur en Colima, Guerrero, Jalisco, Veracruz y Quintana Roo, la agricultura de temporal, de riego y pastizales cultivados han provocado niveles de transformación (cambios de uso de suelo) de bajos a medios. En contraste, en la región centro-sur, en los estados de Hidalgo, Estado de México, Puebla y Tlaxcala, 30 de las 190 localidades se encontraron

cerca y dentro de sitios con un nivel de transformación alta, generada por asentamientos humanos y desarrollo de zonas urbanas.

El mapa de Degradación de Suelo (CONABIO, 2017), mostró también que la mayoría de las áreas donde se distribuye la hormiga se localizan en suelos que presentan una degradación moderada y ligera causada por actividades agrícolas o por el pastoreo; mientras, que algunas localidades de Hidalgo, Estado de México y Nuevo León, se encontraron en zonas con degradación extrema (pérdida de la función productiva) (CONABIO, 2017) (Figura 5).

Finalmente, el mapa de Zonificación Forestal de Restauración (CONAFOR, 2017) registró que tres localidades con presencia de hormiga en Nuevo León, San Luis Potosí e Hidalgo se encuentran en terrenos que enfrentan una degradación forestal baja y media (Figura 6).

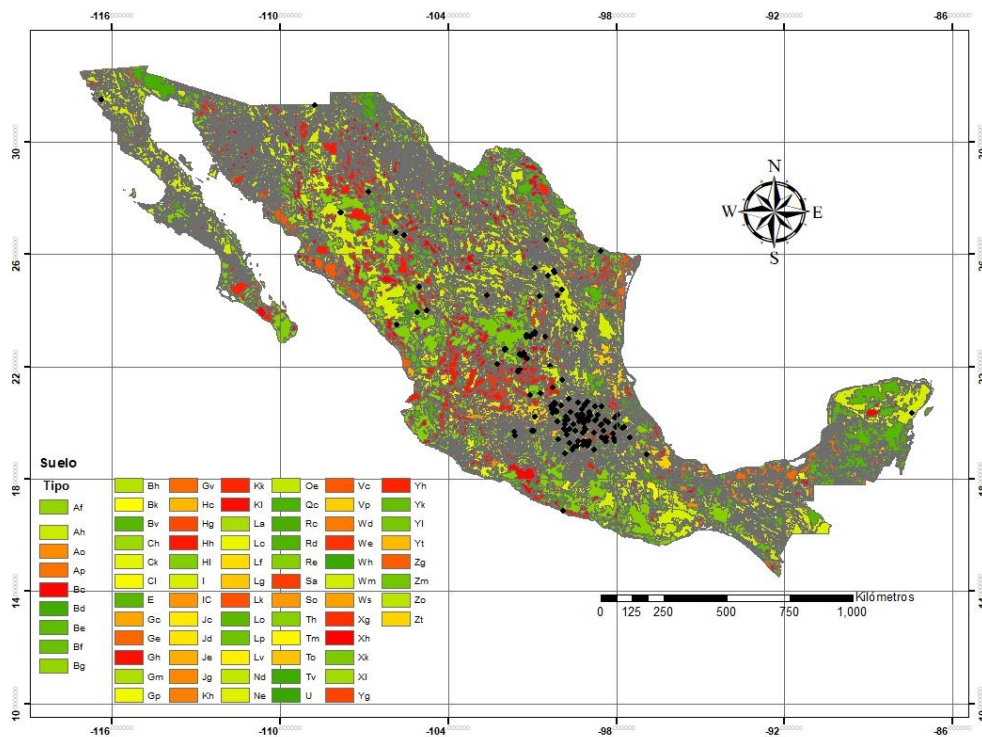


Figura 4. Sobreposición del mapa de Tipos de Suelo (CONABIO, 2017) con los registros de *L. apiculatum*.

En general, *L. apiculatum* no presenta una preferencia de hábitat marcada; sino que ocupa una variedad amplia de ecosistemas, climas y suelos. Por otro lado, las zonas

donde ocurre se localizan en lugares con clasificaciones de perturbación media a baja; en el caso del mapa de Cambio de Uso de Suelo y Vegetación Serie V (CONABIO, 2017), se encontró que 15.78% de las localidades donde *L. apiculatum* se ubican dentro o cerca de zonas con niveles de transformación alta, en el mapa de Degradación de Suelo (CONABIO, 2017), 1.57% de las localidades se encontraron en regiones con degradación extrema del suelo; mientras que en el mapa Zonificación Forestal de Restauración (CONAFOR, 2017) el 1.57% de las localidades se distribuyeron en áreas con una degradación forestal media a baja. Por estas razones, al Criterio B se le asignó un puntaje de 1 (propicio o poco limitante).

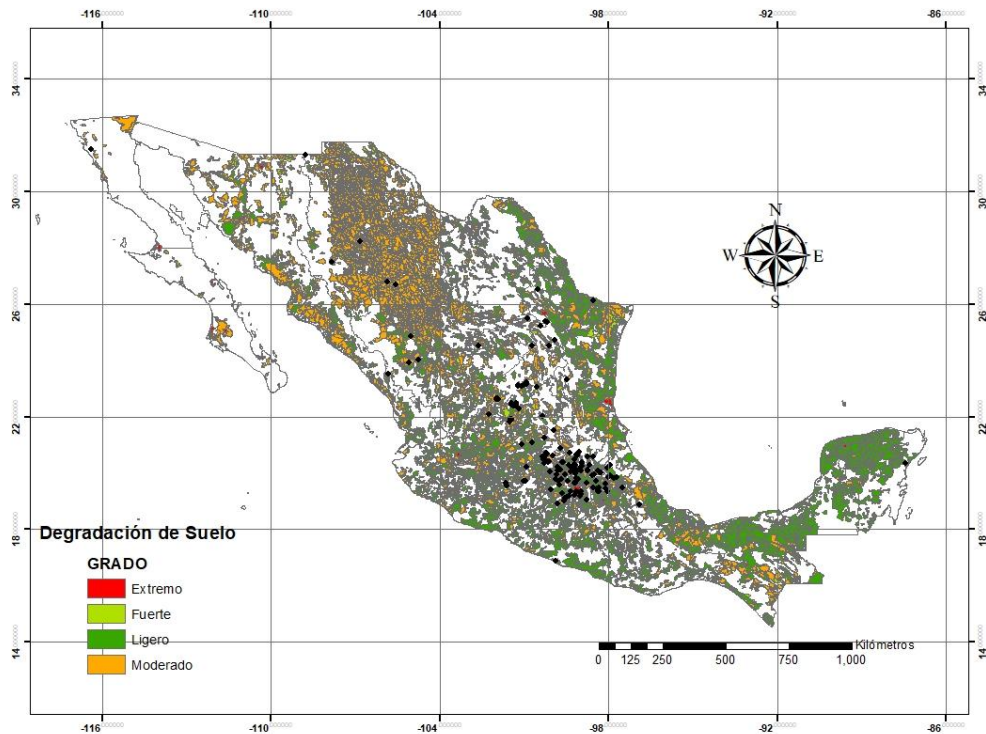


Figura 5. Sobreposición del mapa de Degradación de Suelo (CONABIO, 2017) con los registros de *L. apiculatum*.

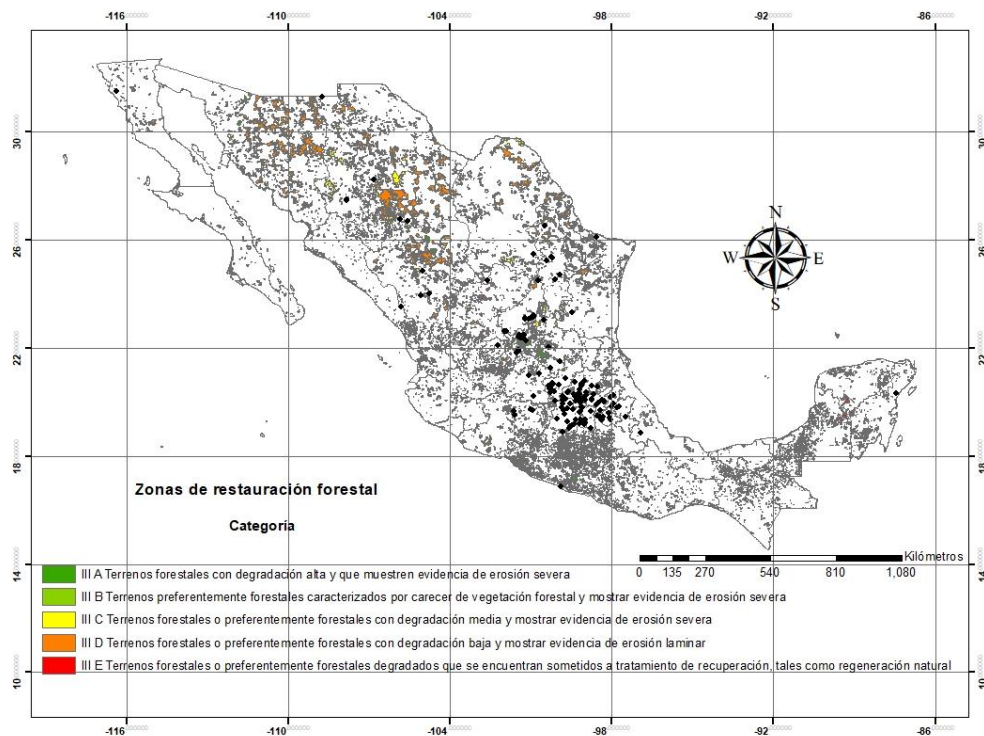


Figura 6. Sobreposición del mapa de Zonas de Restauración Forestal (CONAFOR, 2017) con los registros de *L. apiculatum*.

Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón (Criterio C)

Liometopum apiculatum no depende de sitios específicos para su anidación. Esta especie puede fundar colonias nuevas en diferentes sustratos. Por ejemplo, debajo de rocas, troncos muertos y al pie de distintas plantas, tales como *Quercus* spp., *Pinus ponderosa*, *Pinus cembroides* (Wheeler, 1905; Gregg, 1963; Mackay y Mackay, 2002; Del Toro *et al.*, 2009; Hoey-Chamberlain *et al.*, 2013), *Agave* sp., *Opuntia* sp., *Yucca* sp., *Prosopis* sp. y *Cylindropuntia* sp. (Wheeler, 1905; Gregg, 1963; Miller, 2007; Cruz-Labana *et al.*, 2014; Lara Juárez *et al.*, 2015; Hernández-Roldan *et al.*, 2017; Rafael-Valdez *et al.*, 2017); también, *L. apiculatum* anida en contenedores de vidrio y neumáticos de caucho (del Toro *et al.*, 2009; Hoey-Chamberlain *et al.*, 2013).

El número de nidos de *L. apiculatum* ha⁻¹ oscila entre 3.8 (Hernández-Roldan *et al.*, 2017) y 6.67 (Esparza *et al.*, 2008), 6.06 (Lara Juárez *et al.*, 2015; Lara Juárez *et al.*, 2016) o hasta 11.9 (Cruz-Labana *et al.*, 2014). La densidad y abundancia de nidos de *L. apiculatum* están ligadas con la cobertura de vegetación, la cual puede proporcionar condiciones óptimas para la alimentación de los especímenes, reproducción, refugio del

sol y descanso. En pastizales sobrepastoreados o desfavorables, no está presente la hormiga (Lara Juárez *et al.*, 2015; Lara Juárez *et al.*, 2016) o su densidad es baja 1.19 ha⁻¹ (Cruz-Labana *et al.*, 2014) mientras que, en sitios con una cobertura vegetal favorable o con niveles moderados de perturbación, la densidad de los nidos aumenta considerablemente con registros de entre 11.9 y 14 ha⁻¹ (Cruz-Labana *et al.*, 2014)

Las colonias de *L. apiculatum* pueden ser monodomas (formada por un nido) (Cruz-Labana *et al.*, 2014; Lara Juárez *et al.*, 2015) o polidomas (varios nidos) (del Toro *et al.*, 2009, Hoey-Chamberlain *et al.* 2013). La fundación del nido es de tipo monoginea, es decir, se lleva a cabo a través de una sola reina (Lara Juárez *et al.*, 2015). Esta condición presenta diferencias considerables en comparación con la forma de fundación poliginea, ya que los primeros, presentan densidades bajas, su búsqueda de comida es más eficiente, las obreras son más agresivas contra individuos de otras especies, las reinas son de vida larga y en época de reproducción ovipositan una cantidad grande de individuos alados (casta reproductora), de los cuales pocos machos son estériles (Mackay *et al.*, 1990; Fernández *et al.*, 2003). Las princesas de *L. apiculatum* son fecundadas por varios machos durante el vuelo nupcial, proceso conocido como fecundación poliándrica (Lara Juárez *et al.*, 2015), lo que le permite una mayor heterogeneidad genética (Fernández *et al.*, 2003).

La actividad forrajera de la hormiga escamolera ocurre en un rango amplio de temperaturas, desde los 8 °C hasta los 38 °C (Shapley, 1920); sin embargo, puede estar activa en temperaturas cercanas a los 0 °C (Lara Juárez *et al.*, 2015). Incluso, la hormiga escamolera forrajea cerca de bancos de nieve (Shapley, 1920); sin embargo, las temperaturas altas influyen sobre la actividad de la hormiga, ya que al mediodía (hora de mayor temperatura y radiación UV) las obreras suspenden el forrajeo y buscan refugio debajo de rocas o entre la vegetación (Ramos-Elorduy *et al.*, 1992).

El rango del área de forrajeo de *L. apiculatum* varía entre 468 y 708 m². Aunque generalmente solo 30 % de este espacio es usado porque las hormigas reducen el gasto de energía y evitan la exposición a depredadores (Ramos-Elorduy *et al.*, 1992; Hoey-Chamberlain *et al.*, 2013). La distancia mayor de los caminos de forrajeo registrada es de 100 m (Cuadriello, 1980). Lo anterior es relevante, ya que la distancia y esfuerzo de forrajeo dependen del número de caminos. Cuando estos se incrementan, la distancia

de forrajeo disminuye. Así, por ejemplo, el promedio de la distancia fue de 50.7 m en colonias con dos caminos de forrajeo, mientras que la distancia promedio fue de 31.5 m en colonias con seis caminos (Rafael-Valdez *et al.*, 2017).

La hormiga escamolera es omnívora ya que consume granos, insectos muertos (Shapley, 1920), crustáceos, moluscos, anélidos, carroña y néctar extrafloral (Shapley, 1920; Cuadriello 1980; Ramos-Elorduy *et al.*, 1988; Velasco *et al.*, 2007). Las obreras son atraídas por el agua azucarada, salchichas, galletas y sopa de verduras (Hoey-Chamberlain *et al.*, 2013). La hormiga escamolera consume también los desechos de otras hormigas (e.g. *Pogonomyrmex babatus*, *Camponatus sayi* y *Solenopsis xyloni*) (Van Pelt, 1971). Sin embargo, la fuente principal de energía son los exudados de ligamaza de los hemípteros (Velasco *et al.*, 2007; Lara Juárez *et al.*, 2015); estos pueden obtenerse a partir de escamas cóccidas (*Saissetia oleae* y *Saissetia* spp.), áfidos (*Anoecia cornicola*, *Aphis helianthi*, *Aphis lugentis*, *Aphis solitaria* y *Cinara* sp.), escamas pseudocóccidas (*Dysmicoccus brevipes* y *Dysmicoccus* sp.) o escamas cóccidas (*Crassicoccus* sp. y *Eriococcus* sp.) (Velasco *et al.*, 2007; Lara Juárez *et al.*, 2015; Hoey-Chamberlain *et al.*, 2013). En las zonas áridas, los sitios de anidación de la hormiga escamolera presentan una correlación importante con la presencia de árboles y arbustos infestados de hemípteros (Cruz-Labana *et al.*, 2014; Rafael-Valdez *et al.*, 2017).

La hormiga tiene diversos depredadores. Entre ellos el único vertebrado es la víbora *Toluca lineata* (Cuadriello, 1980); todos los demás son artrópodos, por ejemplo, el ácaro rojo (*Trombidium holosericeum*) (Cuadriello, 1980; Lara Juárez *et al.*, 2015), los escarabajos estafilínidos (*Dinardilla liometopi*, *Dinardilla mexicana* y *Sceptobius dispar*) y el grillo *Myrmecophila* sp. (del Toro *et al.* 2009; Lara Juárez *et al.*, 2015). Informes que indiquen que alguno de estos depredadores tenga algún impacto significativo sobre las colonias de *L. apiculatum* son inexistentes

Asimismo, durante el proceso de extracción y recolección de los escamoles se provoca el deterioro del nido y la muerte de muchas obreras; sin embargo, la reina (principal factor para la permanencia de la colonia) se mantiene intacta en la mayoría de los casos. Esto ocurre porque el nido es grande e intrincado, lo cual permite que la reina permanezca segura o escape hacia otra cámara durante la recolecta (Cuadriello, 1980.) La trabécula (lugar de donde se extraen los escamoles) es la parte del nido más expuesta, la cámara

real está aislada y es de difícil localización y acceso y, por lo tanto, durante el proceso de recolecta solo se afecta a una porción del nido, las otras cámaras permanecen intactas, lo cual facilita la recuperación de la colonia (Ramos-Elorduy *et al.*, 1986).

En términos generales, *L. apiculatum* no presenta preferencia o sitios específicos para anidar. El tipo de fundación de nidos monogínica y reproducción poliándrica le proporciona una producción alta de la casta reproductora y una mayor variabilidad genética. Sus actividades de forrajeo las realiza en un rango amplio de temperatura. Su tipo de alimentación omnívora le permite disponer de gran variedad de componentes alimenticios. Su energía (ligamaza) la obtiene principalmente de distintas especies de hemípteros. Los depredadores no tienen un impacto negativo sobre sus poblaciones. La estructura del nido dificulta la localización y extracción de la reina, lo cual permite mayores posibilidades de supervivencia de la colonia. Por ello, el puntaje final que se propone para el criterio C es de 1 (vulnerabilidad baja).

Impacto de la actividad humana sobre el taxón (Criterio D)

Los problemas diversos referidos al aprovechamiento de los escamoles han sido vinculados, en gran parte, a la pobreza en el sector rural y a precios altos en el mercado que varían desde los USA \$50.00 por 30 g (Defoliart, 1995) hasta USA \$200.00 un kilogramo (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006). Por estos motivos, personas con conocimientos escasos sobre la búsqueda, recolecta y protección de los nidos, extraen el escamol de manera inapropiada (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006, Tarango-Arámula, 2012) y, aunque la colonia permanezca (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006), la producción de escamoles puede disminuir o desaparecer después de algunos años (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Cruz-Labana *et al.*, 2014; Lara Juárez *et al.*, 2015).

Otra amenaza que enfrenta esta especie es la sobreexplotación del maguey (*Agave* sp.), principal sustrato de anidación y fuente de alimento de *L. apiculatum*. El maguey se utiliza para la producción de mezcal, forraje para el ganado o para la recolección de gusanos rojo (*Comadia redtembacheri*) y blanco (*Aegiale hesperiaris*). Esas actividades han ocasionado el deterioro del hábitat de la hormiga escamolera (Esparza *et al.*, 2008). La ausencia de una reglamentación dentro de la legislación mexicana ha impedido el aprovechamiento sustentable de los escamoles y ha ocasionado su sobreexplotación (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006). Por ejemplo, en el estado de Hidalgo en 1983 se

documentó un caso de sobreexplotación de escamoles, ya que los intermediarios de una empresa japonesa ofrecieron el pago de USA \$250.00 por kg, lo cual ocasionó una recolecta excesiva, generando presión sobre las colonias de la hormiga (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006).

La densidad de nidos depende de la vegetación, la condición del agostadero y la cubierta del suelo (Lara-Juárez *et al.*, 2016). Un sitio con condiciones ambientales óptimas ofrecerá mayor probabilidad para el establecimiento de colonias y, por ende, mayor densidad de nidos. Al respecto, Cruz-Labana *et al.* (2016) registraron una relación negativa entre sobrepastoreo, producción de escamoles y la cantidad de colonias, e infieren que al aumentar el componente de suelo desnudo, la probabilidad de encontrar nidos es mínima. La cobertura de suelo protege a las obreras de las temperaturas altas durante el forrajeo, por lo que, la presencia de especies de pastos (Poaceae), herbáceas, arbustivas, plantas leñosas y cactus en el hábitat de la hormiga es importante (Cruz-Labana *et al.*, 2014; Lara-Juárez *et al.*, 2016).

Aunque el aprovechamiento de escamoles constituye una amenaza, tal actividad ocurre en mayor grado en el centro de México (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Lara-Juárez *et al.*, 2015) y, recientemente, en los estados de Querétaro (Dinwiddie *et al.*, 2013), San Luis Potosí (Cruz-Labana *et al.*, 2014; Lara-Juárez *et al.*, 2015; Lara-Juárez *et al.*, 2016) y Zacatecas (Esparza *et al.*, 2008; Hernández-Roldan *et al.*, 2017; Rafael-Valdez *et al.*, 2017). Aun cuando la hormiga escamolera se distribuye en regiones del norte, ésta aún no es suficientemente aprovechada.

Los efectos negativos causados por el sobrepastoreo, la pérdida y fragmentación del hábitat de la hormiga, aunados a la información del Criterio B, se asignó al Criterio D una puntuación de 3, equivalente a impacto medio.

1.6. DISCUSIÓN

La suma de los puntos estimados y asignados a cada criterio del MER fue de 8: a) Amplitud de la distribución del taxón en México (3 puntos); b) Estado del hábitat respecto al desarrollo natural del taxón (1 punto); c) Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón (1 punto) y d) Impacto de la actividad humana sobre el taxón (3 puntos). La NOM-059 precisa que cuando una especie obtiene un puntaje igual o menor a diez, los especialistas en el organismo (especie) deben argumentar, en su caso, la propuesta de incluir a la especie en la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr) (Sánchez *et al.*, 2007). En este estudio se propone que *L. apiculatum* por ser una especie de insecto comestible apreciada, explotada y comercializada en México (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006) se incluya dentro de la categoría Sujeta a Protección Especial. Sin embargo, el estatus de riesgo y los puntajes asignados a cada uno de los criterios del MER pueden ser modificados si los resultados de investigaciones futuras así lo indican. En esta investigación, la evaluación dependió de la calidad y confiabilidad de las distintas fuentes de información empleadas. Se expone lo siguiente para cada criterio:

Amplitud de la distribución del taxón en México. El área de distribución específica de una especie depende de la veracidad de los registros de campo, las observaciones directas o la validez de las clasificaciones taxonómicas (Maciel-Mata *et al.*, 2015). La amplitud del área de distribución puede variar dependiendo del método que se utilice para su estimación; por ejemplo, el modelado de nicho ecológico puede sobrestimar el área de distribución; mientras que los modelos con base en registros de la presencia de la especie tienden a subestimarla (Sánchez *et al.*, 2007). Por ello, es difícil determinar el área de distribución real de una especie; en especial se debe considerar que el MER no especifica un método en particular para determinarla (Maciel-Mata *et al.*, 2015; Sánchez *et al.*, 2007).

Para estimar el área de distribución de *L. apiculatum*, en el presente estudio se empleó el método de Propinquidad media (Rapoport, 1975). Al considerar el concepto del vecino más cercano, un árbol de distancias mínimas fue obtenido. El promedio de distancias resultante sirvió como radio para calcular un área donde existe una probabilidad grande de encontrar a la especie (Roig-Juñet *et al.*, 2002). En este estudio se descartó el uso de los métodos de polígono convexo mínimo, círculo mínimo y mano alzada porque no

toman en cuenta las “discontinuidades”, “huecos”, “penínsulas” o “bahías” y asumen que la especie se distribuye de forma uniforme, sobreestimando el área de distribución y, además, incluyen ambientes que podrían no estar relacionadas con la especie de interés (Rapoport y Monjeau, 2001; Roig-Juñet *et al.*, 2002).

Por otro lado, el método de cuadrículas es un método práctico; sin embargo, el tamaño de las casillas depende del criterio del investigador y se corre el riesgo de que estas sean muy finas o muy gruesas (Rapoport y Monjeau, 2001); por tal motivo este método también fue descartado

Los modelos de distribución conocidos como modelos de nicho ecológico, al ser esquemas predictivos que representan la idoneidad ambiental para una especie (Mateo *et al.*, 2011; Maciel-Mata *et al.*, 2015), presentan dos dificultades: 1) la sobrestimación del área de distribución provocada por la cantidad de ambientes en los que se encuentra *L. apiculatum* (Maciel-Mata *et al.*, 2015) y 2) que al ser una especie generalista, la fiabilidad del modelo se reduzca considerablemente, esto pudiera deberse a la insuficiencia de datos para cada variable, a la posibilidad de que ocurran adaptaciones ecológicas en subpoblaciones y que el modelo generado se considere como representativo de toda la población (Mateo *et al.*, 2011).

En este estudio, el área de distribución de las localidades con reportes de presencia de la hormiga escamolera se calculó con el método de propincuidad. Este método se empleó por su objetividad y porque permite asignar valores específicos a cada una de las localidades.

El valor resultante del área de distribución de *L. apiculatum* (283,768.83 km²) es conservador, considerando los estados y ambientes en los que se localiza. Sin embargo, para conocer con mayor precisión el área de distribución de *L. apiculatum* es necesario aumentar el número de registros y corroborar las identificaciones taxonómicas de las ya existentes (como las de las zonas tropicales).

Parece ser que *L. apiculatum* es la especie de hormiga con mayor distribución en México. Esta especie se distribuye en 24 estados. *Atta mexicana* está distribuida en 22 estados, mientras que *Pseudomyrmex pallidus* en 21, *Pogonomyrmex barbatus* en 20, *Camponotus atriceps atriceps* en 18, *Labidus coecus* en 17 y *Solenopsis geminata* en 16 (Vásquez-Bolaños, 2011).

Estado del hábitat respecto al desarrollo natural del taxón. La sobreposición del mapa con las localidades donde *L. apiculatum* habita con los mapas de Cambio de Uso de Suelo y Vegetación, Degradación de Suelo (CONABIO, 2017) y Zonas de Restauración Forestal (CONAFOR, 2017) indicó que en la mayoría de las zonas donde *L. apiculatum* se ubica principalmente en la región norte y en los estados de Guerrero, Jalisco, Colima, Veracruz, Michoacán y Quintana Roo. Esta especie se presenta en hábitats con niveles de transformación bajos, en suelos con degradación moderada y ligeras (causadas por el pastoreo y la agricultura) y en ecosistemas con bajas tasas de deforestación.

La sobreposición con el mapa de vegetación potencial (Rzedowski, 1990) señaló que los tipos de vegetación donde *L. apiculatum* se distribuye coincidieron con los reportados en la literatura: matorrales xerófilos, bosque de pino-encino y pastizales (Miller 2007; Esparza *et al.*, 2008; del Toro *et al.*, 2009; Tarango, 2012; Cruz-Labana *et al.*, 2014, Hoey-Chamberlain *et al.*, 2013; Lara-Juárez *et al.*, 2015): Las excepciones corresponden a los registros ubicados en Guerrero, Veracruz y Quintana Roo, dado que se refieren bosques tropical perennifolio y tropical subcaducifolio.

La sobreposición con el mapa de suelos (CONABIO, 2017) reveló que la hormiga habita en 25 tipos de suelo, de los cuales cinco (leptosol, feozem, regosol, yermosol y xerosol) ya habían sido registrados anteriormente (Lara-Juárez *et al.*, 2016).

Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón. En la presente evaluación se trató de considerar la mayoría de los factores que se especifican en el criterio C de la NOM-059. Esos factores determinan la permanencia de una especie. Por ejemplo, estrategia reproductiva, intervalos de tolerancia, aspectos alimentarios, ámbito hogareño, dependencia de otras especies para sobrevivir y variabilidad genética. Uno de los elementos más importantes que se evalúan en el criterio C es la rareza demográfica de una especie; en otras palabras, el número de poblaciones es considerado en términos de nivel (i.e. bajo o alto) (Sánchez *et al.*, 2007).

La densidad poblacional de *L. apiculatum* ha sido determinada, principalmente, en las regiones semiáridas de México (Esparza *et al.*, 2008; Cruz-Labana *et al.*, 2014; Lara Juárez *et al.*, 2015; Lara Juárez *et al.*, 2016; Hernández-Roldan, *et al.*, 2017); sin embargo, información sobre sus densidades en zonas de bosque de pino-encino donde la especie habita es un aspecto faltante. Es probable que, si se evalúan las densidades

poblacionales en dichos ecosistemas, el número de nidos ha^{-1} reportado, aumente, tomando en cuenta que conforme el hábitat se vuelve más productivo, el número de colonias de hormigas aumenta (Fernández, 2003). Debido a ello, es pertinente generar conocimiento sobre la densidad poblacional de *L. apiculatum* en los ecosistemas diferentes donde habita.

Impacto de la actividad humana sobre el taxón. Aunque el aprovechamiento constante y la demanda creciente en el mercado ha ocasionado la reducción de las colonias de *L. apiculatum* en algunas zonas (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006), la recolección de escamoles se concentra sólo en el centro del país (Cuadriello, 1980; Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Dinwiddie *et al.*, 2013; Lara Juárez *et al.*, 2015). Por ello, al criterio D se le asignaron 3 puntos (impacto medio). Para otorgar este puntaje, también se tomó en cuenta la información sobre la distribución (criterio A) y estado del hábitat donde la hormiga se distribuye (criterio B), resultando que el impacto de la actividad humana aún es insuficiente para considerarse de grado alto.

Finalmente, la evaluación presentada en este estudio puede servir como un referente nacional y utilizarse en propuestas futuras de conservación de *L. apiculatum*.

1.7. CONCLUSIONES

Este es el primer estudio en México sobre la familia Formicidae, en el que se aplica el Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres (MER) descrito en la NOM-059. La especie, *L. apiculatum* es la hormiga con mayor distribución en el país, ocupando 24 estados. Esta especie no presenta especificidad para habitar algún sitio, puede ocupar una amplia variedad de ambientes, ecosistemas, climas y suelos. *L. apiculatum* es termófila y su reproducción es: monogínica y poliándrica; por ello, su vulnerabilidad biótica es baja. El valor alimenticio y monetario de los escamoles (estados inmaduros) ha causado una sobre explotación en sus colonias, principalmente en el centro-norte del país. La sumatoria de los puntajes de los cuatro criterios fue de 8, valor que de acuerdo a las especificaciones 5.7 y 6 de la NOM-059, sugiere que *L. apiculatum* se incluya dentro de la categoría de protección, muy próxima a la frontera de la categoría de amenazada. El presente estudio es un referente a nivel nacional para conservar una especie importante en términos alimenticios y económicos para los habitantes de muchas comunidades rurales de México.

1.8. LITERATURA CITADA

- Antmaps. 2017. Report AntMaps Data Issue. Recuperado el 04 de octubre, 2017 de <http://antmaps.org/?mode=species&species=Liometopum.apiculatum>
- Barrios-Díaz, B., González-Vázquez, J. A., Márquez-Pérez, G., Ojeda-Martínez, A., Vázquez-Huerta, G. y Barrios-Díaz, J. M. 2016. Situación actual de la recolección de la hormiga escamolera *Liometopum apiculatum* (Formicidae: Dolichoderinae) en Tetela de Ocampo, Puebla. *Entomología Mexicana*. 3: 142–145.
- Carabias, J. 2009. Manejo de recursos naturales y calidad de vida. En S. E. Chediack (Eds.), *Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales: ¿para qué?* México, D. F. CONABIO, pp. 29-37.
- Ceballos, G., García A. and Ehrlich, P. H. 2010. The sixth extinction crisis: loss of animal populations and species. *Journal of Cosmology*. 8: 1821-1831.
- CONABIO. (2017). Portal de Geoinformación, Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad. Recuperado el 08 octubre, 2017 de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONAFOR. (2017). Zonificación Forestal. Recuperado el 08 octubre, 2017 de: <http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/zonificacion>
- Cruz-Labana, J. D., Tarango-Arámbula, L. A., Alcántara-Carbajal, J. L., Pimentel-López, J., Ugalde-Lezama, S., Ramírez-Valverde, G. y Méndez-Gallegos, S. J. 2014. Uso de hábitat por la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr) en el centro de México. *Agrociencia*. 48(6): 569-582.
- Cuadriello, J. I. 1980. Consideraciones biológicas y económicas acerca de los escamoles (Hymenoptera: Formicidae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F, pp. 91.
- Defoliart, G. R. 1995. Edible insects as minilivestock. *Biodiversity and Conservation*. 4: 306-321.
- del Toro, I., Pacheco, J. A. y Mackay, W. P. 2009. Revision of the ant genus *Liometopum* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 53: 296-369.
- Dinwiddie, M. L., Jones, R. W., Roitman-Genoud, P., Tarango-Arámbula, L. A. y Maldabarrera G. X. 2013. Estudio etnoentomológico de la hormiga escamolera

- (*Liometopum apiculatum*) en dos localidades del estado de Querétaro. *Agroproductividad*. 6: 27-34.
- Esparza, F. G., Macías R., F. J., Martínez, S., M., Jiménez, G., M. A. y Méndez, G., S. J. 2008. Insectos comestibles asociados a las magueyeras en el ejido Tolosa, Pinos, Zacatecas, México. *Agrociencia*, 42: 243-252.
- Fernández, F. 2003. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Bogotá, Colombia: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt, pp. 424.
- García de Miranda, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de geografía, UNAM. México, D. F.
- GBIF. 2017. Global Biodiversity Information Facility. Recuperado el 04 de octubre, 2017 de <https://www.gbif.org/search?q=liometopum%20apiculatum>
- Gregg, R. E. 1963. The ants of Colorado, with reference to their ecology, taxonomy, and geographic distribution. Denver, Colorado: University of Colorado, pp. 792.
- Hernández-Roldan, E., Tarango-Arámbula, L. A., Ugalde-Lezama, S., Hernández-Juárez, A., Cortez-Romero, C., Cruz-Miranda, Y. y Morales-Flores, F. J. 2017. Hábitat y densidad de nidos de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr) en una UMA de Zacatecas, México. *Agroproductividad*. 10(5): 10-17.
- Hoey-Chamberlain, R., Rust, M. K. and Klotz, J. H. (2013). A review of the biology, ecology and behavior of velvety tree ants of North America. *Sociobiology*. 60(1): 1-10.
- INEGI. (2017). Extensión de México. Recuperado el 25 septiembre, 2017 de: <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/extension/default.aspx?tema=T>
- Köppen, W. 1936. Das geographische system der klimate. En: Köppen W. and Geiger R. (Eds.), *Handbuch der klimatologie*. Berlin, Germany: Gebrueder Borntraeger, pp. 1-46.
- Lara-Juárez, P., Aguirre-Rivera, J. R., Castillo-Lara, P. y Reyes-Agüero, J. A. 2015. Biología y aprovechamiento de la hormiga de escamoles, *Liometopum apiculatum* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 31(2): 251-264.
- Lara-Juárez, P., Castillo-Lara, P., Tristán-Patiño, F. D. M., Rendón-Huerta, J. A. and

- Aguirre-Rivera, J. R. 2016. Range site and condition effects on “escamoles” ant (*Liometopum apiculatum* Mayr) nest density. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 22(3): 286-302.
- Maciel-Mata, C. A., Manríquez-Morán, N., Octavio-Aguilar, P. y Sánchez-Rojas, G. 2015. El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta Universitaria*. 25(2): 03-19.
- Mackay, W. P., Mackay, E. y Bradleigh-Vinson, S. 1990. La Biología de *Solenopsis invicta* (Hymenoptera; Formicidae). *Folia Entomológica Mexicana*, 78, 209-240.
- Mackay, W. and Mackay, E. (2002). *The ants of New Mexico* (Hymenoptera: Formicidae). Lewinston, NY: EdwinMellen Press, pp. 440.
- Martínez-Meyer, E., Sosa-Escalante, J. E. y Álvarez, F. 2014. El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección? *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 1-9.
- Mateo, R. G., Felicísimo, A. M. y Muñoz, J. 2011. Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista Chilena de Historia Natural*. 84: 217-240.
- 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: 500-512.
- Mittermeier, R. y Goettsch, C. G. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. En Sarukhán J. y Dirzo R. (Eds.), *México ante los Retos de la Biodiversidad*. México, D. F. CONABIO pp. 63- 73.
- Rafael-Valdez, J., Tarango-Arámbula, L. A., Ugalde-Lezama, S., Lozano-Cavazos E. A., Ruíz-Vera, V. M. y Bravo-Vinaja, Á. 2017. Sustratos forrajeros y de anidación de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr, Himenoptera: Formicidae) en Villa González Ortega, Zacatecas, México. *Agrociencia*. 51: 755-769.
- Ramos-Elorduy, J., Darchen, B., Flores-Robles, A., Sandoval-Castro, E., y Cuevas-Correa, S. 1986. Estructura del nido *Liometopum occidentale* var. *luctuosum* manejo y cuidados de estos en los núcleos rurales de México de las especies productoras de escamoles (*L. apiculatum* M. y *L. occidentale* var. *luctuosum* W.) (Himenoptera, Formicidae). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*. 2: 333-342.
- Ramos-Elorduy, J., Delage-Darchen, B., Galindo, M., N. E. y Pino, M., J. M. 1988.

- Observaciones bioecológicas de *Liometopum apiculatum* M. y *Liometopum occidentale* var. *luctuosum* W. (Hymenoptera-Formicidae). Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología. 58(1): 341-354.
- Ramos-Elorduy, J., Lenoir, A. y Lévioux, J. 1992. Possibilités de renforcement des fondations chez deus especes de fourmis d'interet économique prem iers résultats (*Liometopum*: Hymenoptera:Formicidae). Annales Societe Entomologique de France. 28: 215-219.
- Ramos-Elorduy, J., Pino, J. M. y Conconi, M. 2006. Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. Folia Entomológica Mexicana. 45: 291-318.
- Ramos-Elorduy, J. y Viejo, J. L. 2007. Los insectos como alimento humano: Breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México. Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Biología. 102: 61-84.
- Rapoport, E. H. 1975. Areografía. Estrategias geográficas de las especies. México D.F. Fondo de Cultura Económica, pp.214.
- Rapoport, E.H. y Monjeau, J.A. 2001. Areografía. En Llorente J. y Morrone J.J. (Eds.), Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. México, D. F.: Facultad de Ciencias, UNAM, pp. 23-30.
- REMIB. 2017. Red Mundial de Información sobre Biodiversidad. Recuperado el 04 octubre, 2017 de <http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remibnodosdb.html>
- Roig-Juñent, S., Crisci, J. V., Posadas, P. y Lagos, S. 2002. Áreas de distribución y de endemismo en zonas continentales. En: Costa C., Vanin S. A., Lobo J. M. y Melic A. (Eds.), Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática, PRIBES. Zaragoza, España: Monografías del Tercer Milenio, Sociedad. Entomológica Aragonesa (SEA) y CYTED, pp. 247-266.
- Rzedowski, J. 1990. Vegetación Potencial. IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol. III. México, D.F. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez, O., Medellín, R. A., Aldama, A., Goettsch, B., Soberón, J. y Tambutti, M. 2007. Método de evaluación del riesgo de extinción de las especies silvestres en México (MER). México D.F. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto

- Nacional de Ecología, Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, pp.170.
- Sánchez-Salas, J., Muro, G., Estrada-Castillón, E. y Alba-Ávila, J. A. 2013. El MER: Un instrumento para evaluar el riesgo de extinción de especies en México. *Revista Chapingo, Serie Zonas Áridas*. 12(1): 30-35.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo, Segunda Sección, México (2010). *Diario Oficial de la Federación*. 30 de diciembre de 2010.
- SEMARNAT. 2017. Ecosistemas Terrestres. Recuperado el 30 octubre, 2017 de: <http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe15/tema/cap2.html#tema2>
- Shapley, H. 1920. Thermokinetics of *Liometopum apiculatum* Mayr. *Proceedings of National Academy of Sciences*. 6: 204-211.
- Tambutti, M., Aldama, A., Sánchez, O., Medellín, R. y Soberón, J. 2001. La determinación del riesgo de extinción de especies silvestres en México. *Gaceta Ecológica*. 61:11-21.
- Tarango-Arámbula, L. 2012. Los escamoles y su producción en el Altiplano Potosino–Zacatecano. *RESPYN*. 4: 139-144.
- Toledo, V. M. 1994. La diversidad biológica de México. *Ciencias*. 34: 43–59.
- UNIBIO. 2017. Unidad de información para la Biodiversidad. Consultas de colecciones biológicas. Recuperado el 04 octubre, 2017 de <http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:CNIN?f=Formicidae&s=Lometopum+apiculatum>.
- Van Pelt, A. 1971. Trophobiosis and feeding habits of *Liometopum apiculatum* (Hymenoptera: Formicidae) in the Chisos Mountains, Texas. *Annals of the Entomological Society of America*. 64: 1186-1186.
- Vásquez-Bolaños, M. 2011) Lista de especies de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) para México. *Dugesiana*. 18(1): 95-133.
- Velasco, C., C., M. C. Corona, V. y R. Peña, M. 2007. *Liometopum apiculatum*

(Formicidae: Dolichoderinae) y su relación trofobiotica con Hemiptera *Sternorrhyncha* en Tlaxco, Tlaxcala, Mexico. Acta Zoológica Mexicana. 23(2): 31-42.

Wheeler, W. M. 1905. The North American ants of the genus *Liometopum*. Bulletin of the American Museum of Natural History. 21: 321-333.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE RECOLECCIÓN, LIMPIEZA-LAVADO-DRENADO Y ALMACENAMIENTO DE LARVAS DE *Liometopum apiculatum* Mayr

2.1. RESUMEN

La recolección de larvas de *Liometopum apiculatum* (escamoles) se realiza desde tiempos prehispánicos. Estos estados inmaduros, por su sabor y valor proteico, son considerados un manjar. En la actualidad, en México, su recolección se realiza en Tlaxcala, Puebla, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, México y Zacatecas. Sin embargo, las etapas de recolección, la de limpieza-lavado-drenado y la de almacenamiento de los escamoles no han sido detalladas; por ello, el objetivo de esta investigación fue describir, con el mayor detalle posible, las etapas de a) recolección, b) limpieza-lavado-drenado y c) almacenamiento de escamoles con base en una encuesta confiable de 32 enunciados que consideraron la escala de Likert. La información obtenida se ordenó para describir cada una de las etapas, y para analizarse con las técnicas de Componentes Principales y de Conglomerados. Son nueve las actividades involucradas durante la recolección, limpieza-lavado-drenado y almacenamiento de los escamoles, desde la identificación de la fecha de inicio de recolección hasta el almacenamiento de las larvas. Los resultados de nuestra investigación demostraron que el aprovechamiento actual de los escamoles se realiza omitiendo prácticas conservacionistas de la especie, así como de higiene, sanidad e inocuidad de las larvas que se comercializan. Pocos recolectores de escamoles se limitan a excavar alrededor de la trabécula sin destruir dicha estructura. Se requiere más investigación para desarrollar acciones tendientes a propiciar el aprovechamiento racional de los escamoles sin menoscabo de la preservación de la especie.

Palabras clave: escamoles, hormiga, larvas, nido, trabécula.

2.2. ABSTRACT

The collection of larvae of *Liometopum apiculatum* (escamoles) is carried out since prehispanic times. These immature states, because of their taste and protein value, are considered a delicacy. Currently, in Mexico, the escamoles are collected in Tlaxcala, Puebla, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Mexico and Zacatecas. However, the collection, cleaning-washing-draining and storage stages of the escamoles have not been detailed. Therefore, the objective of this research was to describe, in as much detail as possible, the stages of a) collection, b) cleaning-washing-draining and c) storage of escamoles based on a reliable survey of 32 statements that considered the scale of Likert. The information obtained was classified to describe each of the stages, and to be analyzed with the Principal Components and Conglomerates techniques. There are nine activities involved during the collection, cleaning-washing-draining and storage of the escamoles, from the identification of the start date of collection to the storage of the larvae. The results of our investigation showed that the current exploitation of the escamoles is done omitting conservationist practices of the species, as well as hygiene, health and safety of the larvae that are commercialized. Few escamol collectors dig around the trabecula without destroying that structure. More research is required to develop actions to promote the rational use of escamoles without impairing the preservation of the species.

Keywords: escamoles, ant, larvae, nest, trabecula.

2.3. INTRODUCCIÓN

La recolección de larvas de *Liometopum apiculatum* (escamoles) es una práctica que se realiza desde tiempos prehispánicos (Ramos-Elorduy, *et al.*, 2006; Lara-Juárez *et al.*, 2015; Barrios-Díaz *et al.*, 2016); los escamoles, por su sabor y valor proteico son considerados un manjar (Ramos-Elorduy, *et al.*, 2006; Tarango-Arámbula, 2012). En la actualidad, su recolecta se realiza en Tlaxcala, Puebla, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, México y Zacatecas (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006; Esparza *et al.*, 2008; Dinwiddie *et al.*, 2013; Lara Juárez *et al.*, 2015; Barrios-Díaz *et al.*, 2016). Sin embargo, la recolección de escamoles es inmoderada debido a que la demanda ha ido creciendo (Ramos-Elorduy, *et al.*, 2006; Tarango-Arámbula, 2012).

En general, la etapa de recolección de escamoles consiste básicamente en encontrar y descubrir una trabécula, extraer las larvas de ella y rellenar el hueco con material vegetal y suelo removido (Ramos-Elorduy *et al.*, 1986; Dinwiddie *et al.*, 2013; Lara-Juárez *et al.*, 2015; Barrios-Díaz *et al.*, 2016). Por ejemplo, el material vegetal que se usa para rellenar el hueco en las localidades Santa Isabel-El Coto y El Coto, Querétaro consiste de pencas secas de nopal y pasto (Dinwiddie *et al.*, 2013); mientras que restos de la trabécula y ramitas de *Baccharis conferta* es el material usado en San Pedro Tarímbaro, Michoacán (Ramos-Elorduy *et al.*, 1986). Las evidencias descritas sugieren que el material vegetal que se usa para rellenar la oquedad depende de sus existencias en el sitio.

El relleno con el material vegetal contribuye a que el nido de *L. apiculatum* pueda ser aprovechado nuevamente el mismo año o durante los años siguientes (Ramos-Elorduy *et al.*, 1986; Miranda *et al.*, 2011; Dinwiddie *et al.*, 2013; Lara-Juárez *et al.*, 2015; Barrios-Díaz *et al.*, 2016). Los nidos de *L. apiculatum* pueden ser aprovechados dos veces (Ramos-Elorduy *et al.*, 1986; Dinwiddie *et al.*, 2013), tres veces o más (Miranda *et al.*, 2011; Lara-Juárez *et al.*, 2015). Esto sugiere, que el practicar la recolección dos o más veces al año perjudica la estructura social de la colonia y se destruye la trabécula, entre otras partes del nido. Por consiguiente, la descripción detallada de la etapa de recolección que incluya las acciones inherentes a la resiliencia del nido es prácticamente inexistente. Asimismo, no existe información documentada sobre las etapas de limpieza-lavado-drenado y de almacenamiento de las larvas.

Por lo tanto, este trabajo de investigación tuvo como objetivo describir, con el mayor detalle

posible, las etapas de a) recolección, b) limpieza-lavado-drenado y c) almacenamiento de escamoles con base en una encuesta de 32 enunciados que consideraron la escala de Likert. La información generada se ordenó para describir las etapas, así como para ser analizada mediante Componentes Principales y Conglomerados.

2.4. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación consistió de cuatro fases: 1) registro del conocimiento local, 2) inventario del equipo usado en las etapas de recolección, limpieza-lavado-drenado y almacenamiento de los escamoles, 3) elaboración, aplicación y análisis de una encuesta, y 4) descripción de las etapas de recolección, limpieza-lavado-drenado, y almacenamiento de escamoles.

2.4.1. Área de estudio

El área de estudio comprendió las localidades de El Terrero y San Felipe, Guanajuato (21.321944 N; -101.268333 O); Pocitos y Charcas, San Luis Potosí (23.186388 N; -100.977500 O); y Tolosa y Pinos, Zacatecas (22.522222 N; -101.356111 O) (Figura 7). Habitantes de esas localidades recolectan y comercializan escamoles.

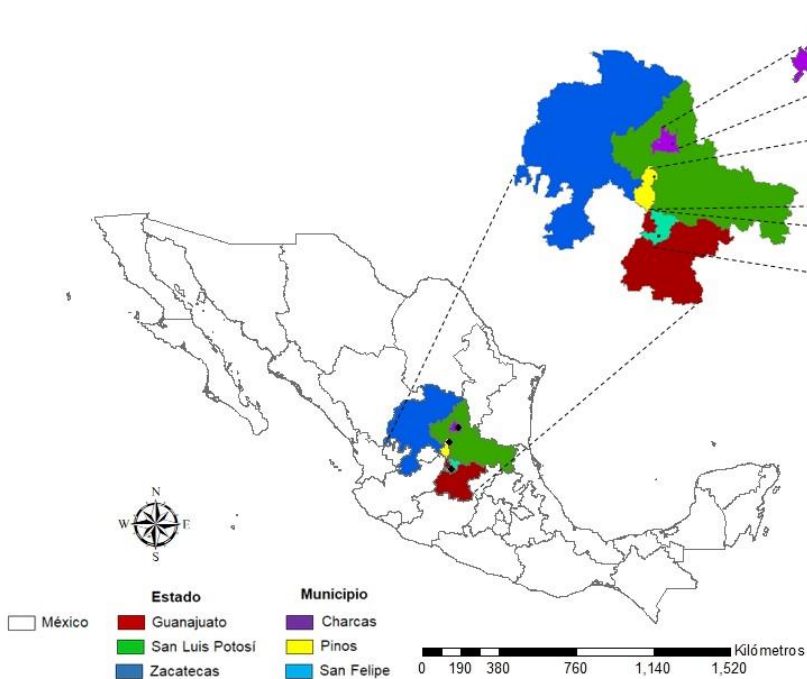


Figura 7. Estados y municipios considerados en este estudio.

2.4.2. Fase 1) Registro del conocimiento local

Las técnicas y prácticas usadas en cada región se registraron a través de recorridos de campo durante marzo y abril de 2017 (temporada de recolección de escamoles). Los recorridos se hicieron en compañía de 12 recolectores de escamoles. Se documentaron las actividades

que realizaron los recolectores mediante fotografías y una libreta de campo o bitácora. La información recabada se organizó en un diagrama (Figura 8). Este diagrama incluye las etapas principales de recolección, limpieza-lavado-drenado y almacenamiento de escamoles. Asimismo, las técnicas y prácticas registradas en cada etapa permitieron evidenciar las diferencias principales entre ejidos (Cuadro 1).

2.4.3. Fase 2) Inventario del equipo usado en las etapas de recolección, limpieza-lavado-drenado y almacenamiento de los escamoles.

El equipo usado por los recolectores (Cuadro 2) se midió con una cinta métrica. Las dimensiones del equipo fueron registradas en una bitácora. Asimismo, se pesaron con una báscula mecánica de 10 kg; el propósito de esta actividad fue estimar el peso del equipo que los recolectores cargan.

2.4.4. Fase 3) Elaboración y aplicación de la encuesta.

Con base en el conocimiento local recopilado (Figura 8) y al inventario del equipo (Cuadro 2) se diseñó un cuestionario. El cuestionario consideró enunciados diseñados con la técnica de Likert. Así, el entrevistado especifica el nivel de acuerdo o desacuerdo con el enunciado al considerar cinco niveles: 1. Totalmente en desacuerdo; 2. Desacuerdo; 3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo; 4. De acuerdo y 5. Totalmente de acuerdo. Los enunciados incluyeron información correspondiente a los pasos de cada etapa.

El cuestionario fue validado por un panel de expertos constituido por once personas, cuatro de ellas con grado doctoral y siete con conocimiento y experiencia en el área. Los enunciados fueron evaluados tomando en cuenta su relevancia con los objetivos del estudio; para ello, los enunciados consideraron la siguiente escala de Likert: 1. Innecesario; 2. Útil pero innecesario y 3. Esencial.

Con las respuestas de los expertos se calculó la Proporción de Validez de Contenido (PVC) para cada enunciado; con los valores resultantes se determinó el Índice de Validez de Contenido (IVC) de la encuesta (Lawshe, 1975). El valor del consenso en la categoría esencial con 11 expertos para PVC debe ser igual o mayor a 0.51; el valor final de IVC debe ser mayor a 0.58 para garantizar la validez del instrumento (Lawshe, 1975). Las siguientes formulas se usaron para cada cálculo:

$$PVC = \frac{n \frac{e-N}{2}}{\frac{N}{2}},$$

$$IVC = \frac{\sum_{i=1}^M PVC_i}{M}.$$

Donde:

- n_e = número de expertos que tienen acuerdo en la categoría “esencial”
- N = número total de expertos
- PVC_i = Proporción de Validez de Contenido de los enunciados aceptables de acuerdo con el criterio de Lawshe.
- M = Total de enunciados aceptables.

Treinta recolectores de escamoles de los tres municipios del área de estudio se seleccionaron aleatoriamente para realizar el muestreo piloto. El tamaño de muestra se calculó con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{S^2 * Z^2}{E^2}$$

Donde:

- n = Tamaño de muestra
- S = Desviación estándar de los enunciados de la encuesta aplicada a los integrantes de la muestra piloto.
- Z = Nivel de confiabilidad ($\alpha=0.05$).
- E = Error de estimación.

La confiabilidad de la consistencia interna del instrumento se comprobó a través del alfa de Cronbach. Con este estimador se espera que los enunciados estén correlacionados; conforme el valor de alfa se incrementa (hasta 1), mayor será la consistencia interna del cuestionario (Gliem y Gliem, 2003).

El valor del alfa de Cronbach se determinó con la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right].$$

Donde:

- K = Número de enunciados que conforman la encuesta.
- S_i^2 = Varianza del total de enunciados.
- S_T^2 = Varianza de las respuestas de los entrevistados.

Análisis multivariado

Las respuestas de cada encuestado se capturaron en una base de datos. La base de datos fue usada para realizar los análisis multivariados de Componentes Principales (CP's) y de Conglomerados. En primer lugar, el coeficiente de correlación de Pearson se usó para identificar las relaciones significativas entre las variables estandarizadas (media cero y varianza uno). La matriz de correlaciones resultante se usó para extraer los componentes principales. Las estructuras de los componentes principales revelan las asociaciones entre variables y entre componentes principales y variables (Valdez-Cepeda *et al.*, 1996; Gutiérrez-Acosta *et al.*, 2002). Los coeficientes de los dos primeros CP's fueron usados para agrupar a los entrevistados con base en el método de Ward y la distancia Euclidiana como índice de similitud. Ambos análisis multivariados se hicieron con el programa *Multi-Variate Statistical Package Version 3.13 r'* (Kovach Computing Services, 2009).

2.4.5. Fase 4) Descripción de las etapas de a) recolección, b) limpieza-lavado-drenado y c) almacenamiento de escamoles.

Las actividades y prácticas usadas en las etapas de recolección, limpieza-lavado-drenado y almacenamiento se describieron de manera detallada.

2.5. RESULTADOS

Registro del conocimiento local

A partir del registro del conocimiento local y el trabajo de campo en los estados de Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas, durante el aprovechamiento de los escamoles, se identificaron tres etapas: a) recolección, b) limpieza-lavado-drenado y c) almacenamiento de los escamoles (Figura 8).

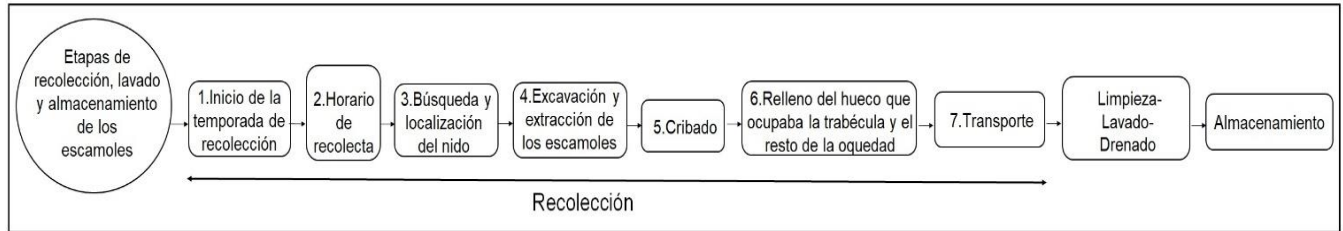


Figura 8. Etapas de recolección, limpieza-lavado-drenado y almacenamiento durante el aprovechamiento de escamoles en el centro-norte de México.

De acuerdo al conocimiento local, los recolectores de los tres ejidos del área de estudio proceden de manera parecida. Sin embargo, algunas diferencias son evidentes (Cuadro 1); por ejemplo, los recolectores de Pocitos y Charcas, en San Luis Potosí, usan harneros y un cedazo para mejorar la limpieza de los escamoles; los de Tolosa y Pinos, en Zacatecas, usan material de plantas de *Tillandsia recurvata* para rellenar el espacio que ocupaba la trabécula; y los de El Terrero, San Felipe, Guanajuato, prefieren trasladar los escamoles en cubetas.

Cuadro 1. Actividades que realizan los recolectores de tres ejidos correspondientes a las etapas de a) recolección, b) limpieza-lavado-drenado y c) almacenamiento de escamoles en el centro-norte de México.

Etapas	Pocitos, Charcas, San Luis Potosí	El Terrero, San Felipe, Guanajuato	Tolosa, Pinos, Zacatecas
Recolección			
1. Inicio de la temporada de recolección	-Los recolectores identifican la fecha de producción de los escamoles; observan un cambio en la anatomía de las obreras-	-Los recolectores identifican la fecha de producción de los escamoles.	-Los recolectores identifican la fecha de producción de los escamoles; observan un cambio en la conducta de la actividad forrajera-

Cuadro1 (Continuación). Actividades que realizan los recolectores de tres ejidos correspondientes a las etapas de a) recolección, b) limpieza-lavado-dreanado y c) almacenamiento de escamoles en el centro-norte de México.

Etapas	Pocitos, Charcas, San Luis Potosí	El Terrero, San Felipe, Guanajuato	Tolosa, Pinos, Zacatecas
	-(abultamiento del abdomen).		-de la hormiga (la rapidez de su actividad aumenta).
2. Horario de recolecta	7:00-11:30 y 17:00 hasta oscurecer.	7:00-11:30 y 17:00 hasta oscurecer.	7:00-11:30 y 17:00 hasta oscurecer.
3. Búsqueda y localización del nido	-Los recolectores durante la excavación, asocian al ácaro <i>Trombidium holosericeum</i> con la cercanía a la trabécula. Asimismo, relacionan la cantidad de hormigas que salen durante la excavación con la cercanía a la trabécula.	-Los recolectores durante la excavación, asocian un pinacate (Coleoptera) con la cercanía a la trabécula.	-Los recolectores relacionan la cantidad de hormigas que salen durante la excavación con la cercanía a la trabécula.
4. Excavación y extracción del escamol	-Los recolectores excavan a 50 o 70 cm de la entrada del nido; por otra parte, intentan hacer el orificio en un sitio donde se dificulte la entrada subsecuente de agua y viento al nido.	-Los recolectores excavan a 50 o 70 cm de la entrada del nido.	-Los recolectores excavan a 50 o 70 cm de la entrada del nido.
5. Cribado	-Los recolectores usan dos harneros ya sea de madera o aluminio; además de los harneros, emplean un cedazo de plástico. Los recolectores criban en un sitio con sombra para evitar la muerte de las hormigas.	-Los recolectores usan dos harneros ya sea de madera o aluminio.	-Los recolectores usan dos harneros ya sea de madera o aluminio e intentan cribar en un sitio con sombra para evitar la muerte de las hormigas.

Cuadro1 (Continuación). Actividades que realizan los recolectores de tres ejidos correspondientes a las etapas de a) recolección, b) limpieza-lavado-drenado y c) almacenamiento de escamoles en el centro-norte de México.

Etapas	Pocitos, Charcas, San Luis Potosí	El Terrero, San Felipe, Guanajuato	Tolosa, Pinos, Zacatecas
6. Relleno del hueco que ocupaba la trabécula y el resto de la oquedad	-Los recolectores rellenan el nido con pencas secas de nopal o pastos secos. Ellos evitan rellenar el nido con gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>) porque según su experiencia es una planta ácida para las hormigas. -Los recolectores prefieren tapar el hueco con una piedra.	-Los recolectores usan mayormente <i>Ipomea purpurea</i> (Quiebra platos) acompañada de con pencas de nopal para rellenar el nido. -Los recolectores prefieren tapar el hueco con una penca de nopal fresca.	-Los recolectores usan <i>Tillandsia recurvata</i> acompañada de herbáceas para rellenar el nido. -Algunos recolectores rellenan el hueco con gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>). -Los recolectores prefieren tapar el hueco con una piedra.
7. Transporte	-En hielera.	-En cubeta.	-En hielera y cubeta.
Limpieza-lavado-drenado	-Los recolectores enjuagan los escamoles con agua limpia más de tres veces.	-Los recolectores enjuagan los escamoles con agua limpia más de tres veces.	-Los recolectores enjuagan los escamoles con agua limpia más de tres veces.
Almacenamiento	-Refrigerador o congelador	-Refrigerador o congelador	-Refrigerador o congelador

Inventario del equipo usado en las etapas de recolección, limpieza-lavado-drenado y almacenamiento de los escamoles

El equipo básico usado para la recolección de escamoles en las tres áreas de estudio consiste de: cinta adhesiva (canela), varilla, zapapico, barreta, pala, dos cribas o harneros, machete, tijeras para podar (grandes o pequeñas), escobetilla, cubeta o hielera (Cuadro 2). Los recolectores prefieren usar algunas de estas herramientas, por ejemplo, algunos prefieren usar una barreta en vez de un zapapico; o usar cribas de madera en lugar de aluminio; o trasladar los escamoles en una cubeta. Esto causa que algunos recolectores carguen más peso que otros; dado que el peso promedio del equipo varió de 8.566 a 14.216 kg. Además, el material empleado para la limpieza-lavado-drenado y almacenamiento de los escamoles

consiste de cedazos, tina de agua y refrigerador o congelador para todas las localidades (Cuadro 2).

Cuadro 2. Utilidad y características del equipo usado para la recolección, limpieza-lavado drenado y almacenamiento de escamoles en El Terrero, San Felipe, Guanajuato; Pocitos, Charcas, San Luis Potosí y Tolosa, Pinos, Zacatecas.

Equipo	Función	Peso (g)	Medida (cm)
Recolección			
Cinta adhesiva (Canela)	Colocar cinta alrededor de tobillos y muñecas para evitar que las hormigas se suban al cuerpo del recolector.	279 ±67.92	—
Varilla	Empleada para localizar la trabécula con mayor facilidad.	869 ±303.11	145.5 ±7.44 (largo) 0.798 ±76.27
Talache/Zapapico	Usado para remover el suelo y ablandarlo.	3020 ±103.27	Largo del mango 97 ±2.44 Ancho cabeza 44 ±2.05
Barreta	Herramienta para remover y ablandar el suelo.	3550 ±497.21	Largo 97 ±4.21
Pala	Permite escarbar, tapar el hueco y sacar la trabécula o el material vegetal de relleno de los nidos.	1600 ±204.39	Largo mango 109 ±9.94 Cuchara de la pala: Largo 28 ±1.05 Ancho 22 0.91
Cribas (madera o aluminio)	Harneros para separar los escamoles de material vegetal, piedras y arena.	Criba de madera grande: 2280 ±193.21 Criba de madera chica 2010 ±87.55 Criba de aluminio grande 880 ±53.74 Criba de aluminio chica 675 ±48.59	Criba de madera grande Largo 59 ±4.62 Ancho 49 ±4.04 Criba de madera chica Largo 45 ±3.23 Ancho 35 ±2.96 Criba de aluminio grande Largo 78 ±3.27 Ancho 47 ±2.74 Criba de aluminio chica Largo 49 ±1.87 Ancho 39 ±1.87-

Cuadro 2 (Continuación). Utilidad y características del equipo usado para la recolección, limpieza-lavado drenado y almacenamiento de escamoles en El Terrero, San Felipe, Guanajuato; Pocitos, Charcas, San Luis Potosí y Tolosa, Pinos, Zacatecas.

Equipo	Función	Peso (g)	Medida (cm)
			- Malla ambos materiales: Criba grande 1x1 Criba chica 0.5 x 0.5. Largo 49 ±1.39
Machete	Facilita el corte de raíces y material vegetal que servirá como relleno o como tapón.	478 ±18.73	
Tijeras para podar grandes o pequeñas	Empleadas para cortar raíces de plantas.	Grandes 1500 ±56.76 Pequeñas 310 ±7.61	Grandes 35 ±6.43 Manuales 17.5 ±0.74
Escobetilla	Empleada para juntar los escamoles que quedan en el piso del nido.	50 ±8.64	Largo 9 ±1.22 Ancho 6 ±0.94
Balde/Cesta/Hielera	Recipiente empleado para transportar escamoles.	Balde: 405 ±55.02 Hielera: 1600 ±380.05	Hielera: Ancho 35 ±1.100 Largo 27 ±6.40 Profundidad 24 ±2.62
Limpieza-lavado-drenado			
Tina (Aluminio o plástico)	Deposito empleado para lavar los escamoles. Las larvas flotan en el agua y facilita la separación de residuos.	—	Capacidad: 30 a 50 L
Cedazos de plástico (ovalado o rectangular)	Utilizado para retener escamoles.	—	Medidas de ancho y largo indistintas. El tamaño de la malla menor a 0.7 cm
Colador de cocina	Usado para separar los escamoles de residuos.	—	—
Almacenamiento			
Refrigerador o Congelador	Equipo utilizado para la conservación y almacenamiento de los escamoles.	—	—

Aplicación de encuestas

Una vez identificados el equipo y las etapas de recolección, limpieza-lavado-drenado y almacenamiento de escamoles (Figura 8) (Cuadro 2), un cuestionario de 47 enunciados fue elaborado. Este fue validado por expertos y quince de los 47 enunciados fueron eliminados de la encuesta original porque obtuvieron Índices de Validez de Contenido (PVC) menores a 0.58 (Tristán-López, 2008). El IVC de los 32 enunciados restantes fue de 0.81, valor que garantiza la confiabilidad del instrumento.

La encuesta final (Cuadro 3) se sometió a una prueba piloto y con ella se determinó un tamaño de muestra de 38. Este tamaño de muestra es representativo a un nivel de confianza del 95 %. Las respuestas de los 38 recolectores permitieron estimar un coeficiente alfa de Cronbach de 0.97, el cual indicó que el instrumento fue confiable, según Gliem y Gliem (2003).

Cuadro 3. Enunciados de cuestionario final.

No.	Descripción
1	El inicio de la temporada de recolecta de escamoles depende de la temperatura.
2	Poco antes de la temporada de recolecta, yo reviso algunos nidos y dependiendo del tamaño de los escamoles, decido si recolecto o no.
3	Entre más profundos son los caminos de las hormigas, más cerca se encuentra el nido.
4	El nido se localiza cerca de donde se cruzan los caminos de las hormigas.
5	El número máximo de veces que debe aprovecharse un nido de hormiga escamolera es dos.
6	Los escamoles deben recolectarse cuando la temperatura es fresca.
7	La varilla se utiliza para determinar la ubicación exacta de la trabécula de la hormiga escamolera.
8	Al introducir la varilla donde se encuentra la trabécula, se desprende un olor fuerte.
9	La excavación no se realiza sobre la entrada del nido.
10	Yo uso un talache o una barreta para descubrir la trabécula.
11	Una pala sirve para extraer la trabécula.
12	Yo uso una escobetilla, brocha, cepillo o alguna planta para recoger los escamoles.
13	Yo uso dos cribas o harneros para limpiar los escamoles.
14	Además de las cribas (harneros), yo también uso un cedazo para limpiar los escamoles.
15	La escobetilla no debe usarse para limpiar las cribas.
16	La cinta canela alrededor de los tobillos y muñecas evita que las hormigas se suban al cuerpo.
17	Yo dejo cierta cantidad de escamoles en la base del nido para conservar la colonia.
18	El nido, después de la extracción de los escamoles, se rellena con material vegetal.
19	Una penca de nopal o una piedra sirven como tapón.

Cuadro 3 (Continuación). Enunciados de cuestionario final.

No.	Descripción
20	Una vez tapado el hueco, la colocación de material vegetal espinoso en la superficie sirve para evitar que el ganado no pisotee el nido.
21	Después de lavar los escamoles yo lavo el material que utilice y lo coloco en un lugar en específico.
22	Algunos de los nidos que yo aproveché, desaparecieron porque otras personas los sacaron y no los taparon bien.
23	Si la reina se extrae durante la recolección, yo la regreso al nido.
24	Un nido con escamoles pequeños debe dejarse descansar hasta que tengan un buen tamaño
25	Yo transporto los escamoles en una hielera para mantenerlos frescos.
26	Yo uso cedazos de diferentes tamaños, para el lavado de los escamoles.
27	Cuando los escamoles flotan durante su lavado, yo lo separo de los residuos con un colador o cedazo.
28	Yo enjuago los escamoles con agua limpia.
29	Los escamoles ya limpios se dejan escurrir en un cedazo.
30	Los escamoles ya limpios se almacenan en condiciones controladas de temperatura (congelador o refrigerador).
31	Yo tengo un refrigerador/congelador sólo para almacenar los escamoles.
32	Yo almaceno los escamoles limpios en cantidades determinadas dentro de bolsas/recipientes esterilizados y sellados.

Análisis Multivariado

Análisis de Componentes Principales

En el análisis de componentes principales, 10 de los 32 enunciados o variables (Cuadro 3) se excluyeron debido a que las respuestas de los encuestados fueron muy homogéneas y la varianza resultante fue cero. Los dos primeros componentes explicaron el 93.99 % de la variación total de los 22 enunciados (CP1 = 92.94 % y CP2 = 1.05 %; Cuadro 4). Estos dos componentes se definieron principalmente por los enunciados de recolección; por ejemplo el primer Componente (CP1) consideró: el número máximo de veces que debe aprovecharse un nido es de dos, los escamoles deben recolectarse cuando la temperatura es fresca, la cinta canela alrededor de los tobillos y de las muñecas evita que las hormigas se suban al cuerpo, dejar cierta cantidad de escamoles en la base del nido para conservar la colonia, regresar la reina al nido si fue extraída durante la recolección, un nido con escamoles pequeños debe dejarse descansar, el nido se localiza cerca de donde se cruzan los caminos de la hormiga, la varilla se utiliza para determinar la ubicación exacta de la trabécula, al introducir la varilla se debe desprender un olor fuerte, la excavación no se realiza sobre la

entrada del nido, todas estas variables se correlacionaron positivamente.

El segundo componente (CP2) estuvo definido por: uso de escobetilla, brocha o alguna planta para recolectar los escamoles de la base del nido, uso de cedazos además de las cribas durante la recolección y la no utilización de la escobetilla, brocha o planta para limpiar las mallas de las cribas durante la recolecta. Estas variables se correlacionaron negativamente con aspectos de limpieza-lavado-drenado y almacenamiento que también definen la estructura del CP2, como: el uso de cedazos de diferentes tamaños para el limpieza-lavado-drenado de los escamoles, almacenamiento de los escamoles en cantidades determinadas dentro de bolsas/recipientes esterilizados y sellados. Esto significa que cuando estas últimas variables disminuyen, las de recolección aumentan.

Cuadro 4. Matriz de correlaciones entre variables y Componentes Principales.

Variable	CP1	CP2
1. El inicio de la temporada de recolecta de escamoles depende de la temperatura.	0.231	0.234
2. El número máximo de veces que debe aprovecharse un nido de hormiga escamolera es dos.	0.225	-0.109
3. Los escamoles deben recolectarse cuando la temperatura es fresca.	0.231	0.036
4. La cinta canela alrededor de los tobillos y muñecas evita que las hormigas se suban al cuerpo.	0.230	0.135
5. Yo dejo cierta cantidad de escamoles en la base del nido para conservar la colonia.	0.200	0.077
6. Una vez tapado el hueco, la colocación de material vegetal espinoso en la superficie sirve para evitar que el ganado no pisotee el nido.	0.224	-0.255
7. Si la reina se extrae durante la recolección, yo la regreso al nido.	0.241	-0.091
8. Un nido con escamoles pequeños debe dejarse descansar hasta que tengan un buen tamaño.	0.242	0.055
9. Entre más profundos son los caminos de las hormigas, más cerca se encuentra el nido.	0.226	0.298
10. El nido se localiza cerca de donde se cruzan los caminos de las hormigas.	0.230	-0.107
11. La varilla se utiliza para determinar la ubicación exacta de la trabécula de la hormiga escamolera.	0.225	0.123
12. Al introducir la varilla donde se encuentra la trabécula, se desprende un olor fuerte.	0.228	0.099
13. La excavación no se realiza sobre la entrada del nido.	0.249	-0.043
14. Una penca de nopal o una piedra sirven como tapón.	0.200	-0.324
15. Yo uso un talache o una barreta para descubrir la trabécula.	0.248	0.042

Cuadro 4 (Continuación). Matriz de correlaciones entre variables y Componentes Principales.

Variable	CP1	CP2
16. Yo uso una escobetilla, brocha, cepillo o alguna planta para recoger los huevos de la base del nido.	0.222	-0.241
17. Además de las cribas (harteros), yo también uso un cedazo para limpiar los escamoles.	0.159	-0.416
18. La escobetilla no debe usarse para limpiar las cribas.	0.166	-0.258
19. Yo transporto los escamoles en una hielera para mantenerlos frescos.	0.170	-0.146
20. Yo uso cedazos de diferentes tamaños, para el lavado de los escamoles.	0.223	0.460
21. Yo tengo un refrigerador/congelador sólo para almacenar los escamoles.	0.108	0.011
22. Yo almaceno los escamoles limpios en cantidades determinadas dentro de bolsas/recipientes esterilizados y sellados.	0.144	0.259
Eigenvalues (Valores propios)	373.814	4.226
Porcentaje de variación explicado	92.938	1.051

En la Figura 9, las 22 variables (enunciados de la entrevista) se distribuyen en los cuadrantes I y IV en el plano ortogonal definido por los dos primeros CP's. Se resalta que algunos recolectores de Pocitos, Charcas, San Luis Potosí se ubican hacia el origen del plano distanciados de las posiciones media y mediana de la mayoría de los recolectores; este resultado se explica porque esos recolectores definen que entre más profundos son los caminos de las hormigas, más cerca se encuentra el nido; también, ellos usan una varilla para determinar la ubicación exacta de la trabécula y que después de la introducción de ella ésta se impregna de un olor fuerte; además, ellos usan cedazos de diferentes tamaños para lavar las larvas y las almacenan en cantidades determinadas dentro de bolsas/recipientes esterilizados y sellados. En la Figura 9 se puede apreciar que las flechas con dirección vertical hacia arriba de la figura corresponden a esas variables, de manera que son las que mejor se correlacionan con los recolectores de Pocitos, ya señalados.

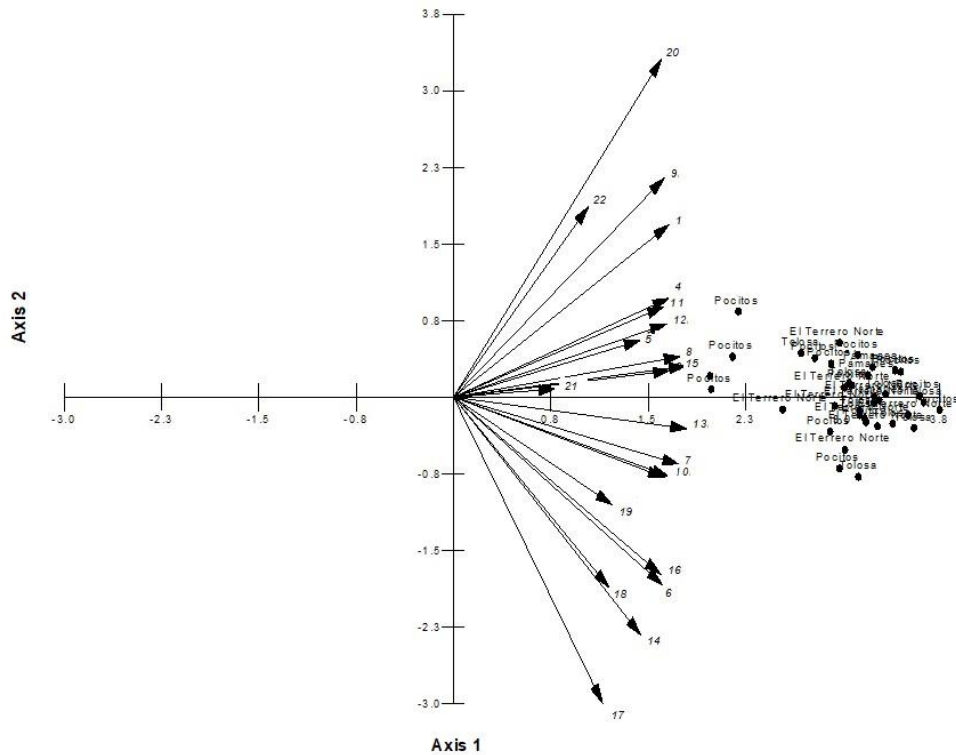


Figura 9. Posición de las 22 variables y origen de los 38 recolectores en el plano ortogonal definido por los dos primeros componentes principales: CP1 y CP2.

Análisis de Conglomerados

El análisis de conglomerados identificó dos grupos de recolectores de escamoles (Figura 10). Los integrantes del grupo pequeño (grupo del lado izquierdo en la Figura 10) se caracterizaron por el uso de la varilla para detectar la ubicación exacta de la trabécula, por utilizar cedazos de diferentes tamaños para limpiar los escamoles y los almacenan en cantidades determinadas dentro de bolsas o recipientes esterilizados y sellados; asimismo, coincidieron en que la anchura y profundidad de los caminos de forrajeo son un indicador de la cercanía de la entrada del nido. De los diez integrantes de este grupo, siete pertenecen al ejido de Pocitos, Charcas San Luis Potosí.

El grupo más grande (grupo del lado derecho; Figura 10) está integrado por recolectores de las tres localidades estudiadas. Los miembros de este grupo realizan prácticas comunes durante la recolección de escamoles: búsqueda de un punto alejado de la entrada del nido para comenzar a excavar, el cruce de los caminos como indicador de la existencia de un nido, el uso de nopales o piedras como tapones y si extraen a la reina durante la recolección, la regresan al nido.

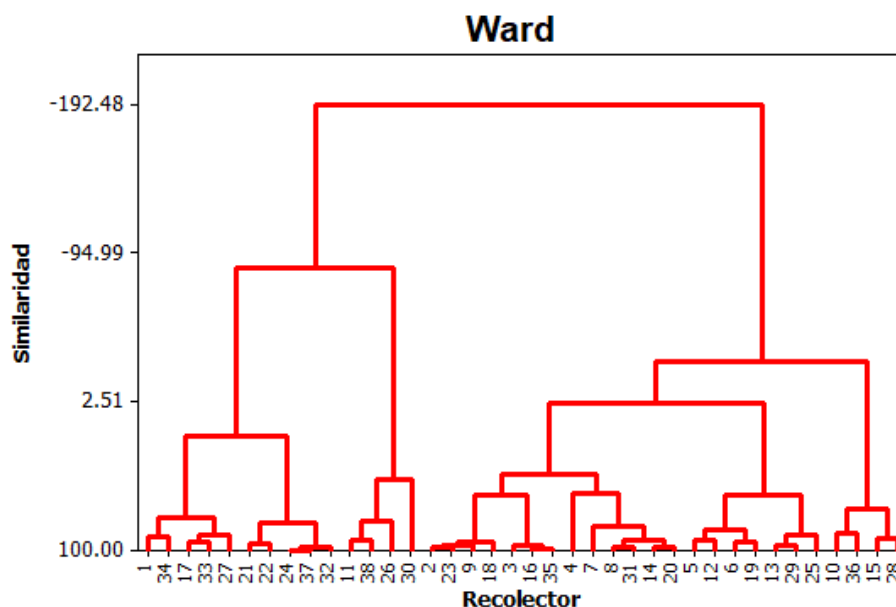


Figura 10. Dendrograma de 38 recolectores con base en 22 variables relacionadas con el aprovechamiento de los escamoles.

Descripción de las etapas de a) recolección, b) limpieza-lavado-drenado y c) almacenamiento de escamoles

Las actividades y prácticas usadas en cada etapa se describen a continuación de manera detallada:

a) Recolección

1) Inicio de la temporada de recolección

Los recolectores saben que las reinas de *L. apiculatum* ovipositan a principios o mediados de marzo. Sin embargo, antes de iniciar la temporada de recolecta, ellos confirman que las larvas tengan el tamaño apropiado para ser recolectadas.

2) Horario de recolecta

La mayoría de los recolectores de escamoles trabajan en equipos de dos integrantes. Cada pareja decide la hora de inicio, pero regularmente es entre 7:00 y 9:00 h; asimismo, la mayoría suspende la recolección antes del mediodía, entre 11:00 y 11:30 h, la reanudan a las 17:00 h y la suspenden nuevamente al oscurecer. Los recolectores con mayor experiencia enfatizan que este proceso debe efectuarse durante las horas del día con temperatura fresca para

evitar la muerte de las hormigas causada por temperaturas altas en la superficie del suelo (Figura 11).



Figura 11. Hormigas muertas sobre la superficie del suelo causada por temperaturas altas cuando la recolección se realiza entre las 12:00 pm y 5:00 pm.

3) Búsqueda y localización del nido

Los recolectores localizan los caminos de forrajeo (Figura 12), cuya anchura y profundidad indican la cercanía o lejanía del nido; cuando los caminos de forrajeo son delgados y superficiales es un indicador de que el nido se encuentra más lejos. Los recolectores conocen que la mayoría de los nidos se localizan muy próximos a la intersección de sus caminos (los nidos llegan a tener entre dos y cinco caminos). Asimismo, los recolectores buscan los nidos debajo de las plantas donde las hormigas prefieren anidar y forrajear como ejemplo se tiene al maguey (*Agave salmiana* Otto ex Salm-Dick), mezquite (*Prosopis laevigata* (Willd.) M. Johnston), izote (*Yucca* spp.), huizache (*Acacia* spp.), nopal (*Opuntia* spp.) y pirul (*Schinus molle* L.).

El nido se compone de distintas cámaras. En una de ellas se encuentra la trabécula, estructura donde las hormigas obreras depositan los huevos de la casta reproductora, después de haber sido ovopositados por la reina. La trabécula comúnmente se localiza con una varilla, la cual se introduce y se impregna con el olor característico de las larvas.



Figura 12. Camino de forrajeo de *L. apiculatum*.

4) Excavación y extracción de escamoles

Antes de excavar y extraer los escamoles, los recolectores se colocan cinta adhesiva (canela) alrededor de los tobillos y muñecas para impedir que las hormigas se suban a su cuerpo. La excavación se realiza a unos 50 o 60 cm de la entrada del nido, con el fin de no afectar a la trabécula. La excavación alrededor de la trabécula se hace con zapapico o barreta (Figura 13) y el suelo se retira con pala. Durante la excavación, las raíces de las plantas se cortan con machete o tijeras. La trabécula virgen o construida con material vegetal en el aprovechamiento anterior se extrae cuidadosamente con una pala y los escamoles que caen durante su extracción se recogen con una rama o escobetilla (Figura 14).

5) Cribado

La trabécula o el material vegetal usado como relleno se coloca sobre las cribas para separar los escamoles de piedras, arena y ramas. Los recolectores usan dos cribas o harneros; la criba de malla mayor retiene los residuos más grandes y permite el paso de los escamoles; el harnero de malla menor retiene las larvas y permite el paso de residuos finos (Figura 15).



Figura 13. Excavación del nido con zapapico (a) y barreta (b) para extraer los escamoles.



Figura 14. Escobetilla y pala utilizadas para recoger los escamoles de la base del nido.

6) Relleno del hueco que ocupaba la trabécula y el resto de la oquedad

Mientras una persona excava y recolecta escamoles, la otra busca plantas o material vegetal que servirá como relleno de la oquedad. Dicho material depende de las especies de plantas disponibles en el sitio; en general, el material más usado consiste de pencas secas de nopal (*Opuntia* spp.), de plantas epífitas (e.g. *Tillandsia recurvata* (L.) L. 1762) encontradas en los mezquites y de herbáceas y arbustivas secas o frescas (Figura 16). Ese material vegetal se

coloca en el hueco que ocupaba la trabécula y sobre él se coloca una piedra o penca fresca de nopal. En seguida, el resto de la oquedad se llena con suelo; de manera que las galerías hacia la trabécula de material vegetal deben ser reconstruidas por las hormigas obreras. Finalmente, sobre la superficie del área afectada se coloca material vegetal espinoso (Figura 17) para evitar el posible pisoteo por especímenes de ganado doméstico.

7) Transporte

Después del cribado, los escamoles se colocan en una hielera o cubeta de plástico (Figura 18) para trasladarlos a la casa del recolector, donde se efectúa la limpieza-lavado-drenado final.



Figura 15. Cribado de escamoles en harneros de aluminio (a y b) y madera (c y d).



Figura 16. Material vegetal que se coloca en el hueco que ocupaba la trabécula de *L. apiculatum*.



Figura 17. Material espinoso colocado en la superficie del nido para su protección de depredadores y pisoteo por el ganado.



Figura 18. Cubetas y hieleras utilizadas por los recolectores para el transporte de escamoles.

b) Limpieza-Lavado-Drenado

En la etapa de limpieza-lavado-drenado de los escamoles también participan las mujeres. La limpieza-lavado se realiza en un balde grande con agua. En este recipiente se introducen las larvas de *L. apiculatum* para que floten y puedan separarse de los residuos de plantas y trabécula, así como de pupas o palomillas, de manera manual y con la ayuda de un colador (Figura 19). Los escamoles separados y seleccionados se introducen en un cedazo y se enjuagan con agua limpia dos o tres veces y el exceso de agua se drena.

c) Almacenamiento

Los escamoles ya limpios, lavados y drenados se colocan y almacenan temporalmente a granel en un recipiente dentro de un refrigerador propiedad del recolector o son entregados inmediatamente en el centro de acopio donde se congelan (Figura 20).



Figura 19. Etapa de limpieza-lavado-drenado de escamoles y materiales usados: cedazos (a); tina grande con agua (b); separación de residuos (c) y de pupa o palomilla (d).



Figura 20. Etapa de almacenamiento de escamoles a granel en los centros de acopio: refrigerador (a) y congeladores (b y c).

2.6. DISCUSIÓN

La hormiga escamolera ha sido investigada en cuanto a su valor nutritivo (Ramos-Elorduy *et al.*, 1998; Ramos-Elorduy y Pino, 2001), ciclo de vida, fundación de nuevas sociedades (Ramos-Elorduy *et al.*, 1984), estructura del nido (Ramos-Elorduy *et al.*, 1986), sustratos de forrajeo, sitios de anidación (Rafael-Valdez *et al.*, 2017), uso de hábitat (Cruz-Labana *et al.*, 2014), densidad de nidos (Hernández-Roldan *et al.*, 2017) y relaciones trofobióticas (Velasco-Corona *et al.*, 2007); sin embargo, en relación a la recolección, limpieza-lavado-drenado y almacenamiento de escamoles, no existen descripciones de manera detallada.

En este sentido, la presente investigación amplía el conocimiento acerca de la etapa de recolección previamente descrita y de manera muy general por Cuadriello, (1980); Ramos-Elorduy *et al.* (1986); Dinwiddie *et al.* (2013); Lara-Juárez *et al.* (2015) y Barrios-Díaz *et al.* (2016). Las actividades (Figura 8), equipo (Cuadro 2) y técnicas usadas por los recolectores en esta etapa se describieron detalladamente, desde el inicio de la temporada de recolecta, hasta el transporte de las larvas a la vivienda de cada recolector.

Los autores mencionados con anterioridad, explican que el manejo de los nidos consiste básicamente en descubrir la trabécula, rellenar la oquedad donde se encontraba esta estructura con material vegetal y cubrir el orificio con el suelo retirado, de tal forma que agua y viento no penetren con facilidad a la zona afectada. Esto garantiza que los recolectores puedan aprovechar un mismo nido año con año. Sin embargo, con base en la biología de la especie, el trabajo en campo y las respuestas de los entrevistados, se deben considerar otros aspectos importantes para el manejo de los nidos tales como:

- La revisión de los nidos, previa al inicio de la temporada de recolección, para determinar mediante el tamaño de las larvas si se decide iniciar o no con la recolección.
- El uso de la varilla para especificar la ubicación exacta de la trabécula y así evitar pérdida de tiempo o destruir la trabécula intencionalmente.
- La excavación no debe practicarse sobre la entrada del nido, esto con la finalidad de evitar la destrucción de la trabécula y de los escamoles.
- La reina debe regresarse cuidadosamente al nido si se extrajo durante la recolección.
- Un nido debe dejarse descansar por lo menos un año, si este presenta larvas de la casta obrera en lugar de la reproductora.

Cabe resaltar que, mediante los recorridos en campo, la aplicación de encuesta y el análisis multivariado se evidenció que la mayoría de los recolectores del ejido Pocitos, Charcas, San Luis Potosí, son quienes realizan dichas etapas, por lo que se diferencian de los recolectores de los otros dos ejidos: El Terrero, San Felipe, Guanajuato y Tolosa, Pinos, Zacatecas.

A pesar de que, en las tres regiones se dieron cursos de capacitación y se entregó equipo como harneros, palas y hieleras a los recolectores, además de que se construyeron y acondicionaron centros de acopio por parte de CONAZA (SAGARPA, 2018a; SAGARPA, 2018b); en Pocitos, Charcas es donde la mayoría de los recolectores atienden y usan el equipo otorgado por dicha instancia, esto explica porque se diferencian de los recolectores de las otras dos regiones. En el caso de los centros de acopio y el material que se proporcionó para ellos, en el ejido de El terrero (Guanajuato), al igual que el de Pocitos, las personas a cargo obtienen el mayor provecho para mejorar el producto de los escamoles. En ambos sitios, las larvas se empaquetan al vacío, lo que le da valor agregado al momento de su comercio. Sin embargo, en Tolosa (Zacatecas), aunque en el centro de acopio cuentan con el equipo para hacer lo mismo, prefieren seguir vendiendo las larvas a granel.

Por otro lado, es importante señalar que la mayoría de los recolectores de los tres ejidos desconocen la función que desempeña la reina en la colonia de *L. apiculatum* y dudaban al contestar en el enunciado de la encuesta relacionado con ello, por lo que es pertinente capacitarlos en la importancia del cuidado de la reina como una actividad fundamental en la etapa recolección y así promover la permanencia de las poblaciones de la hormiga.

En otro orden de ideas, Ramos-Elorduy *et al.* (1986) documentó la estructura general de los nidos de *L. apiculatum*, los cuales tienen galerías y cámaras diversas, estas últimas son la real, la de huevecillos de la casta obrera, de larvas y pupas, de pupas y trabécula, cada una de estas cámaras se encuentran conectadas por túneles. Durante la excavación de los recolectores para descubrir la trabécula se desconoce lo que sucede con los túneles que conectan con la cámara de esta estructura y si estos son destruidos. Nuevas investigaciones deberían enfocarse en este aspecto y esclarecer que tanto afecta la perturbación de los túneles de la trabécula para la localización posterior por parte de las hormigas obreras.

Por otro lado, en este estudio se identificó que el material vegetal usado para recolectar escamoles es independiente de la región. Por ejemplo, en las localidades Santa Isabel-El Coto y El Coto, Querétaro, lo que se usa para rellenar la oquedad consiste de pencas secas de nopal y pasto (Dinwiddie *et al.*, 2013), mientras que en San Pedro Tarímbaro, Michoacán,

el material de relleno está conformado por los restos de la trabécula y ramitas de *Baccharis conferta* (Ramos-Elorduy *et al.*, 1986) En Tolosa, Pinos, Zacatecas los recolectores rellenan el nido con *Tillandsia recurvata*. Mientras, que en Pocitos, Charcas, San Luis Potosí y El Terrero, San Felipe, Guanajuato prefieren rellenan con pencas secas de nopal (*Opuntia* spp.) y herbáceas secas o frescas.

Asimismo, el tipo y uso del equipo varía dependiendo de los recolectores. En la etapa de recolección algunas parejas cargan en promedio 16.101 kg, cuando incluyen en su equipo cribas de madera (4.290 kg) y tijeras de podar grandes (1.50 kg); este estudio propone que se utilice cribas de aluminio (1.555 kg) y tijeras de podar chicas (0.310 kg) y así aligerar el peso a 11.501 kg. Por otro lado, otros recolectores, principalmente los de Guanajuato y Zacatecas no usan la varilla para determinar la ubicación exacta de la trabécula; durante los recorridos en campo, se comprobó que usar esta herramienta evita la destrucción de la trabécula, excavaciones en lugares alejados de ella y provoca la pérdida de tiempo. También, se sugiere que en la etapa de recolección se use una escobetilla para recoger los escamoles en lugar de la rama de una planta.

En el caso del transporte de los escamoles, los recolectores de El Terrero, San Felipe, Guanajuato, prefieren trasladar las larvas en cubetas. Sin embargo, ellos deberían optar por una hielera para conservarlas mejor. Para la etapa de limpieza-lavado-drenado, la mayoría de los recolectores usan cedazos de diferentes tamaños, por lo que es aconsejable su uso para facilitar y mejorar la higienización de las larvas. Durante la limpieza-lavado-drenado se deben usar cedazos de diferentes tamaños para facilitar la actividad. Los escamoles una vez lavados deben escurrirse antes de ponerse en el refrigerador o congelador y así evitar que se apiñen en forma de pelota durante su congelación y previo al congelamiento, las larvas deben separarse en cantidades determinadas dentro de recipientes o bolsas limpias y así facilitar su posterior comercialización.

Por otro lado, el modo actual de limpieza-lavado-drenado de los escamoles no garantiza que el producto sea inocuo. Al menos se debería involucrar un lavado de las larvas con agua fría salada, colocarlos en un cedazo para drenar el exceso de agua y almacenarlos congelados en paquetes sellados con cantidades determinadas para su comercialización. En este sentido se podría considerar como ejemplo la Norma para el caviar (CODEX STAN 291-2010) de la Organización Mundial de la Salud (FAO, 2018). Hasta donde los autores saben, este es el primer trabajo en el que se documentan las etapas de limpieza-lavado-drenado y

almacenamiento.

También, es importante mencionar la conveniencia de practicar la extracción de escamoles sólo una vez al año en cada nido al considerar los aspectos reproductivos de la especie *L. apiculatum* e impedir su extinción en la medida de lo posible. Quizás, el desarrollo de trabéculas artificiales y su uso podrían ser actividades que coadyuven a la preservación de importante recurso natural.

De igual manera se sugiere ampliar la investigación hasta la etapa de la comercialización de los escamoles, ya que una de las principales problemáticas en torno a la explotación de *L. apiculatum* es el intermediarismo (Tarango-Arámbula, 2012) y la fluctuación del precio de las larvas. Los resultados obtenidos en este estudio y la descripción detallada de la venta y consumo de escamoles podrían servir como precursores para la formulación de normas o estándares de recolección, inocuidad y comercialización.

2.7. CONCLUSIONES

Las etapas de recolección, limpieza-lavado-drenado y almacenamiento de larvas de *L. apiculatum* son aspectos importantes para propiciar su aprovechamiento eficiente y la preservación de la especie. Las etapas del aprovechamiento actual de escamoles se realizan omitiendo prácticas conservacionistas de la especie, así como de higiene, sanidad e inocuidad de los escamoles. Durante la etapa de recolección, todos los recolectores destruyen en mayor o menor medida la trabécula y no se garantiza al 100 % que el material vegetal con el que se sustituye sea usado para que las larvas pertenecientes a la casta reproductora se coloquen allí por la especie. Para posteriores trabajos relacionados con aspectos de la etapa de recolección deberían tomarse en cuenta a los recolectores de Pocitos, Charcas, San Luis Potosí como punto de referencia debido a su experiencia. A pesar de los esfuerzos realizados para detallar la etapa de recolección, más trabajos de investigación debe realizarse para desarrollar acciones tendientes al aprovechamiento racional de los escamoles, sin menoscabo de la preservación de la especie. También, se requiere desarrollar una norma sobre las etapas de recolección, limpieza-lavado-drenado y almacenamiento de los escamoles.

2.8. LITERATURA CITADA

- Barrios-Díaz, B., González-Vázquez, J. A., Márquez-Pérez, G., Ojeda-Martínez, A., Vázquez-Huerta, G. y Barrios-Díaz, J. M. 2016. Situación actual de la recolección de la hormiga escamolera *Liometopum apiculatum* (Formicidae: Dolichoderinae) en Tetela de Ocampo, Puebla. *Entomología Mexicana*, 3: 142–145.
- Cuadriello, J. I. 1980. Consideraciones biológicas y económicas acerca de los escamoles (Hymenoptera: Formicidae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Cruz-Labana, J. D., Tarango-Arámbula, L. A., Alcántara-Carbajal, J. L., Pimentel-López, J., Ugalde-Lezama, S., Ramírez-Valverde, G. y Méndez-Gallegos, S. J. 2014. Uso de hábitat por la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr) en el centro de México. *Agrociencia*. 48(6): 569-582.
- del Toro, I., Pacheco, J. A. y Mackay, W. P. 2009. Revision of the ant genus *Liometopum* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 53: 296-369.
- Dinwiddie, M. L., Jones, R. W., Roitman-Genoud, P., Tarango-Arámbula, L. A. y Malda-Barrera G. X. 2013. Estudio etnoentomológico de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum*) en dos localidades del estado de Querétaro. *Agroproductividad*. 6: 27-34.
- Esparza, F. G., Macías R., F. J., Martínez, S., M., Jiménez, G., M. A. y Méndez, G., S. J. 2008. Insectos comestibles asociados a las magueyeras en el ejido Tolosa, Pinos, Zacatecas, México. *Agrociencia*, 42: 243-252.
- Food and Agriculture Organization. 2018. CODEX STAN 291 – 2010, Standard for sturgeon caviar. Recuperado el 10 de julio, 2017 de: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/fr/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCODEX%2BSTAN%2B291-2010%252FCXS_291s_2013.pdf
- Fernández, F. 2003. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Bogotá, Colombia: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Pp. 424.
- Gliem, J. A., and Gliem, R. R. 2003. Calculating, interpreting, and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales. *Midwest Research-to-Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education*, 1: 82-87.

- Gregg, R. E. 1963. The ants of Colorado, with reference to their ecology, taxonomy, and geographic distribution. Denver, Colorado: University of Colorado.
- Gutiérrez-Acosta F., Valdez-Cepeda R. D., Blanco-Macías F. 2002. Multivariate analysis of cactus pear (*Opuntia* spp.) fruits from a germplasm collection. *Acta Horticulturae* 581: 111-118.
- Hernández-Roldan, E., Tarango-Arámbula, L. A., Ugalde-Lezama, S., Hernández-Juárez, A., Cortez-Romero, C., Cruz-Miranda, Y. y Morales-Flores, F. J. 2017. Hábitat y densidad de nidos de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr) en una UMA de Zacatecas, México. *Agroproductividad*. 10(5): 10-17.
- Hoey-Chamberlain, R., Rust, M. K. and Klotz, J. H. 2013. A review of the biology, ecology and behavior of velvety tree ants of North America. *Sociobiology*. 60(1): 1-10.
- Kovach Computing Services. 2009. Multi-Variate Statistical Package Version 3.13r. <http://www.kovcomp.com>
- Lara-Juárez, P., Aguirre-Rivera, J. R., Castillo-Lara, P. y Reyes-Agüero, J. A. 2015. Biología y aprovechamiento de la hormiga de escamoles, *Liometopum apiculatum* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 31(2): 251-264.
- Lawshe C. H. 1975. A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4): 563-575.
- Mackay, W. and Mackay, E. 2002. The ants of New Mexico (Hymenoptera: Formicidae). Lewinston, NY: EdwinMellen Press.
- 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: 500-512.
- Miranda G., Quintero B., Ramos B. y Olgúin-Arredondo, H. A. 2011. La recolección de insectos con fines alimenticios en la zona turística de Otumba y Teotihuacán, Estado de México. *Pasos*. 9: 81-100.
- Rafael-Valdez, J., Tarango-Arambula, L. A., Ugalde-Lezama, S., Lozano-Cavazos E. A., Ruíz-Vera, V. M. y Bravo-Vinaja, Á. 2017. Sustratos forrajeros y de anidación de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum* Mayr, Hymenoptera: Formicidae) en Villa González Ortega, Zacatecas, México. *Agrociencia*. 51: 755-769.
- Ramos-Elorduy, J., Délage D., B., Cuadriello A., J. I., Galindo M., N. y Pino M., J. 1984. Ciclo de vida y fundación de las sociedades de *Liometopum apiculatum* M. (Hymenoptera, Formicidae). *Anales del Instituto de Biología, UNAM. Ser. Zoología*. 54: 161-176.

- Ramos-Elorduy, J., Darchen, B., Flores-Robles, A., Sandoval-Castro, E., y Cuevas-Correa, S. 1986. Estructura del nido *Liometopum occidentale* var. *luctuosum* manejo y cuidados de estos en los núcleos rurales de Mexico de las especies productoras de escamoles (*L. apiculatum* M. y *L. occidentale* var. *luctuosum* W.) (Himenoptera, Formicidae). Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología. 2: 333-342.
- Ramos-Elorduy, J., Pino, J. M. y Correo, S. C. 1998. Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología. 69: 65-104.
- Ramos-Elorduy J. y Pino, J. M. 2001. Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México. Revista de la Sociedad Química de México 45(2): 66-76.
- Ramos-Elorduy, J., Pino, J. M. y Conconi, M. 2006. Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. Folia Entomológica Mexicana. 45: 291-318.
- SAGARPA. 2018a. SAGARPA apoya a recolectores de escamoles en el Altiplano Potosino. Fecha de consulta 12 de agosto de 2018. <http://sagarpa.gob.mx/Delegaciones/sanluispotosi/boletines/Paginas/2015B089.aspx>
- SAGARPA. 2018b. Se implementa Proyecto para el Aprovechamiento, Conservación e Industrialización del Escamol en el Ejido El Terrero, en el Municipio de San Felipe, Gto. Fecha de consulta 12 de agosto de 2018. <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/guanajuato/boletines/Paginas/2015B079.aspx>
- Santamaria, M. R. 2005. Industria alimentaria. Tecnologías emergentes. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España.
- Shapley, H. 1920. Thermokinetics of *Liometopum apiculatum* Mayr. Proceedings of National Academy of Sciences. 6: 204-211.
- Tarango-Arámbula, L. A. 2012. Los escamoles y su producción en el Altiplano Potosino–Zacatecano. RESPIN. 4: 139-144.
- Tristán-López, A. 2008. Modificación al modelo de Lawshe para el dictamen cuantitativo de la validez de contenido de un instrumento objetivo. Avances en medición, 6(1): 37-48.
- Valdez-Cepeda, R. D., Gallegos-Vázquez C. y Blanco-Macías, F. 1996. Clasificación numérica de *Opuntia* spp. mediante características de su fruto (tuna). Rev. Geografía

Agrícola, 22-23: 287-293.

Velasco-Corona, C., Corona-Vargas, M. D. C. y Peña-Martínez, R. 2007. *Liometopum apiculatum* (Formicidae: Dolichoderinae) y su relación trofobiótica con Hemiptera *Sternorrhyncha* en Tlaxco, Tlaxcala, México. Acta Zoológica Mexicana. 23(2): 31-42.

Wheeler, W. M. 1905. The North American ants of the genus *Liometopum*. Bulletin of the American Museum of Natural History. 21: 321-333.

CONCLUSIONES GENERALES

Liometopum apiculatum es insecto comestible que por su sabor y prestigio en el mercado, ha aumentado su demanda. Sin embargo, el aprovechamiento de los escamoles presenta diversos problemas, entre los principales se encuentran:

- Desconocimiento de la biología y ecología de la especie.
- Manejo inapropiado de los nidos.
- Intermediarismo.
- Desconocimiento del estado de conservación en que se encuentran las poblaciones de *L. apiculatum*.
- Ausencia de descripciones detalladas acerca de las etapas de aprovechamiento de escamoles.

Con la aplicación del MER, la calificación final obtenida fue de 8 puntos por lo que se propone que *L. apiculatum* se incluya en la categoría de Protección especial (Pr) según las especificaciones 5.7 y 6 de la NOM-059. Las calificaciones específicas de cada criterio fueron:

- Criterio A (Amplitud de la distribución): 3 puntos (distribución restringida).
- Criterio B (Estado del hábitat respecto al desarrollo natural del taxón): 1 punto (propicio o poco limitante).
- Criterio C (Vulnerabilidad biológica): 1 punto (vulnerabilidad baja).
- Criterio D (Impacto de la actividad humana sobre el taxón): 3 puntos.

La determinación del estado de riesgo de *L. apiculatum* es un referente para establecer las pautas necesarias para conservar las poblaciones de la especie.

Con respecto a las etapas relacionadas con el aprovechamiento de escamoles, se identificó que los recolectores de las tres regiones estudiadas comparten características muy similares en el modo de aprovechar los escamoles.

El estudio consistió en visitas a campo, consulta con expertos, aplicación de encuestas y el inventario de los materiales requeridos por los recolectores. Las etapas del aprovechamiento

de escamoles fueron recolección, limpieza-lavado-drenado y almacenamiento:

a) Recolección

1. Inicio de temporada de recolección.
2. Horario de recolecta.
3. Búsqueda y localización del nido.
4. Excavación y extracción del escamol.
5. Cribado.
6. Relleno del hueco que ocupaba la trabécula y el resto de la oquedad.
7. Transporte.

b) Limpieza-lavado-drenado.

c) Almacenamiento.

Esta investigación con la determinación del Riesgo de Extinción de *L. apiculatum* y con la descripción detallada del proceso de la recolecta de escamoles, contribuye con conocimiento para un mejor manejo y conservación de la especie en el centro-norte de México.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de expertos que colaboraron en la evaluación de la encuesta.

Nombre	Institución	Grado académico	Correo electrónico
Juan Antonio Reyes Agüero	Profesor/Investigador de tiempo completo (UASLP)	Doctor en Ciencias	reyesaguero@uaslp.mx
Marcelo Márquez Olivas	Profesor de tiempo completo CBTA 124 Cd. Madera, Chihuahua	Doctor en Ciencias	marquezom@hotmail.com
Jesús Cerda	Técnico Multidisciplinario del Altiplano S.C.	Ingeniero Agrónomo	cerdacerdajesus@hotmail.com
Luis Antonio Tarango Arámbula	Profesor/Investigador del Colegio de Postgraduados (COLPOS)	Dr. en Ciencias	ltarango@colpos.mx
Santiago de Jesús Méndez Gallegos	Profesor/Investigador del Colegio de Postgraduados (COLPOS)	Doctor en Ciencias	jmendez@colpos.mx
Domingo Cruz Labana	Estudiante de doctorado Colegio de Postgraduados (COLPOS)	Maestro en Ciencias	cruz.jose@colpos.mx
Saúl Ugalde Lezama	Profesor investigador Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco. Profesor/Investigador del Colegio de Postgraduados (COLPOS)	Doctor en Ciencias	saulu@colpos.mx
Ernestina Hernández Roldan	Estudiante de maestría Colegio de Postgraduados (COLPOS)	Maestro en Ciencias	ernest_1356@hotmail.com
Araceli Valverde Castañeda	Faunótica, S. C.	Ingeniero en Agroecología	aravalverde@faunotica.mx
Octavio Martínez Castañeda	Faunótica, S. C.	Ingeniero en Agroecología	octavio.martineda@faunotica.mx

Anexo 2. Proporción de validez de contenido (PVC) para cada uno de los Enunciados a partir de la evaluación del grupo de expertos.

Enunciado	No necesario	Útil pero no necesario	Esencial	PVC
1. El inicio de la temporada de recolecta de huevos depende de la temperatura.	1	0	10	0.818
2. Poco antes de la temporada de recolecta, yo reviso algunos nidos y dependiendo del tamaño del huevo, decido si recolecto o no.	1	1	9	0.636
3. Poco antes de la temporada de recolecta, yo reviso algunos nidos y dependiendo de la cantidad de huevos, decido si recolecto o no.	2	3	6	0.090
4. La recolección de huevos termina antes de que ocurra la primera lluvia.	4	5	2	-0.636
5. Entre más profundos son los caminos de las hormigas, más cerca se encuentra el nido.	2	0	9	0.636
6. El nido se localiza cerca de donde se cruzan los caminos de las hormigas.	0	2	9	0.636
7. La cantidad de hormigas que salen al estar excavando indica cercanía al nido.	1	5	5	-0.090
8. El número máximo de veces que debe aprovecharse un nido de hormiga escamolera es dos.	1	0	10	0.818
9. Los huevos deben recolectarse cuando la temperatura es fresca.	0	1	10	0.818
10. La varilla se utiliza para determinar la ubicación exacta del nido de la hormiga escamolera.	0	0	11	1
11. Al introducir la varilla donde se encuentra el nido, se desprende un olor fuerte.	0	0	11	1
12. La excavación no se realiza sobre la entra del nido.	0	2	9	0.636
13. Los insectos rojos y escarabajos (pinacates) en el nido indican mayor cantidad de huevos.	4	7	0	-1
14. Yo uso un talache o una barreta para descubrir el nido.	0	0	11	1

Anexo 2 (Continuación). Proporción de validez de contenido (PVC) para cada uno de los Enunciados a partir de la evaluación del grupo de expertos.

Enunciado	No necesario	Útil pero no necesario	Esencial	PVC
15. Una pala sirve para extraer la huevera.	0	2	9	0.636
16. Yo uso una escobeta, brocha, cepillo o alguna planta para recoger los huevos de la base del nido.	0	2	9	0.636
17. Los huevos deben recolectarse cuando la temperatura es cálida.	8	1	2	-0.636
18. Yo uso dos cribas o harneros para limpiar los huevos.	0	0	11	1
19. Además de las cribas (harneros), yo también uso un cedazo para limpiar los huevos.	0	2	9	0.063
20. La escobeta no debe usarse para limpiar las cribas.	1	1	9	0.636
21. La cinta canela alrededor de los tobillos y muñecas evita que las hormigas se suban al cuerpo.	0	1	10	0.818
22. Yo dejo cierta cantidad de huevos en la base del nido para conservar la colonia.	1	1	9	0.636
23. Yo deposito los huevos en una penca de maguey para ayudar a las hormigas a regresar al nido.	0	5	6	0.090
24. La penca de maguey que yo utilizo para ayudar a las hormigas a regresar al nido la coloco en el sol.	7	0	4	-0.272
25. El material (equipo) que no se usa durante la recolección de los huevos debe dejarse lejos del nido.	2	4	5	-0.090
26. El nido, después de la extracción de los huevos, se rellena con material vegetal.	0	0	11	1
27. Una penca de nopal o una piedra sirven como tapón para sellar el nido.	0	1	10	0.818
28. Una vez tapado el nido, la colocación de material vegetal espinoso sirve para evitar que los animales se coman los huevos.	0	2	9	0.636

Anexo 2 (Continuación). Proporción de validez de contenido (PVC) para cada uno de los enunciados a partir de la evaluación del grupo de expertos.

Enunciado	No necesario	Útil pero no necesario	Esencial	PVC
28. Una vez tapado el nido, la colocación de material vegetal espinoso sirve para evitar que los animales se coman los huevos.	0	2	9	0.636
29. Yo limpio mi material y herramientas con agua y cloro antes de trabajar en un nido.	4	3	4	-0.273
30. Después de lavar el escamol yo lavo el material que utilice y lo coloco en un lugar en específico	0	1	10	0.818
31. Algunos de los nidos que yo aproveché, desaparecieron porque otras personas los sacaron y no los taparon bien.	2	0	9	0.636
32. Los recolectores de otros ejidos destruyen nuestros nidos.	4	1	6	0.091
33. Las hormigas son diferentes en cuanto tamaño y color.	3	2	6	0.091
34. Si la reina se extrae durante la recolección, yo la regreso al nido.	0	0	11	1
35. Un nido con huevos pequeños debe dejarse descansar hasta que tengan un buen tamaño.	0	1	10	0.818
36. Yo transporto los huevos en una hielera para mantenerlos frescos.	0	2	9	0.636
37. Yo uso cedazos de diferentes tamaños, para el lavado de los huevos.	0	2	9	0.636
38. Cuando el escamol flota durante su lavado, yo lo separo de los residuos con un colador o cedazo.	0	1	10	0.818
39. Yo enjuago los huevos con agua limpia.	0	1	10	0.818
40. Yo separo a los huevos por tamaño, forma y color.	3	2	6	0.091
41. Los huevos ya limpios se dejan escurrir en un cedazo.	0	1	10	0.818
42. Mis hijos (sin importar la edad) me apoyan con el lavado de los huevos.	1	4	6	0.091

Anexo 2 (Continuación). Proporción de validez de contenido (PCV) para cada uno de los enunciados a partir de la evaluación del grupo de expertos.

Enunciado	No necesario	Útil pero no necesario	Esencial	PCV
43. Los huevos ya limpios se almacenan en condiciones controladas de temperatura (congelador o refrigerador).	0	0	11	1
44. Yo tengo un refrigerador/congelador sólo para almacenar los huevos.	2	0	9	0.636
45. Yo almaceno los huevos de la hormiga en el refrigerador de la tienda de la comunidad.	5	0	6	0.091
46. Yo almaceno los huevos limpios en cantidades determinadas dentro de bolsas/recipientes esterilizados y sellados.	0	2	9	0.636
47. Para mantener el buen estado de los huevos yo los entrego al intermediario, una o dos semanas después de su recolección.	2	4	5	-0.091

Anexo 3. Actividades evidenciadas, equipo y justificación de uso por etapa durante el aprovechamiento de escamoles en el centro-norte de México.

Etapas	Actividad	Equipo	Justificación
Recolección			
1. Inicio del de temporada de recolección	a) Empezar la recolección a principios de marzo.	—	Este es el periodo del año en el que la casta reproductora de <i>L. apiculatum</i> inicia el vuelo nupcial y la búsqueda consiguiente del lugar donde establecer una colonia nueva (Ramos-Elorduy <i>et al.</i> , 1984; Lara-Juárez <i>et al.</i> , 2015).
	b) Revisar al menos un par de nidos para determinar si la etapa de desarrollo actual es larva.	-Pala -Talache -Varilla	Las larvas deben ser de color blanquecino y de forma alargada (Fernández, 2003).
2. Horario de recolección	Terminar recolección antes de 11:30 y reanudar después de 17:00 h.	Reloj	La actividad de forrajeo de <i>L. apiculatum</i> es mayor cuando la temperatura del aire es de entre 14 y 38°C. Las obreras tienden a ocultarse o descansar durante temperaturas máximas (mayores a 38°C) (Shapley, 1920). La recolección practicada entre las 12:00 y 17:00 h provoca la muerte de obreras, principalmente las que están descansando dentro del nido. La supervivencia de una colonia de hormigas depende del número de obreras (Fernández, 2003).
3. Búsqueda y localización del nido donde se hace la recolección	a) Encontrar plantas de anidación.	-	<i>Liometopum apiculatum</i> anida en plantas de las especies <i>Quercus</i> spp., <i>Pinus ponderosa</i> Douglas ex Lawson, <i>Pinus cembroides</i> Zucc (Wheeler, 1905; Gregg, 1963; Mackay & Mackay, 2002; del Toro <i>et al.</i> , 2009; Hoey-Chamberlain <i>et al.</i> , 2013), <i>Agave</i> sp., <i>Opuntia</i> sp., <i>Yucca</i> sp., <i>Prosopis</i> sp., <i>Cylindropuntia</i> sp., (Wheeler, 1905;-

Anexo 3 (Continuación). Actividades evidenciadas, equipo y justificación de uso por etapa durante el aprovechamiento de escamoles en el centro-norte de México.

Etapa	Actividad	Equipo	Justificación
	b) Seguir caminos de forrajeo; entre más profundos y anchos sean estos, más cerca se está de la entrada del nido.	—	La actividad y cantidad de hormigas cerca del nido son mayores y los caminos de forrajeo más marcados.
	c) Seguir caminos de forrajeo hasta encontrar su intersección.	—	Una colonia de <i>L. apiculatum</i> tiene entre tres o cinco caminos de forrajeo (Rafael-Valdez <i>et al.</i> , 2017).
	d) Ubicar con una varilla la ubicación exacta del nido; esta se debe hundir en el sitio donde se encuentra la trabécula y su punta debe impregnarse del olor característico de los escamoles.	-Varilla lisa con extremo puntiagudo (grosor 3 -5 milímetros).	El suelo donde se encuentra la trabécula es ablandado por el continuo tránsito de las hormigas (Ramos-Elorduy <i>et al.</i> , 1986).
4. Excavación y extracción de los escamoles	La cinta canela se coloca alrededor de los tobillos y las muñecas. El hueco por el cual se accederá al sitio donde se encuentra la trabécula debe hacerse a 50 o-	-Cinta canela estándar -Pala punta redonda estándar. -Zapapico -Barreta de cabeza hexagonal. -Machete estándar. -	-La cinta canela alrededor de los tobillos y las muñecas evita que las hormigas se suban al cuerpo. -La excavación se realiza alejada de la entrada del nido para extraer la trabécula (estructura frágil) con la pala, el talache o la barreta (Ramos-Elorduy <i>et al.</i> , 1986) y dañar al mínimo a los escamoles. -

Anexo 3 (Continuación). Actividades evidenciadas, equipo y justificación de uso por etapa durante el aprovechamiento de escamoles en el centro-norte de México.

Etapa	Actividad	Equipo	Justificación
	<p>-70 centímetros de la entrada del nido o del lugar donde la varilla se hundió.</p> <p>La cantidad de hormigas en aumento al excavar es un indicador de la proximidad de la trabécula.</p> <p>El talache o la barreta se usan para ablandar el suelo. La pala se usa para remover suelo y como cuchara para extraer la trabécula. El machete o las tijeras de podar sirven para cortar material vegetal. Las tijeras de podar se usan para cortar las raíces si la trabécula se encuentra empotrada a alguna planta.</p> <p>Una escobetilla se usa para recoger los escamoles.</p> <p>Regresar a la reina se extrajo durante la excavación.</p>	<p>-Tijeras para podar manuales.</p> <p>-Escobetilla.</p>	<p>-Una escobetilla se debe usar para recoger los escamoles.</p> <p>La reina del nido tiene como función producir huevos ¿para qué? (Fernández, 2003).</p>

Anexo 3 (Continuación). Actividades evidenciadas, equipo y justificación de uso por etapa durante el aprovechamiento de escamoles en el centro-norte de México.

Etapa	Actividad	Equipo	Justificación
5. Cribado durante la recolección	Separar los escamoles de la trabécula o el material vegetal de relleno sacudiendo las dos cribas. Los residuos grandes se quedarán en la criba grande y los pequeños pasarán a través de la criba chica, la mayoría de los escamoles permanecerán en esta última.	Dos cribas o harneros con marco de aluminio: Criba grande 50 o 60 cm de largo por 40 o 50 cm de ancho. Criba pequeña 40 o 50 cm de largo por 30 o 40 cm de ancho. Tamaño de la malla: Criba grande de 7 mm a 1 cm; Criba chica de 3 a 5 mm.	El cribado de los escamoles permite reducir el trabajo de limpieza en casa y facilita el transporte.
6. Relleno del hueco que ocupaba la trabécula y el resto de la quedado	Rellenar el espacio que ocupaba la trabécula con material vegetal; usar preferentemente cladodios deshidratados de nopal acompañados de plantas herbáceas frescas o <i>T. recurvata</i> (Paxtle). Encima debe colocarse una penca de nopal o una	-Pala de punta redonda	El material vegetal seco utilizado como relleno sirve para que las obreras de <i>L. apiculatum</i> puedan reconstruir con mayor facilidad la trabécula o para que coloquen allí mismo las larvas (Ramos-Elorduy <i>et al.</i> , 1986). Los cladodios deshidratados de nopal asemejan la estructura de la trabécula. Las plantas frescas sirven para restablecer la temperatura del hueco donde se encontraba la-

Anexo 3 (Continuación). Actividades evidenciadas, equipo y justificación de uso por etapa durante el aprovechamiento de escamoles en el centro-norte de México.

Etapa	Actividad	Equipo	Justificación
	- piedra o una cabeza seca de maguey.	—	trabécula (Ramos-Elorduy <i>et al.</i> , 1986). La penca de nopal, piedra o cabeza de maguey se usa para evitar que el viento o el agua penetren con facilidad a la trabécula. La colocación del material espinoso, según muchos recolectores, puede evitar la depredación de los escamoles por mamíferos y el pisoteo del ganado doméstico.
6. Relleno y sellamiento del nido durante la recolección	Depositar el suelo que se extrajo con la pala, cuidando no dejar hendiduras. Después, en la superficie del nido se colocan algunos cladodios frescos de <i>Opuntia</i> spp. o tallos frescos de <i>Cylindropuntia</i> spp.	-Pala. -Machete o tijeras de podar.	Un nido bien cubierto puede evitar que agua y viento entren con facilidad.
7. Transporte	Colocar los escamoles en una hielera que debe mantenerse cerrada y en la sombra la mayor parte del tiempo.	Hielera	Los escamoles se colocan dentro de una hielera para tratar de conservarlos mejor a una temperatura que los afecte al mínimo y facilitar su transporte.

Anexo 3 (Continuación). Actividades evidenciadas, equipo y justificación de uso por etapa durante el aprovechamiento de escamoles en el centro-norte de México.

Etapa	Actividad	Equipo	Justificación
Limpieza-lavado-drenado			
Limpieza-lavado-drenado	Colocar los escamoles en un cedazo de plástico dentro de una tina con agua limpia. Los escamoles al flotar en el agua se separan de residuos como hierbas; esto puede hacerse directamente con las manos o con un colador. Una vez que se hace la separación de larvas y pupas, los escamoles seleccionados se enjuagan al menos tres veces -después, los escamoles se colocan en un cedazo limpio y se dejan escurrir para evitar que al momento de congelarlos o refrigerarlos se apiñen	-Balde ovalado o alargado de capacidad mayor a los 20 litros de preferencia. -Cedazos (tamaño de la malla menor a 0.7 x 0.7 cm). -Cedazo o colador de cocina con manija. -Agua limpia potable o destilada.	En el mercado se prefieren las larvas y se rechazan las pupas (con cabeza, antenas y parte del cuerpo desarrollada) (Dinwiddie <i>et al.</i> , 2013). El exceso de agua después de lavar los escamoles puede provocar que se peguen y apiñen; esto dificulta la descongelación y uso en la preparación de platillos.

Anexo 3 (Continuación). Actividades evidenciadas, equipo y justificación de uso por etapa durante el aprovechamiento de escamoles en el centro-norte de México.

Etapa	Actividad	Equipo	Justificación
Almacenamiento			
Almacenamiento	Colocar los escamoles en un recipiente sellado (si se almacenan junto a otros alimentos) dentro del refrigerador o congelador. Es recomendable usar un refrigerador o congelador exclusivo para el almacenamiento de los escamoles.	Refrigerador o Congelador	El control de la temperatura permite inhibir la descomposición de los alimentos (Santamaría, 2005): Refrigeración: 2° a 4°C Congelación: -18°C