

# HÁBITAT Y DENSIDAD DE NIDOS DE LA HORMIGA ESCAMOLERA (*Liometopum apiculatum* Mayr) EN UNA UMA DE ZACATECAS, MÉXICO

## HABITAT AND DENSITY OF NESTS OF THE ESCAMOLERA ANT (*Liometopum apiculatum* Mayr) IN A ZACATECAS UMA, MEXICO

Hernández-Roldan, E.<sup>1</sup>; Tarango-Arámbula, L.A.<sup>2\*</sup>; Ugalde-Lezama, S.<sup>3</sup>; Hernández-Juárez, A.<sup>4</sup>; Cortez-Romero, C.<sup>5</sup>; Cruz-Miranda, Y.<sup>6</sup>; Morales-Flores, F.J.<sup>7</sup>

1, 2\*, 4, 5, 7 Postgrado de Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Iturbide No. 73, Colonia Centro, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, SLP. México. C.P 78620. <sup>3, 6</sup>Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.

\*Autor de correspondencia. Itarango@colpos.mx

### RESUMEN

Para determinar las variables del hábitat que explican la presencia de sitios de anidación de *Liometopum apiculatum* Mayr, así como la densidad de nidos en una Unidad de Manejo para la conservación de Vida Silvestre (UMA), se evaluaron 80 parcelas circulares de 20 m de diámetro (nidos de hormiga) y con Líneas Canfield. La densidad se estimó utilizando cinco transectos de 700×100 m, La relación entre los nidos y las variables del hábitat se analizó mediante Regresión Poisson (ARP) y Análisis de Componentes Principales (ACP), además de Análisis de Correspondencia Simple (ACS). El ARP mostró que nueve variables del hábitat tienen más efecto sobre los sitios de anidación. El ACP explicó el 70.5% de la variabilidad presente entre las variables del hábitat y sitios de anidación. El ACS mostró la asociación entre los sitios de anidación y variables del hábitat evaluadas en la UMA, registrando una densidad de nidos de 3.8 nidos ha<sup>-1</sup> con un mínimo de 2.7 y un máximo de 5.5 ( $\alpha=0.05$ ) y coeficiente de variación del 16.3%. Los resultados sugieren que para proveer condiciones adecuadas para la anidación de la hormiga escamolera en sitios degradados del área estudiada, es necesario realizar acciones de manejo del ganado (respetar capacidad de carga) y de mejoramiento de hábitat.

**Palabras clave:** Anidación, conservación, escamoles, producción.

### ABSTRACT

In order to determine the habitat variables that explain the presence of nesting sites of *Liometopum apiculatum* Mayr, as well as the density of nests in an Environmental Management Unit (Unidad de Manejo Ambiental, UMA), 80 circular plots of 20 m diameter (ant nests) were evaluated with Canfield Lines. The density was estimated using five transects of 700×100 m, and analyzed through Poisson Regression (PRA) and Principal Components Analysis (PCA), in addition to the Simple Correspondence Analysis (SCA). The PRA showed that nine variables of the habitat have a greater effect on the nesting sites. The PCA explained 70.5 % of the variability present between the habitat variables and nesting sites. The SCA showed the association between the nesting sites and habitat variables evaluated in the UMA, recording a nest density of 3.8 nests ha<sup>-1</sup> with a minimum of 2.7 and a maximum of 5.5 ( $\alpha=0.05$ ) and variation coefficient of 16.3%. The results suggest that the conditions are adequate for nesting of the escamolera ant in degraded sites of the area studied, and that it is necessary to carry out actions for livestock management (respecting load capacity) and habitat improvement.

**Keywords:** nesting, escamoles, conservation, production.

**Agroproductividad:** Vol. 10, Núm. 5, mayo, 2017. pp: 10-17.

**Recibido:** diciembre, 2016. **Aceptado:** marzo, 2017.

## INTRODUCCIÓN

Los insectos son el grupo taxonómico con mayor número de especies descritas en el mundo, con más de un millón de ellas, reconocidas en 29 ordenes (Zamorano, 2014), mismas que habitan en prácticamente todos los ambientes (cosmopolitas), resultando ser cruciales en la dinámica y equilibrio ecológico de los ecosistemas en que habitan (Zhang, 2011), por lo que suelen ser excelentes indicadores de la calidad ambiental, ya que su adaptación y existencia dependen de las condiciones de los mismos (Esparza-Fausto *et al.*, 2008). Uno de los órdenes más diversos es el Hymenoptera con más de 115000 especies descritas entre abejas, avispa, hormigas y otras (Novelo *et al.*, 2013). Las hormigas pertenecen a la Familia Formicidae, dentro de la Superfamilia Vespoidea, grupo considerado monofilético (Brothers y Carpenter, 1993), aunque es posible encontrar hormigas en prácticamente cualquier hábitat, y gracias a sus estrategias evolutivas lograron ocupar el perfil edáfico (Wilson, 1971), no obstante, de manera secundaria, algunas especies ocupan formas de vida arbórea, particularmente en troncos, ramas, o cavidades subcorticales (Hölldobler y Wilson, 1990); se estima que su diversidad alcanza aproximadamente 12500 especies descritas a nivel mundial, representadas en 290 géneros incluidos en 21 subfamilias (Bolton, 1995); sin embargo, podría oscilar en más de 30000 debido a que aún faltan muchas especies por describir, específicamente en los trópicos (Ward, 2010). Dicha familia exhibe una amplia distribución mundial, excepto en Islandia, Antártida, Islas del Pacífico Central y Groenlandia (Hölldobler y Wilson, 1990), reconociéndose ocho regiones

zoogeográficas, mismas que presentan diversas especies endémicas (Bolton, 1994); siendo el Neotrópico la región más diversa con 118 géneros, de los cuales el 50% son endémicos; además alberga alrededor de 2400 especies descritas, dentro de 16 subfamilias, siendo las más diversas de esta región: Myrmicinae, Ponerinae y Dolichoderinae (Bolton 1995b); esta última con 10 géneros, incluyendo *Liometopum*, que pertenece a la tribu Tapinomini (Ward *et al.*, 2010); las especies norteamericanas *L. apiculatum* Mayr, *L. occidentale* Emery, y *L. luctuosum* Wheeler; (Lara *et al.*, 2015) construyen nidos en los que establecen sus trabéculas (estructura de aspecto esponjiforme) como sustrato para la ovoposición (Gulmahamad, 1995). En México se distribuyen 973 especies de hormigas, que representan cerca de 8% del total mundial, mismas que pertenecen a 94 géneros distribuidos en 12 subfamilias; entre las cuales Dolichoderinae presenta 51 especies, de las cuales *L. occidentale* var. *luctuosum* Wheeler y *Liometopum apiculatum* Mayr, corresponden al género *Liometopum* (Ríos-Casanova, 2014). Este conjunto de hormigas se distribuye en prácticamente todos los ecosistemas, desde desiertos hasta selvas, incluso en zonas urbanas y agrícolas (Guzmán-Mendoza *et al.*, 2010). En el estado de Zacatecas, México, se han registrado 15 géneros y 21 especies de hormigas, distribuidos en ecosistemas semiáridos; particularmente en matorral desértico (Rzedowski, 1966), y en la Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA) "El Milagro" en Villa González Ortega, Zacatecas; dichos matorrales han sido fuertemente impactados por actividad antrópica, sobreexplotación del maguey (*Agave* sp.) con fi-

nes comerciales, cambio de uso de suelo, ganadería, agricultura y crecimiento de la mancha urbana (Esparza-Frausto *et al.*, 2008), lo que ha generado pérdida y fragmentación de los hábitats de distribución natural de diferentes especies, afectando la ecología-biología de algunos insectos comestibles, tales como *L. apiculatum* (López y Ramón 2010); esta especie ha sido susceptible a diferentes presiones de explotación irracional (su aprovechamiento se hace de manera rudimentaria), afectando negativamente la viabilidad-rendimiento de sus nidos, disminuyendo su densidad por hectárea (Ramos *et al.*, 2012). En la UMA el Milagro, *L. apiculatum* desempeña un rol preponderante como depredadora de agentes nocivos del ecosistema por sus amplios hábitos tróficos; por lo que participa activamente en los procesos fisicoquímicos; específicamente coadyuvando a mantener el frágil equilibrio de los ecosistemas áridos y semiáridos, favoreciendo la aireación del suelo, dispersión de semillas, polinización de plantas, reincorporando macro y micronutrientes a través de la descomposición de la materia orgánica, además de ser parte de las cadenas tróficas como presas de otros depredadores (Ríos-Casanova *et al.*, 2004). A pesar de su importancia, la investigación de esta especie se ha centrado en algunos aspectos de tipo social, cultural y nutricional (Malaisse y Parent, 1980; DeFoliart, 1989; Ramos-Elorduy *et al.*, 1998); no obstante, los aspectos de índole biológico-ecológico han sido escasamente investigados (Gómez *et al.*, 1961; Kodonki *et al.*, 1984; Cruz-Labana *et al.*, 2014); menos aun patrones en los que se determine comparativa-cuantitativamente el efecto de la estructura del hábitat sobre los sitios de anidación en este tipo de

matorrales, debido a su desconocida y compleja dinámica (Fowler y Delabie, 1995), carencia de métodos estándar de monitoreo-evaluación; mismos que dificultan su estudio-seguimiento en la localización de nidos (Nkem *et al.*, 2000; Brown *et al.*, 2001). Con base en lo anterior se determinaron los componentes de hábitat que explican la presencia de sitios de anidación de la hormiga escamolera (*L. apiculatum* Mayr) y la densidad de sus nidos en la UMA "El Milagro" en Villa González Ortega, Zacatecas, México.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La UMA "El Milagro" se localiza en el municipio de Villa González Ortega, al sureste del estado de Zacatecas, México (22° 37' 46.41" N, 101° 56' 25.36" O) y altitud de 2208 m, limita al norte, noreste y este con San Luis Potosí, por el sureste colinda con el municipio de Noria de Ángeles, hacia el suroeste con Luis Moya y en dirección noroeste con Gral. Pánfilo Natera; con un total de 302.9 ha; cubiertas por vegetación de matorral desértico (Figura 1; Giménez y González, 2011; INEGI, 2010).

Para determinar las variables del hábitat que explican la presencia de sitios de anidación de *L. apiculatum* se rea-

lizó un muestreo dirigido, el cual consistió en localizar el primer nido y evaluarlo (Cuadro 1). Los nidos subsecuentes se localizaron seleccionando un sitio con una distancia (50, 100 o 150 m) y una dirección (Norte, Sur, Este, u Oeste) aleatoria, una vez ubicado este sitio, se procedió a localizar y evaluar el nido más cercano. Los sitios de anidación se evaluaron en parcelas de 20 m de diámetro (Schreuder *et al.*, 1993; Cruz-Labana *et al.*, 2014) y con líneas de Canfield (Canfield, 1941). El centro de las parcelas evaluadas fueron los nidos de la hormiga y para su identificación geográfica se empleó Arc Map 9.3 y Herramientas de Hawth Análisis (Figura 2). Para determinar cuáles de las variables del hábitat tuvieron un mayor

efecto sobre los sitios de anidación de la hormiga escamolera, se modelaron los sitios de anidación de *L. apiculatum* (Y) y las variables del hábitat (x) mediante un Análisis de Regresión Poisson (ARP) en tres fases: 1) se ajustó la variable "Y" a las variables "x" mediante Modelos Lineales Generalizados (Generalized Linear Model,

GLM; McCullagh y Nelder, 1989); 2) se seleccionaron las variables por pasos (Stepwise; Guisan y Zimmerman, 2000) y 3) se ajustó el mejor modelo mediante el criterio de clasificación del mínimo Akaike (Akaike, 1969; Rotenberry y Wiens, 1980). Dichos análisis se llevaron a cabo

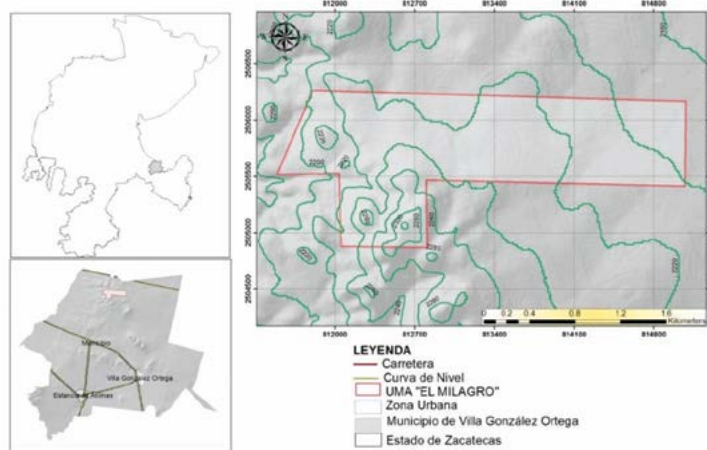


Figura 1. UMA "El Milagro", Villa González Ortega, Zacatecas, México.

Cuadro 1. Variables del hábitat de la hormiga escamolera evaluadas en la UMA "El Milagro", Villa González de Ortega, Zacatecas, México.	
Variable	Método de evaluación
Elevación del sitio de anidación (msnm).	GPS (Magellan)
Inclinación de la pendiente del terreno (%).	Clinómetro
Exposición de la pendiente (%).	GPS
Tipo de vegetación (Rzedowski, 1978).	Se clasificó de acuerdo con el tipo de vegetación presente en las parcelas.
Cobertura de suelo: suelo desnudo, roca, pasto, arbusto, material leñoso e hierbas.	Líneas de canfield (Canfield, 1941) de 20 m de largo (divisiones a cada 50 cm) tomando como punto medio el centro de las parcelas (20 m de diámetro)
Densidad (número de plantas ha <sup>-1</sup> ) de nopal, arbustos ( <i>Larrea tridentata</i> , <i>Flourensia cernua</i> , <i>Dalea bicolor</i> , <i>Parthenium incanum</i> , <i>Mimosa biuncifera</i> ), cardenches ( <i>Opuntia imbricata</i> ), palmas ( <i>Yucca</i> spp.) y magueyes ( <i>Agave</i> spp.).	Conteo de plantas dentro de las parcelas circulares de 20 m de diámetro.
Densidad (número de plantas ha <sup>-1</sup> ) de magueyes y palmas infestadas con cóccidos	Conteo de plantas infestadas dentro de las parcelas circulares de 20 m de diámetro.

en R-versión 3. 2. 0. (Maindonald, 2004; R Core Team, 2013).

Para determinar las variables del hábitat que mejor podrían explicar la presencia de la hormiga escamolera en la UMA, se realizó un análisis de Componentes Principales ( $p < 0.005$ ) (ACP; Jongman et al., 1995; Gómez, 2004). Dicho análisis

se realizó empleando el procedimiento GLM. Para analizar gráficamente la asociación entre las variables del hábitat considerados y los sitios de anidación de *L. apiculatum*, se utilizó un Análisis de Correspondencia Simple (ACS; Cornejo, 1998; Pillaca, 2003); dichos análisis se realizaron en XLSTAT v.2015.1.01 (XLSTAT, 2015). Para estimar la densidad de nidos de la hormiga escamolera (nidos  $ha^{-1}$ ) en el área de estudio se establecieron cinco transectos (700x100 m cada uno) (Figura 3), en los cuales se registraron los nidos, cuantificando sus distancias perpendiculares a la línea central del transecto.

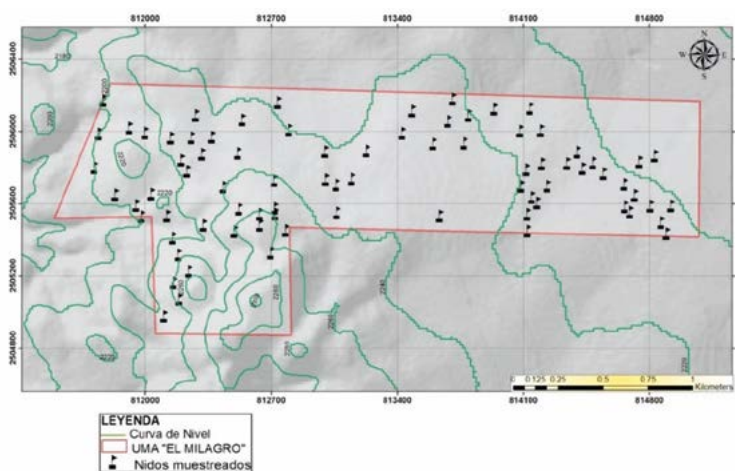
Esta información se analizó con el Distance Program 6.2 ( $\alpha = 0.05$ ) (Thomas et al., 2010), en el cual la probabilidad de detección de nidos se basó en la siguiente ecuación:

$$D = \frac{n}{\pi\rho^2}$$

Dónde: *D*: densidad estimada; *n*: número de nidos vistos sobre el transecto;  $\rho$ : radio efectivo de detección de *n* nidos que son detectados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron 16 variables del hábitat (nidos de la hormiga escamolera) en 80



**Figura 2.** Distribución de parcelas evaluadas (nidos de *L. apiculatum*) en la UMA "El Milagro", Villa González Ortega, Zacatecas, México.

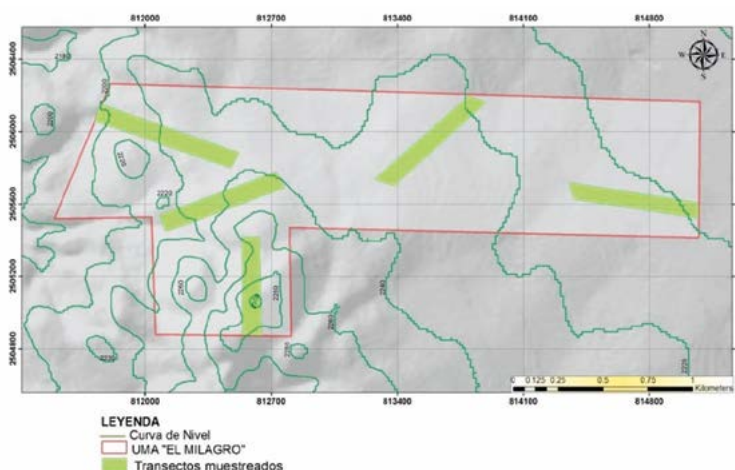
parcelas circulares (nidos de la hormiga escamolera) y el ARP identificó que nueve de ellas tienen efecto sobre la presencia de la hormiga *L. apiculatum* (Cuadro 2).

Los primeros tres componentes principales (CP) explicaron 70.5% de la variabilidad presente entre las variables del hábitat, y los sitios de anidación de *L. apiculatum* (Cuadro 3).

El ACS mostró una asociación entre sitios de anidación y las variables del hábitat con una tendencia con grupos particulares de variables (Figura 4).

La densidad de nidos en la UMA, en cinco transectos fue de 3.8 nidos  $ha^{-1}$  con un mínimo de 2.7 y un máximo de 5.5 ( $\alpha = 0.05$ ). El coeficiente de variación fue del 16.3%. En la República Mexicana la hormiga escamolera (*L. apiculatum*) muestra hábitos selectivos durante el proceso de forrajeo, asociándose más con hábitats de matorral (Cruz-Labana et al., 2014; Pineda-Pérez, 2015; Rafael-Valdez, 2015). En el área de estudio la hormiga escamolera se encontró entre los 2000 y 2300 m, mientras que en San Luis Potosí, México, se ha registrado en bosques de pino piñonero, matorral crasicaule y matorral desértico micrófilo, en elevaciones de entre 1000 a 2500 m (Cruz-Labana et al., 2014; Lara-Juárez, 2013).

En esta investigación, la hormiga escamolera se asoció significativamente con el matorral crasicaule y la densidad de maguey (*Agave* sp.), nopal (*Opuntia* sp.) y arbustos, es muy probable que



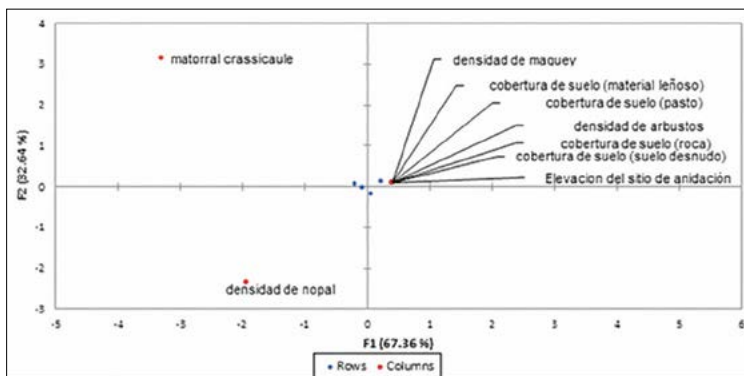
**Figura 3.** Distribución de los transectos muestreados dentro de la UMA "El Milagro", Villa González Ortega, Zacatecas, México.

**Cuadro 2.** Resultados del ARP mediante modelos MLG para la presencia de sitios de anidación de *L. apiculatum* y las variables del hábitat en la UMA "El Milagro", Villa González Ortega, Zacatecas, México.

Variable con significancia	Estimación	Error	Z-Evaluada	Pr(> z )
(Intercept)	5.392839	3.891492	1.386	0.165807
Elevación del sitio de anidación (msnm)	0.004792	0.001153	4.157	3.23E-05
Densidad de arbustos	-0.117596	0.027129	-4.335	1.46E-05
Vegetación (matorral crasicaule)	-0.214498	0.062241	-3.446	0.000568
Densidad de maguey	-0.012938	0.001811	-7.146	8.92E-13
Cobertura de suelo (material leñoso)	-0.118755	0.027286	-4.352	1.35E-05
Densidad de plantas (nopal)	-0.015243	0.002348	-6.491	8.51E-11
Cobertura de suelo (pasto)	-0.136796	0.02736	-5	5.74E-07
Cobertura de suelo (roca)	-0.110408	0.027037	-4.084	4.43E-05
Cobertura de suelo (suelo desnudo)	-0.12618	0.027565	-4.577	4.71E-06

**Cuadro 3.** Resultados del ACP de las variables del hábitat y los sitios de anidación de *L. apiculatum* en la UMA "El Milagro", Villa González Ortega, Zacatecas, México.

Variable con significancia	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Elevación del sitio de anidación	-0.3441585	-0.30985931	-0.2736421
Densidad de arbustos	-0.336559	-0.50241679	0.23871597
Matorral crasicaule	0.4392859	-0.20453327	-0.07035142
Densidad de maguey	-0.2528706	0.2740023	-0.19797048
Cobertura de suelo (material leñoso)	0.1765937	-0.09212908	-0.86829643
Densidad de nopal	0.4275042	-0.22239995	0.24415376
Cobertura de suelo (pasto)	0.3931525	-0.09224277	-0.03314087
Cobertura de suelo (roca)	-0.1748783	0.5642550	0.01663967
Cobertura de Suelo (suelo desnudo)	0.3350684	0.3870548	0.09522666
Desviación estándar	1.801991	1.4282716	1.0286737
Proporción de varianza	0.3607968	0.2266622	0.1175744
Proporción acumulativa	0.3607968	0.587459	0.7050334



**Figura 4.** Representación del ACS entre sitios de anidación de *L. apiculatum* y variables del hábitat en la UMA "El Milagro", Villa González Ortega, Zacatecas, México.

Rafael-Valdez (2015), en el estado de Zacatecas, reportó una asociación marcada con *Yucca sp.*, *Agave salmiana* y *Opuntia rastrera* como sustratos forrajeros. También identificó que las yucas y magueyes estaban infestadas por cóccidos, los cuales producen secreciones que la hormiga utiliza como alimento vía trofobiosis (Velasco et al., 2007; Rodríguez-Delgado, 2016). De acuerdo con Cruz-Labana (2014), el maguey fue el principal sustrato de anidación de la hormiga escamolera en el Municipio de Charcas San Luis Potosí, identificando que 90.7% de sus nidos se establecieron en el sistema radical del maguey; asimismo,

éstas variables constituyen fuentes de alimento y que protejan a la hormiga de altas temperaturas y de depredadores (Miller, 2007). En San Luis Potosí, la hormiga escamolera se ha localizado en áreas con altas densidades de *Agave salmiana* y *Opuntia rastrera* (Cruz-Labana et al., 2014); asimismo,

la cantidad de magueyes en áreas usadas por la hormiga, fue significativamente mayor que en las áreas sin su presencia. Los nopales son también sustratos de anidación importantes en otras áreas de México, pues actúan como cubiertas térmicas (Cuadriello, 1980; Ramos-Elorduy *et al.*, 1983), sin duda los arbustos también proporcionan protección a la hormiga durante el proceso de forrajeo. La asociación de la hormiga escamolera en el Altiplano Potosino-Zacatecano con las plantas descritas plantea un reto para conservar y manejar esta especie y sus hábitats de manera sustentable, pues los habitantes de las comunidades rurales hacen un uso diversificado del maguey [elaboración de mezcal, producción y extracción de gusano blanco (*Acentrocne mesperiaris* W.) y rojo (*Comadia redtenbacheri* Hamm), alimento para el ganado] (Esparza-Frausto *et al.*, 2008; García-Herrera *et al.*, 2010; Martínez *et al.*, 2012) y del nopal (forraje para el ganado). Otros factores que influyen en gran medida al hábitat de la hormiga escamolera es el sobrepastoreo y utilización del huizache (*Acacia* spp.) y mezquite (*Prosopis* spp.), que actúan como dendroenergéticos (Andrade *et al.*, 2009; Cruz-Labana *et al.*, 2014; García-Herrera *et al.*, 2010). El ARP identificó a la cobertura del suelo (suelo desnudo) como un componente común en el hábitat de la hormiga. En Charcas, San Luis Potosí, Cruz-Labana *et al.* (2014) reportaron que la probabilidad de encontrar nidos de hormiga escamolera disminuyó con el aumento áreas con suelo desnudo, afectando el proceso de forrajeo de la hormiga, falta de protección a altas temperaturas, y consecuentemente la producción de huevos (Ramos-Elorduy *et al.*, 1986). En contraste, el material leñoso, la presencia de rocas y pastos, así como la estructura de la vegetación, son variables importantes del hábitat de la hormiga, pues proporcionan condiciones favorables (Bestelmeyer y Schooley, 1999; Retana y Cerdá, 2000) propiciando la distribución de alimento y selección de sitios de anidación de *L. apiculatum* (Johnson, 2000; Hoey-Chamberleyn *et al.*, 2013). La densidad de nidos registrada en la UMA el Milagro fue de 3.8 nidos  $\text{ha}^{-1}$ , este valor, comparado con la densidad en otras áreas de distribución de la hormiga, fue menor a la estimada por Ambrosio-Arzate *et al.* (2010) en San Juan Teotihuacán,



Estado de México (8-10 nidos  $\text{ha}^{-1}$ ) y a la reportada por Cruz-Labana *et al.* (2014) en Charcas, San Luis Potosí, cuyo promedio fue de 6.06 nidos  $\text{ha}^{-1}$ , pero mayor a la reportada por Pineda-Pérez (2015) para Ahualulco, San Luis Potosí y Pinos, Zacatecas, la cual fue de 3.19 nidos  $\text{ha}^{-1}$ . La densidad de nidos de la hormiga escamolera registrada en el área de estudio se considera como regular comparada con las observaciones recientes en recorridos de campo por el estado de Hidalgo, México, en el cual gran parte del hábitat de la hormiga se ha transformado en plantaciones de nopal para verdura. Es muy probable que la diversificación productiva mal planificada en el centro de México, a las sequías recurrentes, a la erosión hídrica y a que la capacidad de carga en esa región este afectando el hábitat. COTECO-CA (2009) recomienda un coeficiente de agostadero para el estado de zacatecas de 14.49 ha por unidad animal y en la UMA el Milagro (309 ha), se cuenta con 50 vientres de ganado vacuno (Comunicación Personal), por lo que se dispone de tan solo 6.18 ha por unidad animal para proporcionar alimento de calidad. Aunque Gutiérrez *et al.* (2007) reconocen que la capacidad de carga depende de varios factores entre ellos la precipitación, es necesario vigilar que se respete el límite de unidades animales recomendado, manejando el ganado mediante una complementación en períodos críticos y si fuera necesario, realizar acciones de mejoramiento de hábitat, tales como la construcción de bordos para conservar el suelo, retención de humedad y promover el establecimiento de plantas dentro del hábitat de la hormiga escamolera.

## CONCLUSIONES

Se identificó que nueve variables del hábitat son las que mejor explican la presencia de la hormiga escamolera en la UMA el Milagro, y que la densidad de nidos de fue de 3.8 nidos  $\text{ha}^{-1}$ . Aunque la hormiga *L. apiculatum*, sigue siendo un recurso económica y nutricional importante para las comunidades rurales de zonas áridas y semiáridas de México, enfrenta limitantes de agostaderos sobre pastoreados, y falta de normatividad en cuanto al manejo de sus hábitats.

## AGRADECIMIENTOS

Al Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, en especial al Dr. Víctor Manuel Ruiz Vera, Director del Campus San Luis Potosí, al Técnico Fernando Montoya Frausto, propietario de la UMA "El Milagro" y muy especialmente a la cuadrilla de recolectores de escamoles del Tecomate, Pinos, Zacatecas, México para la realización del presente trabajo. Asimismo, se agradece muy especialmente al Ing. en Recursos Naturales Javier Rafael Valdez por el apoyo en la mejora de las figuras que se incluyeron en el presente trabajo y a la M.C. Martha Georgina Rodríguez Hernández de la Universidad Tecnológica Sierra Hidalguense por la supervisión del proyecto de estancia del primer autor.

## LITERATURA CITADA

- Addinsoft. 1994-2014. Xlstat Versión 2015.1.01.
- Akaike H.1969. Fitting autoregressive models for prediction. *Annals of the institute of Statistical Mathematics*, 21(1), 243-247
- Ambrosio-Arzate G.A., R. Nieto-Hernández, C., S. AguilarMedel, y A. Espinoza-Ortega. 2010. Los insectos comestibles: Un recurso para el desarrollo local en el Centro de Mexico. *In: Memorias de Eur. Assoc. Agric. Econ.* 11 6 th Seminar, Parma, Italy. pp: 6.
- Andrade L., E., M. Espinoza R., y A. Romero D. 2009. Acciones de lucha contra la desertificación en ambientes semiáridos en el noroeste de Tamaulipas, Mexico. *Papeles de Geografía* 49-50: 15-26.
- Bestelmeyer, B., R. Schooley. 1999. The ants of the southern Sonoran Desert: community structure and the role of trees. *Biodiversity Conserv.* 8: 643-657.
- Bolton, B. 1994. Identification guide to the ant genera of the world. Cambridge, Mass.
- Bolton, B. 1995. A New General Catalogue of the Ants of the World. Harvard University Press. Cambridge, MA. 504 pp.
- Bolton, B.1995b. A taxonomic and zoogeographical census of the extant ant taxa (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Natural History*, 29(4): 1037-1056.
- Brothers, D.J., Carpenter J. M. 1993. Phylogeny of Aculeata: Chrysoidea and Vespoidea (Hymenoptera). *J. Hym. Res.* 2 (1): 227-302.
- Brown, G. G., Pasini, A., Benito, N. P., De Aquino, A. M., Correia, M. E. F. 2001. Diversity and functional role of soil macrofauna communities in Brazilian no-tillage agroecosystems: a preliminary analysis. *In International Symposium on Managing biodiversity in agricultural ecosystems* (pp. 8-10).
- Canfield, R. H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Journal and Forestry*, 39 (4): 388-394.
- Cornejo J.M. 1988. Técnicas de investigación social: el Análisis de Correspondencias. PPU. Barcelona, España. 39 p.
- COTECOCA (Comité Técnico Consultivo de Coeficientes de Agostadero). 2009. Coeficientes de agostadero por entidad, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 1 pp.
- 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(6): 569-582.
- Cuadrillero, A. J. I. 1980. Consideraciones biológicas y económicas acerca de los Escamoles. Tesis Facultad de Ciencias, UNAM. 110 pp.
- DeFoliart, G. R. 1989. The human use of insects as food and as animal feed. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 35(1), 22-36.
- Esparza-Frausto G., Macías-Rodríguez F.J., Martínez-Salvador. M., Jiménez- Guevara M.A., Méndez-Gallegos S.J.2008. Insectos comestibles asociados a las magueyerías en el Ejido Tolosa, pinos, zacatecas, México. *Agrociencia* 42(2): 243-252.
- Fowler, H. G., Delabie, J. H.1995. Resource partitioning among epigeaic and hypogaeic ants (Hymenoptera: Formicidae) of a Brazilian cocoa plantation. *Ecología Austral*, 5, 117-124.
- García-Herrera, J., S. Méndez-Gallégos y D. Talavera-Magaña, 2010. El género *Agave* spp. en Mexico: principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. *RESPYN* 5:109-129.
- Giménez A., J., O. González C. 2011. Pisos de vegetación de la Sierra de Catorce y territorios. *Acta Bot. Mex.* 94: 91-123.
- Gómez, R., P. Halut, A. Collin. 1961. Production de proteines animales au Congo. *Bull. Agric. Congo.* 5(4):689-815.
- Gómez T.D. 2004. Componentes principales generalizados de dos poblaciones multivariantes. Fondo Editorial Lima. Serie Ciencias Básicas. México, D.F. 89p.
- Guisan, A., Zimmermann, N. E.2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological modelling*, 135 (2), 147-186
- Gulmahamad, H. 1995. The genus *Liometopum* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) in California, with notes on nest architecture and structural importance. *The Pan-Pacific Entomologist*, 71: 82-86.
- Gutiérrez L.R., Medina G.G., Amador R.M.D.2007. Carga Animal en pastizal mediano abierto en Zacatecas. Centro de investigación regional Norte-Centro Campo experimental Zacatecas. Folleto informativo N°.41. 23pp.
- Guzmán-Mendoza, R., G. Castaño y M. C. Herrera-Fuentes. 2010. Variación espacial y temporal de la diversidad de hormigas en el Jardín Botánico del valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 81:427-435.
- Hoey-Chamberlain, R., M. K. Rust, and J. H. Klotz. 2013. A review of the biology, ecology and behavior of velvety tree ants of North America. *Sociobiology* 60(1): 1-10.
- Hölldobler, B. y E. Wilson. 1990. The Ants. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge. 732 p.
- Hölldobler, B., Wilson E.O.1990. The Ants, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, p. 732
- Hölldobler, B., Wilson, E. O. 1990. The Ants, chapter Colony odor and kin recognition. 1991-01) [2006-01-12]. [http://www. antsearch.univ-tours. fr/publi/LabMonVen02a. pdf](http://www.antsearch.univ-tours.fr/publi/LabMonVen02a.pdf).197-208.
- INEGI. 2010. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Villa González Ortega, Zacatecas. (En línea) <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/32/32053.pdf>. (Consultado el 15 de julio 2015).
- Johnson, R. A., 2000. Habitat segregation based on soil texture and body size in the seed-harvester ants *Pogonomyrmex rugosus* and *P. barbatus*. *Ecol. Entomol.* 25: 403-412.
- Jongman R.H.G., Braak C.J. F. Tongeren O.F.R.V.1995. Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press. Cambridge. 299 p.
- Kodonki, K. K. (1984). Contribution a l'etude de la composition d'un aliment du Zaire, Quatre varietes de chenilles comestibles. *Mem. DEA Universite Pierre et Marie Curie*, 48 pp.

- Lara-Juárez, P., 2013. Etnobiología de los Escamoles (*Liometopum apiculatum*) en el Altiplano Potosino. Tesis. Maestría en Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias Químicas, Ingeniería y Medicina. UASLP, pp. 103.
- Lara, J.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.
- López, R.G. O., Ramón, F. 2010. El mundo feliz de las hormigas. Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 13 (1): 35-48.
- Maindonald J., H. 2004. Using R for Data Analysis and Graphics Introduction, Code and Commentary. Centre for Bioinformatics Science, Australian National University. 99 p.
- Malaisse F., Parent G. 1980. Les chenilles comestibles du Shaba Méridionale (Zaire) Naturalistes Belges, 61(1): 2-24.
- Martínez, S. M., R. Mata-González, N. Morales, C., and R. Valdez-Cepeda 2012. *Agave salmiana* plant communities in central Mexico as affected by commercial use. Environ. Manage. 49: 55-63.
- McCullagh, P., Nelder, J. A. 1989. Generalized linear models. Second edition. Chapman and Hall. London. 256 p.
- 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.
- Nkem, J. N., de Bruyn, L. L., Grant, C. D., & Hulugalle, N. R. 2000. The impact of ant bioturbation and foraging activities on surrounding soil properties. Pedobiologia, 44(5), 609-621.
- Novelo-Gutiérrez, R., Gómez-Anaya, J. A. 2013. Listado preliminar de los odonatos (Insecta: Odonata) del estado de Guanajuato, México. Dugesiana, 20 (2): 85-88.
- Pillaca O.R. I. 2003. La complementariedad del modelo log-lineal y de análisis de correspondencia en el estudio de los factores médicos, sociales y de sexualidad en adolescentes con presencia de infección vaginal. Trabajo monográfico de Licenciatura. Universidad Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Matemáticas. EAP. De estadística. Lima, Perú. 124 pp.
- Pineda-Pérez, F. E., 2015. Rendimiento de escamoles en trabéculas de *Liometopum apiculatum* Mayr y su relación con variables del hábitat en el altiplano Potosino-Zacatecano. Tesis. Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 51.
- R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Rafael-Valdez J., 2015. Sustratos forrajeros de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum*) en Villa González Ortega, Zacatecas, México. Tesis. Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Autónoma Chapingo. 58 pp.
- Ramos-Elorduy, J., R. Mac Gregor, J. I. Cuadriello A., G. San Pedro. 1983. Quelques données sur la Biologie des Fourmis *Liometopum* (Dolichoderinae) au Mexique et en particulier sur leurs rapports avec les Homoptères. Social Insects in the Tropics. 2, 125-130.
- Ramos-Elorduy, J.; Darchen, B.; Flores-Robles, A.; Sandoval-Castro, E.; CuevasCorrea, S. 1986. Estructura del nido de *Liometopum occidentale* var. *luctuosum* manejo y cuidado de estos en los núcleos rurales de México de las especies productoras de escamol (*L. apiculatum* M y *L. occidentale* var. *luctuosum* W.) (Hymenoptera-Formicidae). Anales Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, 57 Serie Zoológica (2): 333-342 pp.
- Ramos-Elorduy J., Pino M. J. M., Cuevas C.S. 1998. Insectos comestibles en el estado de México y determinación de su valor nutritivo. Anales Inst. Biol Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool, 69 (1): 65-104.
- 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 Entomol. Mex., 45(3): 291-318.
- Ramos, R.B., Quintero, S.B., Ramos-Elorduy J., Pino, M.J.M., Ángeles, C.S.C., García, P.A., Barrera G.V.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, Vol. 37: 12
- Retana, J., and X. Cerdá. 2000. Patterns of diversity and composition of Mediterranean ground ant communities tracking spatial and temporal variability in the thermal environment. Oecologia 123: 436-444.
- Ríos-Casanova L., Valiente-Banuet A., Rico-Gray. V. 2004. Las hormigas del Valle de Tehuacán (Hymenoptera: formicidae): una comparación con otras zonas áridas de México. Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie) 20(1): 37-54.
- Ríos-Casanova, L. 2014. Biodiversidad de hormigas en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85: S392-S398.
- Rodríguez Delgado J.E. 2016. Distribución vertical de insectos escama (Sternorrhyncha: coccoidea) en follaje de *Yucca* spp. Tesis. Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Autónoma Chapingo. 93 pp.
- Rotenberry, J. T., Wiens, J. A. 1980. Habitat structure, patchiness, and avian communities in North American steppe vegetation: a multivariate analysis. Ecology, 61(5), 1228-1250
- Rzedowski, J. 1966. Vegetación del estado de San Luis Potosí. Acta Cient. Potosí, 5: 5-291
- Schreuder, H., T. Gregoire, and G. Wood 1993. Sampling Methods for Multiresource Forest Inventory. John Wiley and Sons. New York. 446 p.
- Thomas, L., S.T. Buckland, E.A. Rexstad, J. L. Laake, S. Strindberg, S. L. Hedley, J. R.B. Bishop, T. A. Marques, and K. P. Burnham. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. Journal of Applied Ecology 47: 5-14.
- Velasco C., C., M. C. Corona V., y R. Pena M. 2007. *Liometopum apiculatum* (Formicidae: Dolichoderinae) y su relación trofobiotica con Hemiptera esternorrhyncha en Tlaxco, Tlaxcala, Mexico. Acta Zool. Mex. 23: 2:31-42.
- Ward, P. S. 2010. Taxonomy, phylogenetics, and evolution., L. Lach, C. L. Parr y K. L. Abbott (Eds.), Ant ecology Oxford University Press. Oxford. 3-17 p.
- Ward, P. S., Brady, S.G., Fisher, B.L., Schultz, T.R. 2010. Phylogeny and biogeography of dolichoderinae ants: effects of data partitioning and relict taxa on historical inference. Systematic Biology, 59 (3): 342 362
- Wilson, E. O. 1971. The Insects Societies. The Belknap Press of Harvard University Press. 548 pp.
- Zamorano, P. 2014. Especies de insectos descritas en el año 2012: una evaluación sobre el aporte de cada país a la biodiversidad entomológica mundial. Boletín de la SEA, 54: 459-466.
- Zhang, Z.Q. 2011. Animal biodiversity: An introduction to higher level classification and taxonomic richness. Zootaxa, 3148: 7-12.