

MIRMECOFAUNA (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) DEL COMPLEJO SEMIÁRIDO FALCÓN-LARA, VENEZUELA**MYRMECOFAUNA (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) OF THE SEMIARID COMPLEX FALCÓN-LARA, VENEZUELA**

María del Mar Weisz^{1*}, Antonio J. Pérez-Sánchez² y Jafet M. Nassar¹

¹Laboratorio de Biología de Organismos, Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Caracas, Venezuela.

²Instituto Thünen de Biodiversidad, Braunschweig, Alemania.

*Autor para correspondencia: marweisz328@gmail.com

RECIBIDO: 16/06/2017

RESUMEN

ACEPTADO: 06/09/2017

PALABRAS CLAVE:

agua Larga,
aregue,
biodiversidad,
saroche,
trópico.

KEYWORDS:

agua Larga,
aregue,
biodiversity,
saroche,
tropics.

Las hormigas son consideradas como uno de los grupos zoológicos más importantes de las zonas áridas y semiáridas, con un papel clave en la caracterización de las comunidades vegetales presentes en esos ecosistemas. No obstante, aún es poco lo que se conoce sobre la composición y estructura de las comunidades de hormigas asociadas a los ambientes áridos y semiáridos en el norte de América del Sur y en particular en Venezuela. A pesar de representar una escasa extensión del territorio venezolano (<5%), este tipo de ambientes puede albergar una riqueza de hormigas considerable, con especies potencialmente únicas para la región. En este estudio, que abarca tres localidades continentales del complejo semiárido Falcón-Lara en la región noroccidental de Venezuela, se emplearon las trampas de caída como medio de recolecta durante las estaciones de lluvia y sequía. Los resultados obtenidos incluyen un total de cinco subfamilias, 18 géneros y 33 especies, que representan los primeros registros para la región, específicamente, para las localidades de Aregue (Edo. Lara), Parque Nacional Cerro Saroche (Edo. Lara) y Agua Larga (Edo. Falcón). En su conjunto, los resultados observados para las localidades venezolanas dan cuenta de una mirmecofauna con una riqueza relativamente alta en comparación con localidades áridas de latitudes templadas y subtempladas en el continente americano, pero baja para ambientes semiáridos del norte de América del Sur.

ABSTRACT

Ants are considered one of the most important zoological groups in arid and semi-arid zones of the world, where they play a key role in the characterization of the plant communities represented there; however, little is known about the abundance and diversity of the myrmecofauna associated with arid and semiarid environments of Venezuela. Despite representing a small extent of the Venezuelan territory (<5%), this type of environment can house a considerable amount of ants, with species potentially unique to the region. In this study, which examines three continental localities of the Falcón-Lara semiarid complex, in northwestern Venezuela, we used pitfall traps to sample the ant fauna in two contrasting seasons: rainy and dry. The results obtained include five subfamilies, 18 genera and 33 species, which represent the first records for the region, specifically, for localities Aregue (Lara State), Parque Nacional Cerro Saroche (Lara State) and Agua Larga (Falcón State). Taken together, the results observed for the Venezuelan localities account for a myrmecofauna with relatively high species richness compared to temperate and sub-temperate arid localities in the American continent, but low species richness compared to semiarid localities of northern South America.

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las zonas áridas y semiáridas del mundo las hormigas son particularmente diversas, con riquezas que van desde 16 especies en localidades de California y Arizona (EEUU), 45 especies en el Karoo (Sudáfrica) y 48 especies en localidades semiáridas de Venezuela, hasta estimados de 7,500 especies para toda la zona árida australiana (Davidson, 1977; Lindsey y Skinner, 2001; Pérez-Sánchez et al., 2012; Andersen, 2016). Este importante grupo puede modificar tanto la estructura físico-química del suelo (Briese, 1982; Carlson y Whitford, 1991), como el banco de semillas (Anderson y MacMahon, 2001; Pirk y Lopez de Casenave, 2014), y de ésta forma influir en la abundancia y composición de la vegetación (Brown et al., 1979; Inouye et al., 1980; Samson et al., 1992; Pirk y Lopez de Casenave, 2014). Por otro lado, características intrínsecas de este grupo, como su diversidad, biomasa e importancia funcional (Folgarait, 1998; Del Toro et al., 2012), su sensibilidad a las perturbaciones (Tiede et al., 2017) y la facilidad con que pueden ser muestreadas (Andersen, 1991; Calixto et al., 2007), lo hacen un grupo idóneo para el seguimiento de cambios abióticos, bióticos y funcionales (Andersen et al., 2004; Hoffmann, 2010). Tales sistemas de seguimiento con hormigas fueron desarrollados inicialmente en Australia para evaluar el éxito de restauración luego de actividades mineras y constituyen un ejemplo de los primeros intentos del uso de insectos como agentes bioindicadores (Majer et al., 2004). Desde entonces, las hormigas han sido utilizadas en una amplia variedad de situaciones vinculadas al uso de la tierra, como el impacto minero (Hoffmann et al., 2000; Andersen y Majer, 2004; Del Toro et al., 2010), evaluaciones de estado de conservación (Clay y Schneider, 2000) e impacto del pastoreo (Read y Andersen, 2000), además de otros servicios al ecosistema (Del Toro et al., 2012).

La importancia de la mirmecofauna como componente de las zonas áridas y semiáridas se ha traducido en numerosos trabajos de campo que han dado cuenta de la diversidad de este grupo. En el continente americano, la riqueza de especies en localidades áridas de Nuevo México (EEUU) comprende 39 especies, mientras que en localidades de Utah y Idaho la riqueza no supera las 30 especies (Bestelmeyer y Schooley, 1999; Nash et al., 2000; Nash et al., 2001). Sobre la base de especímenes depositados en colecciones biológicas, otras localidades al sur de Estados Unidos exhiben una riqueza de especies relativamente alta, con reportes de al menos 86 especies asociadas a toda la extensión árida de Baja California, México. Otros inventarios realizados en este país señalan 32 especies para el Desierto Chihuahuense (Rojas y Frago, 2000) y 34 especies en la zona árida del estado de Hidalgo (Varela Hernández y Castaño-Meneses, 2010), mientras que los aportes de Ríos-Casanova et al. (2004) y Alatorre-Bracamonte y Vásquez-Bolaños (2010), ambos con localidades comprendidas dentro de la franja tropical,

reportan 14 géneros y 28 especies para el Valle de Tehuacán y 33 géneros y 85 morfoespecies para el norte de México, respectivamente. Para América del Sur, los mayores registros de hormigas en ambientes áridos han estado asociados a localidades como La Caatinga (61 especies), el Chaco Argentino (104 especies) y el Chaco Paraguayo (197 especies) (Bestelmeyer y Wiens, 1996; Leal, 2003; Delsinne et al., 2010). Más hacia el Sur, estudios comparativos entre Argentina y Chile han reportado entre 11 y 59 especies y al menos 10 géneros en localidades áridas argentinas contra tres géneros y tres especies para el componente chileno (Kusnezov, 1956, 1957; Medel y Vásquez, 1994; Farji-Brener et al., 2002).

Al contrario de las zonas templadas, subtempladas y subtropicales del continente americano, la franja tropical ha sido objeto de relativamente pocas evaluaciones de su mirmecofauna. En Venezuela, las zonas áridas y semiáridas representan cerca de 5% del territorio nacional (Matteucci y Colma, 1997; Rodríguez et al., 2010), y la mirmecofauna asociada a estos ambientes secos comparte la misma tendencia de otras zonas áridas y semiáridas evaluadas en el norte de América del Sur. Hasta la fecha, los trabajos de Pérez-Sánchez et al. (2012, 2013, 2014) proporcionan información sobre la riqueza, composición y estructura de la mirmecofauna en formaciones peninsulares (Península de Paraguaná y Península de Araya) e insulares (Península de Macanao, Isla de Margarita) de la región costera o Cinturón Árido Pericaribeño. Tales investigaciones han permitido establecer la presencia de 48 especies en la Península de Paraguaná, 52 especies en la Península de Araya y 40 especies en la Península de Macanao. Así mismo, en el enclave semiárido de Lagunillas (Edo. Mérida) se han registrado cerca de 60 especies y 31 géneros para la región (Pérez-Sánchez, datos no publicados). No obstante, las grandes extensiones continentales de zonas áridas y semiáridas presentes en el Complejo Falcón-Lara, en la región noroccidental de Venezuela, no han sido aún examinadas. Nuestro objetivo central fue evaluar la mirmecofauna de esta región sobre la base de muestreos sistemáticos en tres localidades representativas del complejo árido Falcón-Lara.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El muestreo de hormigas se realizó en tres localidades del complejo árido y semiárido Falcón-Lara, región noroccidental de Venezuela (Fig. 1):

1) Parque Nacional Cerro Saroche, Edo. Lara: Se ubica en la extensa región árida y semiárida presente en este estado occidental. El relieve presenta topografías que van desde 300 hasta 1300 msnm, dando origen a distintos tipos de paisajes (Salazar y Gutiérrez, 2002). Los valores medios anuales de temperatura varían entre 24-26°C y 28-41°C. El régimen de precipitación es bimodal, con un máximo principal entre los meses de

septiembre a noviembre y una precipitación promedio anual de 495.6 mm (INAMEH Estación Río Tocuyo Serial N° 1261, INAMEH Estación Turturia-San Pablo Serial N° 1273, INAMEH Estación Guadalupe Serial N° 1274, INAMEH Estación El Culebrero Serial N° 1280). Su vegetación comprende principalmente cardonales, matorrales y arbustales xerófilos espinosos, en un paisaje predominantemente árido (Huber y Alarcón, 1988). El muestreo se llevó a cabo en el sector Pueblo Nuevo, ubicado dentro de los límites del Parque Nacional Cerro Saroche ($10^{\circ} 11' 50''$ N, $69^{\circ} 34' 01''$ O).

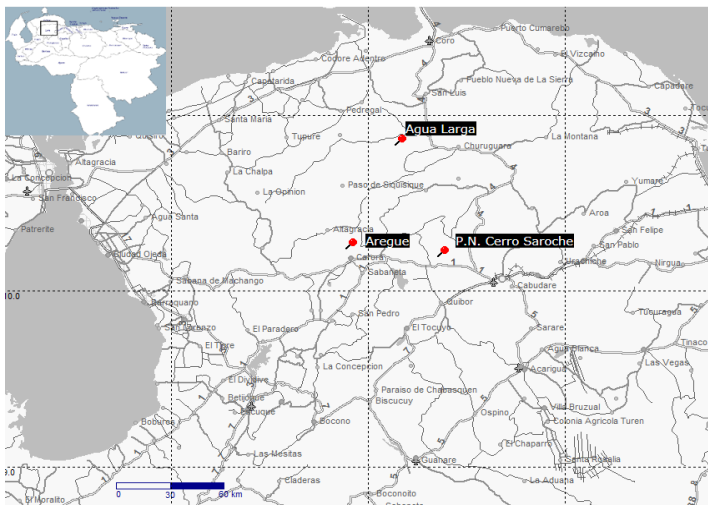


Figura 1. Ubicación geográfica de las localidades de estudio en el Complejo Falcón-Lara, región noroccidental de Venezuela (Mapa por Mar Weiz).

2) Aregüe, Edo. Lara: Esta localidad, perteneciente al municipio Torres, parroquia Chiquinquirá del estado Lara, se encuentra localizada a 1200 msnm (Pariacote et al., 2002). Los valores medios anuales de temperatura varían entre 24.8°C y 28.1°C y la precipitación promedio anual es de 578.0 mm, concentrada principalmente entre los meses de octubre y noviembre (INAMEH Estación Juan Lorenzo Serial N° 256, INAMEH Estación Carora-Granja Serial N° 1187). La localidad exhibe un ambiente árido con vegetación característica de monte espinoso tropical (Pariacote et al., 2002). El estudio se llevó a cabo en el sector Bucarito ($10^{\circ} 17' 45''$ N, $70^{\circ} 04' 21''$ O).

3) Agua Larga, Edo. Falcón: Pertenece al municipio Federación, parroquia Agua Larga, se ubica en la parte sur del estado Falcón a 1,000 msnm. Los valores medios anuales de temperatura varían entre 21.2°C y 31.03°C y la precipitación promedio anual es de 447.59 mm, concentrada principalmente entre los meses de septiembre y noviembre (INAMEH Estación Guasiqui Serial N° 256, INAMEH Estación Agua Clara Serial N° 195, INAMEH Estación Churuguara Serial N° 1212, INAMEH Estación Mapara Serial N° 1218). La vegetación de esta zona no ha sido descrita, pero se

observó un dominio del espinar, abundante presencia de *Prosopis juliflora* y varias especies de cactáceas (Weisz, datos no publicados). El estudio se llevó a cabo en el sector Juan Gil ($10^{\circ} 53' 02''$ N, $69^{\circ} 45' 34''$ O).

Muestreo. Para realizar el muestreo se emplearon trampas de caída “*pitfall*”, las cuales han sido ampliamente usadas con objetivos similares en ambientes áridos y semiáridos (Bestelmeyer et al., 2000). Cada trampa consistió de un recipiente plástico de 7,5 cm de diámetro y 9 cm de profundidad, con una mezcla de agua y detergente para disminuir la tensión superficial. En cada una de las localidades de estudio se instalaron 60 trampas de caída bajo una distribución aleatoria y separadas por al menos 2 m de distancia. Las trampas fueron inspeccionadas cada 24 horas durante cuatro días continuos. En cada inspección, las hormigas recolectadas fueron extraídas y traspasadas a viales con etanol al 70%, inmediatamente las trampas fueron instaladas de nuevo bajo las mismas condiciones. Este procedimiento fue efectuado en octubre-diciembre 2010 y repetido en febrero-marzo 2011 con la finalidad de cubrir la época de lluvia y sequía, respectivamente. En total, se instalaron 1440 trampas distribuidas en las localidades de estudio (60 trampas \times cuatro días \times tres localidades \times dos épocas). Las hormigas fueron identificadas a nivel de especie o morfoespecie a través de claves taxonómicas propuestas para la región neotropical (Palacio y Fernández, 2003) y mediante comparaciones con colecciones de referencias depositadas en el Laboratorio de Ecología de Insectos de la Universidad de los Andes (Mérida, Venezuela). Los especímenes registrados se encuentran en el Laboratorio de Biología de Organismos del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Edo. Miranda.

Con la finalidad de evaluar la eficiencia del muestreo, se calculó el estimador de riqueza Jackknife de segundo orden (JK 2) a través del paquete estadístico EstimateS versión 9.0 (Colwell, 2013). Este estimador permite predecir la riqueza de una localidad determinada a partir de los datos de incidencia y en contraste con otros índices no paramétricos, ofrece estimaciones basadas en especies raras o escasas (Colwell et al., 2004; Colwell, 2013). Los cálculos se realizaron con 100 repeticiones aleatorias considerando sólo datos de incidencia de especies (presencia-ausencia) debido a las limitaciones que impone el uso de la abundancia de hormigas en estimaciones de riqueza (Bestelmeyer et al., 2000). Este análisis se realizó a nivel del complejo Falcón-Lara (escala regional) y por cada localidad (escala local).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El inventario realizado en las tres localidades de estudio resultó en 42,935 ejemplares recolectados, de los cuales el 60.9% procede del periodo de captura realizado en los meses de sequía (febrero-marzo), mientras que el

Tabla 1. Riqueza específica y abundancia por subfamilia de las hormigas del complejo Falcón-Lara. Comprende los valores totales registrados en las localidades de Aregue (Edo. Lara), Parque Nacional Cerro Saroche (Edo. Lara) y Agua Larga (Edo. Falcón).

Subfamilia	Géneros	Especies	Ejemplares
Dolichoderinae	2	3	15.630
Ectatomminae	1	1	164
Formicinae	3	9	4.334
Myrmicinae	9	17	22.585
Ponerinae	2	2	102
Pseudomyrmecinae	1	1	120
Total	18	33	42.935

39.1% corresponde con el periodo de lluvia (octubre-diciembre). La localidad con mayor número de ejemplares fue Aregue con 20,954 ejemplares, seguida por Agua Larga con 12,798 y Saroche con 9,183 ejemplares. Los individuos recolectados corresponden a 33 especies y 18 géneros, dentro de seis subfamilias (Tabla 1). La subfamilia más abundante y diversa fue Myrmicinae, seguida por Dolichoderinae en abundancia y Formicinae en riqueza específica; juntas representan el 87.9% del total de especies (Tabla 1). De acuerdo con las estimaciones del índice JK2, alrededor de 43 (± 4) especies podrían ser detectadas a escala regional. A escala local, la riqueza observada varió de 20 a 26 especies en Aregue y Agua Larga, respectivamente (Tabla 2), mientras que Cerro Saroche mostró valores intermedios de riqueza (24 especies; Tabla 2). En todos los casos, el estimador de riqueza indica que al menos ocho especies eludieron ser recolectadas en cada localidad (Tabla 2). De las 33 especies encontradas, las tres localidades de estudio comparten 14 (42.4%) especies, siendo las más frecuentes *Dorymyrmex biconis* y *Solenopsis geminata* (Tabla 2).

La riqueza de especies observada a escala regional en este estudio es inferior a los valores registrados por Pérez-Sánchez et al., (2012, 2013, 2014) en las penínsulas de Paraguaná (N=48), Araya (N=52) y Macanao (N=40). Estos resultados son contrarios a lo esperado, considerando que tanto la península de Paraguaná como la de Macanao presentan características de insularidad biogeográfica; es decir, que estas localidades, más que penínsulas, se comportan como islas "per se", donde la colonización y establecimiento de especies debería ser comparativamente menor que en áreas continentales (Goldstein, 1975; Pérez-Sánchez et al., 2012). Cuando contrastamos el número de especies de hormigas encontradas en cada localidad examinada por nosotros con las localidades costeras estudiadas por Pérez-Sánchez et al. (2012, 2013, 2014), comprobamos que los valores de riqueza de especies asociados a las localidades del área de estudio se asemejan más a aquellas localidades costeras con condiciones más

áridas y con menor cobertura vegetal, dosel más bajo y predominio de cactáceas (tierras bajas xéricas, Península de Paraguaná: N=30; sabanas y matorrales de cactus con aridez alta, Península de Araya: N=22). Esto sugiere que para las hormigas residentes las condiciones ambientales del Complejo Falcón-Lara son equivalentes en términos de aridez a las condiciones extremas en semidesiertos costeros, lo cual explicaría parcialmente los bajos valores registrados de riqueza de especies en nuestro estudio.

Otras posibles fuentes de variación a considerar entre las localidades del complejo Falcón-Lara y las costeras son la topografía, climatología e historia biogeográfica. En términos topográficos, las localidades continentales presentan igual o más heterogeneidad topográfica que las costeras. Mientras que, en relación a las variables climáticas, las tres localidades estudiadas presentan valores de precipitación anual intermedios al intervalo encontrado para las localidades costeras y la variación de temperatura intradiaria no muestra cambios tan drásticos como para influir en la riqueza de especies (Tabla 3). Si bien estudios más específicos podrían determinar el grado de influencia de las variables climáticas sobre la mirmecofauna de las zonas estudiadas, por el momento no hay indicios de que el clima o la topografía expliquen la menor riqueza de especies encontrada en las localidades continentales.

Con respecto a la historia biogeográfica, evidencias paleogeográficas indican que de las regiones áridas y semiáridas de Venezuela discutidas en este trabajo, el Complejo Falcón-Lara corresponde a la más antigua. Parte de este complejo correspondía a tierras bajas durante el Oligoceno Tardío (29-27 Ma.), cuando aún la Península de Paraguaná, la Península de Araya y la isla de Margarita estaban bajo aguas marinas (Iturralde-Vinent, 2006). De estos últimos elementos, solo parte de la Península de Paraguaná había emergido como tierras bajas durante el Mioceno Temprano e Intermedio (16-14 Ma.), permaneciendo aún la Península de Araya y la Isla de Margarita bajo agua. En este sentido, la evidencia

Tabla 2. Estimación de la riqueza de especies de hormigas recolectadas en tres localidades semiáridas continentales de Venezuela.

Especies	Cerro Saroche	Agua Larga	Aregue
<i>Acromyrmex</i> sp.	X	X	
<i>Anochetus</i> sp.		X	
<i>Brachymyrmex</i> sp.		X	X
<i>Camponotus atriceps</i>	X	X	
<i>Camponotus blandus</i>	X	X	X
<i>Camponotus conspicuus zonatus</i>	X	X	X
<i>Camponotus lindigi</i>	X	X	X
<i>Camponotus</i> sp. 1	X		
<i>Camponotus</i> sp. 2	X	X	X
<i>Cephalotes</i> sp.	X	X	
<i>Crematogaster obscurata</i>	X	X	X
<i>Crematogaster rochai</i>	X		X
<i>Crematogaster</i> sp.		X	X
<i>Cyphomyrmex</i> sp.		X	
<i>Dorymyrmex biconis</i>	X	X	X
<i>Dorymyrmex brunneus</i>	X		X
<i>Ectatomma ruidum</i>	X	X	X
<i>Forelius</i> sp.		X	
<i>Kalathomyrmex emeryi</i>			X
<i>Odontomachus bauri</i>	X	X	
<i>Nylanderia fulva</i>		X	
<i>Paratrechina longicornis</i>		X	X
<i>Pheidole fallax</i>	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 1 (complejo <i>fallax</i>)	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 1 (complejo <i>radoszkowskii</i>)		X	
<i>Pheidole</i> sp. 2 (complejo <i>radoszkowskii</i>)	X		X
<i>Pheidole</i> sp. 3 (complejo <i>radoszkowskii</i>)	X	X	
<i>Pheidole</i> sp. 4 (complejo <i>radoszkowskii</i>)	X	X	X
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	X	X	X
<i>Solenopsis geminata</i>	X	X	X
<i>Solenopsis globularia</i>	X	X	X
<i>Tetramorium</i> sp.	X		
<i>Trachymyrmex</i> sp.	X		
Riqueza observada	24	26	20
Riqueza estimada, JK2 (\pm SD)	32 (\pm 4)	34 (\pm 3)	28 (\pm 3)

Tabla 3. Registros de temperatura y precipitación para localidades semiáridas de Venezuela con estudios asociados de hormigas (Pérez-Sánchez, Weisz, datos no publicados).

Localidad	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
	Mañana (07:00-09:00 h)	Mediodía (12:00-14:00 h)	Tarde (17:00-19:00 h)	Promedio anual
Aregue	27,50	39,04	30,50	578,00
Saroche	25,23	36,40	27,94	495,60
Agua Larga	28,22	36,49	28,00	447,59
Lagunillas	24,14	44,43	30,16	500,00
Paraguaná	29,07	39,54	34,07	352,00
Araya	28,26	30,49	28,57	521,00

paleogeográfica no contribuye a explicar la menor riqueza de especies de hormigas en las localidades semiáridas examinadas. Por su parte, el paleoclima seco del norte de Venezuela ha estado asociado a expansiones y contracciones cíclicas de las condiciones áridas (Raven y Axelrod, 1975; Gentry, 1982; Ochsensius, 1983; Schubert, 1988; Rull 1996) y durante estos períodos de contracción, las porciones áridas de la región costera tuvieron que haber perdido comparativamente más área que la región correspondiente al Complejo Falcón-Lara. El último de estos eventos de expansión alcanzó su máximo entre 18,000 y 13,000 años antes del presente. Este periodo de tiempo relativamente corto, tomando como referencia las tasas de dispersión reportadas para hormigas argentinas de 5 a 270 m/año (Suárez et al., 2001), no sería suficiente para permitir que las porciones áridas costeras incrementaran en número de especies a una tasa mayor que en el Complejo Falcón-Lara.

La metodología empleada es otro factor a tomar en cuenta a la hora de explicar las diferencias encontradas en la riqueza. Tanto en Pérez-Sánchez et al., (2012, 2013, 2014) como en este estudio, se utilizaron trampas de caída como medio de recolecta principal, además de recolectas manuales como métodos suplementarios. Estas recolectas manuales aportaron en promedio seis y cuatro especies adicionales a los listados locales y regionales, respectivamente (Pérez-Sánchez et al., 2012, 2013, 2014). Considerando solo el esfuerzo de muestreo, se esperaría un mayor número de especies en Falcón y Lara (60 trampas × 24 horas × 4 días × 3 localidades × 2 épocas = 34,560 horas-trampa), que en Paraguaná (50 trampas × 72 horas × 3 localidades = 10,800 horas-trampa), resultando todo lo contrario, sin embargo, existen otras diferencias en el diseño del muestreo. Mientras que en Pérez-Sánchez et al., (2012, 2013, 2014) la distancia entre trampas pitfall fue de 12-13 m y las mismas estuvieron activas durante 72 h continuas, en este estudio la distancia inter-trampa fue menor y las trampas fueron revisadas cada día. Ambos factores representan sesgos potenciales que podrían afectar la captura de hormigas. Por ejemplo, Ward et

al., (2001) encontraron que los tratamientos con 5 y 10 m de separación tuvieron un número significativamente mayor de morfoespecies que el tratamiento de 1 m. Por otro lado, la remoción diaria de las trampas provoca una perturbación conocida como efecto “digging-in”, asociado a una alta captura inicial de los grupos más comunes pero baja captura de especies raras (Majer, 1978; Ward et al., 2001). De manera que, el carácter relativamente agregado de las trampas y el tiempo de activación interrumpido (no continuo) pudieron haber contribuido en gran medida a la subestimación de la mirmecofauna en las localidades del complejo Falcón-Lara. Los resultados arrojados por el estimador JK2 apoyan este planteamiento, e indican que alrededor de 14 especies a escala regional pudieron haber sido submuestreadas y que solo el 70% de la fauna total fue registrada a escala local (Tabla 2). Aunado a esto, la recolecta no contempló muestreos en vegetación, con lo cual se pudieron haber excluido especies arbóreas, las cuales constituyen un componente importante de la mirmecofauna de localidades áridas y semiáridas venezolanas (Pérez-Sánchez et al., 2012, 2013, 2014; datos no publicados). La ausencia de especies del género *Pseudomyrmex* y baja representación de *Cephalotes* apoya estos argumentos.

CONCLUSIONES

Los resultados combinados de éste y los demás estudios realizados sobre la mirmecofauna de zonas áridas y semiáridas venezolanas, dan cuenta de un grupo con una diversidad relativamente alta. Esta diversidad permite ubicar a la mirmecofauna de las zonas áridas y semiáridas de Venezuela por encima de algunas localidades áridas templadas, subtempladas y subtropicales de México, Estados Unidos, Chile y Argentina. Sin embargo, es necesario realizar inventarios más exhaustivos y con una metodología estándar que facilite las comparaciones, con el fin de incrementar el conocimiento sobre este grupo de insectos, que juega un papel clave en el funcionamiento de los ecosistemas secos del mundo.

Los valores de riqueza de especies relativamente bajos encontrados para localidades del Complejo Falcón-Lara constituyen una justificación para llevar a cabo inventarios adicionales dentro de este complejo árido. Ésta y otras regiones semiáridas de Venezuela, como algunos valles secos interandinos, semidesiertos asociados a la península de La Guajira, algunas dependencias federales (La Orchila, La Blanquilla y La Tortuga) e islas aledañas (Aruba, Curazao y Bonaire), representan a la fecha el mayor vacío de información en lo que a fauna de hormigas respecta. Esto muestra que el estudio de la mirmecofauna de zonas áridas y semiáridas de Venezuela se encuentra en una etapa inicial, y que la información generada en este trabajo es un aporte importante al conocimiento del grupo en comunidades xerofíticas en el norte de América del Sur.

LITERATURA CITADA

- Alatorre-Bracamontes, C.E., y Vásquez-Bolaños, M. (2010). Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del norte de México. *Dugesiana*. 17(1), 9-36.
- Andersen, A.N. (1991). Sampling communities of ground-foraging ants: pitfall catches compared with quadrat counts in an Australian tropical savanna. *Australian Journal of Ecology*. 16(3), 273-279.
- Andersen, A.N. (2016). Ant megadiversity and its origins in arid Australia. *Austral Entomology*. 55(2), 132-137.
- Andersen, A.N., Fisher, A., Hoffmann, B.D., Read, J.L. y Richards, R. (2004). Use of terrestrial invertebrates for biodiversity monitoring in Australian rangelands, with particular reference to ants. *Austral Ecology*. 29(1), 87-92.
- Andersen, A.N. y Majer, J.D. (2004). Ants show the way Down Under: invertebrates as bioindicators in land management. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2(6), 291-298.
- Anderson, C.J. y MacMahon, J.A. (2001). Granivores, exclosures, and seed banks: harvester ants and rodents in sagebrush-steppe. *Journal of Arid Environments*. 49(2), 343-355.
- Bestelmeyer, B.T., Agosti, D., Alonso, L.E., Brandão, C.R.F., Brown, W.L., Delabie y J.H. Silvestre, R. (2000). Field techniques for the study of ground-dwelling ant: an overview, description, and evaluation. En *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Biological Diversity Handbook Series, Smithsonian Institution Press, Washington D.C.* pp. 122-144.
- Bestelmeyer, B.T. y Schooley, R.L. (1999). The ants of the southern Sonoran desert: community structure and the role of trees. *Biodiversity and Conservation*. 8(5), 643-657.
- Bestelmeyer, B.T. y Wiens, J.A. (1996). The effects of land use on the structure of groundforaging ant communities in the Argentine Chaco. *Ecological Applications*. 6(4), 1225-1240.
- Briese, D.T. (1982). The effect of ants on the soil of a semi-arid saltbush habitat. *Insectes Sociaux*. 29(2), 375-382.
- Brown, J.H., Davidson, D.W. y Reichman, O.J. (1979). An experimental study of competition between seed-eating desert rodents and ants. *American Zoologist*. 19(4), 1129-1143.
- Calixto, A.A., Harris, M.K. y Dean, A. (2007). Sampling ants with pitfall traps using either propylene glycol or water as a preservative. *Southwestern Entomologist*. 32(2), 87-91.
- Carlson, S.R. y Whitford, W.G. (1991). Ant mound influence on vegetation and soils in a semiarid mountain ecosystem. *American Midland Naturalist*. 126(1), 125-139.
- Clay, R.E. y Schneider, K.E. (2000). The ant (Hymenoptera: Formicidae) fauna of coastal heath in south-west Victoria: effects of dominance by *Acacia sophorae* and management actions to control it. *Pacific Conservation Biology*. 6(2), 144-151.
- Colwell, R.K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>
- Colwell, R.K., Mao, C.X. y Chang, J. (2004). Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*. 85(10), 2717-2727.
- Davidson, D.W. (1977). Species diversity and community organization in desert seed-eating ants. *Ecology*. 58(4), 711-724.
- Del Toro, I., Floyd, K., Gardea-Torresdey, J. y Borrok, D. (2010). Heavy metal distribution and bioaccumulation in Chihuahuan Desert Rough Harvester ant (*Pogonomyrmex rugosus*) populations. *Environmental Pollution*. 158(5), 1281-1287.
- Del Toro, I., Ribbons, R.R. y Pelini, S.L. (2012). The little things that run the world revisited: a review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*. 17, 133-146.

- Delsinne, T., Roisin, Y., Herbauts, J. y Leponce, M. (2010). Ant diversity along a wide rainfall gradient in the Paraguayan dry Chaco. *Journal of Arid Environments*. 74(10), 1149-1155.
- Farji-Brener, A.G., Corley, J.C. y Bettinelli, J. (2002). The effects of fire on ant communities in north-western Patagonia: the importance of habitat structure and regional context. *Diversity and Distributions*. 8(4), 235-243.
- Folgarait, P.J. (1998). Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity & Conservation*. 7(9), 1221-1244.
- Gentry, A.H. (1982). Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 69(3), 557-593.
- Goldstein, E.L. (1975). Island biogeography of ants. *Evolution*. 29(4), 750-762.
- Hoffmann, B.D., Griffiths, A.D. y Andersen, A.N. (2000). Responses of ant communities to dry sulfur deposition from mining emissions in semi-arid tropical Australia, with implications for the use of functional groups. *Austral Ecology*. 25(6), 653-663.
- Hoffmann, B.D. (2010). Using ants for rangeland monitoring: global patterns in the responses of ant communities to grazing. *Ecological Indicators*. 10(2), 105-111.
- Huber, O., Alarcón, C. (1988). Mapa de tipos de Vegetación de Venezuela. Caracas, Venezuela, MARNR.
- Inouye, R.S., Byers, G.S. y Brown, J.H. (1980). Effects of predation and competition on survivorship, fecundity, and community structure of desert annuals. *Ecology*. 61(6), 1344-1351.
- Iturralde-Vinent, M.A. (2006). Meso-Cenozoic Caribbean paleogeography: implications for the historical biogeography of the region. *International Geology Review*. 48(9), 791-827.
- Kusnezov, N.N. (1956). A comparative study of ants in desert regions of central Asia and of South America. *The American Naturalist*. 90(855), 349-360.
- Kusnezov, N. (1957). Numbers of species of ants in faunas of different latitudes. *Evolution*. 11(3), 298-299.
- Leal, I.R. (2003). Diversidade de formigas em diferentes unidades de paisagem da Caatinga. En *Ecologia e conservação da Caatinga*. Editora Universitária da UFPE. pp. 435-461.
- Lindsey, P.A. y Skinner, J.D. (2001). Ant composition and activity patterns as determined by pitfall trapping and other methods in three habitats in the semi-arid Karoo. *Journal of Arid Environments*. 48(4), 551-568.
- Majer, J.D. (1978). An improved pitfall trap for sampling ants and other epigeic invertebrates. *Austral Entomology*. 17(3), 261-262.
- Majer, J.D., Shattuck, S.O., Andersen, A.N. y Beattie, A.J. (2004). Australian ant research: fabulous fauna, functional groups, pharmaceuticals, and the Fatherhood. *Australian Journal of Entomology*. 43(3), 235-247.
- Matteucci, S.D. y Colma, A. (1997). Agricultura sostenible y ecosistemas áridos y semiáridos de Venezuela. *Interciencia*. 22(3), 123-130.
- Medel, R.G. y Vásquez, R.A. (1994). Comparative analysis of harvester ant assemblages of Argentinian and Chilean arid zones. *Journal of Arid Environments*. 26(4), 363-371.
- Nash, M.S., Whitford, W.G., Bradford, D.F., Franson, S.E., Neale, A.C. y Heggem, D.T. (2001). Ant communities and livestock grazing in the Great Basin, USA. *Journal of Arid Environments*. 49(4), 695-710.
- Nash, M.S., Whitford, W.G., Van Zee, J. y Havstad, K.M. (2000). Ant (Hymenoptera: Formicidae) responses to environmental stressors in the northern Chihuahuan Desert. *Environmental Entomology*. 29(2), 200-206.
- Ochsenius, C. (1983). Aridity and biogeography in northernmost South America during the Late Pleistocene (Peri-Caribbean Arid Belt, 628-748W). *Zentralblatt für Geologie und Palaontologie Teil I* (3/4), 264-278.
- Palacio, E.E. y Fernández, F. (2003). Clave para las subfamilias y géneros. En *Introducción a las hormigas de la Región Neotropical*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Van Humboldt. Colombia. 233-260 pp.
- Pariacote, F. A., D' Ascensao, D.C., Borges, C. y Morón, W. (2002). Características de la cadera en tres subpoblaciones de caprino criollo venezolano. Resultados preliminares. *Archivos de Zootecnia*. 51(193-194), 265-270.
- Pérez-Sánchez, A.J., Lattke, J.E. y Vilorio, Á.L. (2012). Composición y estructura de la fauna de hormigas en tres formaciones de vegetación semiárida de la península de Paraguaná, Venezuela. *Interciencia*. 37(7), 506-514.
- Pérez-Sánchez, A.J., Lattke, J.E. y Vilorio, Á.L. (2013). Patterns of ant (Hymenoptera: Formicidae) richness and

relative abundance along an aridity gradient in western Venezuela. *Neotropical Entomology*. 42(2), 128-136.

Pérez-Sánchez, A.J., Lattke, J.E. y Riera-Valera, M.A. (2014). The myrmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) of the Macanao semi-arid peninsula in Venezuela: An altitudinal variation glance. *Journal of Biodiversity, Bioprospecting and Development*. 1(116), 2. doi: 10.4172/2376-0214.1000116.

Pirk, G.I. y Lopez De Casenave, J. (2014). Effect of harvester ants of the genus *Pogonomyrmex* on the soil seed bank around their nests in the central Monte desert, Argentina. *Ecological Entomology*. 39(5), 610-619.

Raven, P.H. y Axelrod, D.I. (1975). History of the flora and fauna of Latin America: The theory of plate tectonics provides a basis for reinterpreting the origins and distribution of the biota. *American Scientist*. 63(4), 420-429.

Read, J.L. y Andersen, A.N. (2000). The value of ants as early warning bioindicators: responses to pulsed cattle grazing at an Australian arid zone locality. *Journal of Arid Environments*. 45(3), 231-251.

Ríos-Casanova, L., Valiente-Banuet, A. y Rico-Gray, V. (2004). Las hormigas del Valle de Tehuacán (Hymenoptera: Formicidae): una comparación con otras zonas áridas de México. *Acta Zoológica Mexicana*. 20(1), 37-54.

Rodríguez, J.P., Rojas-Suárez, F. y Giraldo Hernández, D. (2010). Libro Rojo de los ecosistemas terrestres de Venezuela. Provita, Caracas.

Rojas, P. y Fragoso, C. (2000). Composition, diversity, and distribution of a Chihuahuan Desert ant community (Mapimí, México). *Journal of Arid Environments*. 44(2), 213-227.

Rull, V. (1996). Late Pleistocene and Holocene climates of Venezuela. *Quaternary International*. 31, 85-94.

Salazar, M. y Gutiérrez, T. (2002). Estudio de la biodiversidad ecológica en el Parque Nacional "Cerro Saroche". Barquisimeto, MARNR. Dirección estatal ambiental Lara. División de diversidad biológica. 50 pp.

Samson, D.A., Philippi, T.E. y Davidson, D.W. (1992). Granivory and competition as determinants of annual plant diversity in the Chihuahuan desert. *Oikos*. 65(1), 61-80.

Schubert, C. (1988). Climatic changes during the last glacial maximum in northern South America and the Caribbean: a review. *Interciencia*, 13(3), 128-137.

Suarez, A.V., Holway, D.A. y Case, T.J. (2001).

Patterns of spread in biological invasions dominated by long-distance jump dispersal: Insights from Argentine ants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 98(3), 1095-1100.

Tiede, Y., Schlautmann, J., Donoso, D.A., Wallis, C.I.B., Bendix, J., Brandl, R. y Farwig, N. (2017). Ants as indicators of environmental change and ecosystem processes. *Ecological Indicators*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.01.029>

Varela Hernández, F. y Castaño-Meneses, G. (2010). Checklist, biological notes and distribution of ants (Hymenoptera: Formicidae) from Barranca de Metztitlán Biosphere Reserve, Hidalgo, Mexico. *Sociobiology*. 56(2), 397-434.

Ward, D., New, T. y Yen, A. (2001). Effects of pitfall trap spacing on the abundance, richness and composition of invertebrate catches. *Journal of Insect Conservation*. 5(1), 47-53.