



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Semillas removidas por la hormiga *Pogonomyrmex barbatus*
(Smith): especies, familias y formas de vida.

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

IVONNE LUCÍA RAMÍREZ LUCAS



DIRECTORA DE TESIS:

DRA. LETICIA RIOS CASANOVA

(2016)

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

A la Dra. Leticia Ríos Casanova por su gran apoyo, su paciencia durante todo este tiempo para que pudiera concluir este trabajo.

A mis revisores el Dr. Héctor Godínez Álvarez, el Dr. Esteban Jiménez Sánchez, a la Dra. Gabriela Castaño Meneses y a la Dra. Isela Rodríguez Arévalo por haberse tomado el tiempo para revisar, comentar y corregir este trabajo.

A mis padres y a mis hermanos y a mi tío por ser el pilar fundamental en todo lo que soy y por su incondicional apoyo.

A todos amigos gracias por creer en mí, por apoyarme, ayudarme todo este tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

ÍNDICE

RESUMEN	4
Palabras clave	5
INTRODUCCIÓN	6
Objetivo general.....	12
Objetivo particular:.....	12
MATERIAL Y MÉTODOS	12
Obtención de datos.....	12
Análisis de datos.....	13
RESULTADOS	14
Análisis de similitud	20
DISCUSIÓN	24
CONCLUSIONES	27
LITERATURA CITADA	27
Apéndice 1.....	33
Apéndice 2.....	34

RESUMEN

La hormiga *Pogonomyrmex barbatus* es una de las especies de hormigas granívoras más importante y especializada del Continente Americano, sin embargo, hasta ahora no existe una lista generalizada de lo que esta especie puede consumir potencialmente, por lo que el objetivo general de este estudio fue realizar una lista de las especies de semillas removidas por esta hormiga. Debido a que *P. barbatus* tiene una amplia distribución que incluye regiones templadas y tropicales, se planteó la hipótesis de que la riqueza de especies removidas en la región tropical sería mayor, ya que en esta región hay una mayor riqueza vegetal. Para probar lo anterior, se realizó una búsqueda bibliográfica para localizar los trabajos en los que se ha documentado la remoción de semillas removidas por esta especie las cuales, también fueron clasificadas por familias y forma de vida. Para probar la hipótesis, se hicieron análisis de similitud (análisis de cluster y ANOSIM) entre las localidades y regiones. Se encontraron ocho estudios que reportan la remoción de semillas en ocho localidades: seis en la región tropical y dos en la región templada. En estas ocho localidades *P. barbatus* remueve semillas de 136 especies de plantas pertenecientes a 29 familias y siete formas de vida, de las cuales las semillas de las herbáceas predominaron en todas las localidades. De acuerdo con la hipótesis planteada y con los estudios encontrados, se deduce que un mayor número de especies son removidas por hormigas que viven en la región tropical, sin embargo, hay que considerar que el 75 % de los estudios se han realizado en esta zona. Al analizar la similitud entre las localidades, aquellas de la zona tropical son más similares entre sí, igualmente las localidades templadas son similares entre ellas y difieren de las de la región tropical. La gran riqueza de especies removidas por *P. barbatus* en las diferentes zonas de Norteamérica en las que se distribuye sugiere que esta hormiga tiene una gran flexibilidad en sus preferencias muy probablemente debida a su distribución.

Palabras clave: granivoría, formas de vida, hormigas cosechadoras, remoción de semillas, zonas áridas templadas, zonas áridas tropicales.

INTRODUCCIÓN

Las hormigas son uno de los grupos más diversos con cerca de 14000 especies descritas incluidas en 16 subfamilias (Ward, et al. 2014). Pertenecen a la familia Formicidae, dentro de la superfamilia Vespoidea del orden Hymenoptera. Pueden habitar en los bosques tropicales, templados, zonas áridas, pastizales, agroecosistemas y áreas urbanas. Algunas de las razones sobre su éxito ecológico y evolutivo se deben a su gran diversidad de hábitos alimentarios, la división de labores dentro de la colonia y el trabajo cooperativo (Hölldobler y Wilson, 1990).

Las hormigas son un elemento importante en los ecosistemas terrestres, ya que pueden ocasionar numerosos efectos a diferentes niveles en los ecosistemas, debido a su actividad de construcción de nidos, hábitos de forrajeo, incluyendo la descomposición y el reciclaje de nutrientes, así como sus interacciones con otros organismos al ser herbívoras, detritívoras, depredadoras o granívoras (Guzmán-Mendoza et al. 2010; Ríos-Casanova, 2014).

Las hormigas granívoras colectan y almacenan, principalmente, propágulos de plantas (que de aquí en adelante se llamarán semillas) en su dieta. Estas hormigas comprenden más de 150 especies pertenecientes a 18 géneros y 3 subfamilias (MacMahon et al. 2000)

Es importante señalar que la mayoría de los estudios sobre los elementos que las hormigas llevan a sus nidos, han documentado la remoción de semillas, es decir, se identifican o contabilizan a aquellas semillas que son trasladadas por las hormigas hacia sus nidos. En muchos estudios, se ha considerado que estas especies pertenecen a la dieta de las hormigas, sin embargo, no siempre es claro si estas semillas son consumidas como para ser consideradas parte de la dieta. A pesar de esta diferencia entre semillas

removidas y semillas incluidas en la dieta, en este trabajo se usará la palabra remoción para referirse a todas aquellas semillas que son llevadas hacia los nidos.

La selección de las semillas, llevada a cabo por las hormigas, puede ocurrir de acuerdo con ciertas características de las mismas, como su morfología y tamaño, por ejemplo, las semillas más alargadas y con mayor número de proyecciones son más removidas que las más redondeadas y lisas, ya que las obreras tienen dificultad para sostener y acarrear semillas redondeadas debido a la morfología de sus mandíbulas (Pulliam y Brand, 1975). Otra característica tiene que ver con su calidad nutricional, ya que la selectividad de semillas puede variar dependiendo del contenido de nutrientes como nitrógeno, lípidos y carbohidratos solubles (Kelrick et al. 1986, Crist y MacMahon 1992). Las semillas también pueden ser discriminadas dependiendo del contenido de compuestos secundarios, pues aquellas que tienen una alta concentración de compuestos como taninos y alcaloides, pueden ser tóxicas para las hormigas (Carroll y Janzen, 1973).

Acerca del tamaño, se ha demostrado que las hormigas granívoras colectan semillas relativamente pequeñas, menores a 1 mg; (Inouye, 1991), aunque dependiendo de la especie de hormiga, pueden remover semillas mayores a los 4 mg (Detrain y Pasteels, 2000). Además, hay una relación entre el tamaño de las obreras y la carga que pueden llevar, donde especies de menor tamaño prefieren semillas más pequeñas debido a la dificultad de los individuos para sostener o para mover cargas grandes al poseer cabeza, mandíbulas, tórax y patas más pequeños (Kaspari, 1996; Pirk, 2007).

Para muchas hormigas granívoras, la búsqueda de comida comienza en verano y termina en otoño, cuando comienza la fase de hibernación para aquellas especies que viven en zonas con climas boreales o alpinos (Taber, 1998). Los factores que pueden influir son diversos, como el clima, la disponibilidad del recurso, la capacidad de

almacenar el alimento, las interacciones con las colonias vecinas, la edad de la colonia y la temperatura del suelo (Davidson, 1977).

La temperatura tiene un fuerte efecto sobre el comportamiento de forrajeo y la velocidad de muchas hormigas (Morehead y Feener 1998). En zonas áridas y semiáridas, generalmente en primavera, verano y otoño, muchas especies tienen una actividad bimodal, es decir, tienen actividad en dos momentos del día, en la mañana y en la tarde cuando la superficie del suelo alcanza una temperatura aproximada de 21°C. Hay un periodo de inactividad hacia el medio día cuando la temperatura es muy alta, alrededor de 40°C (Hölldobler y Wilson, 1990; Ríos-Casanova et al., 2014). Las hormigas disminuyen la actividad de forrajeo durante el invierno teniendo un patrón unimodal, es decir, siendo activas únicamente en la hora más calurosa del día. Si la temperatura durante el día es muy alta, algunas especies cambian de la actividad diurna a nocturna (Brown et al. 1979; Mehlhop y Scott, 1983).

Aunque frecuentemente se dice que las hormigas granívoras son elementos dominantes en las zonas desérticas y pastizales templados y tropicales, es posible encontrarlas en otros ecosistemas como las selvas bajas y lluviosas (Hölldobler y Wilson, 1990). Se han registrado diversas especies de hormigas granívoras en las subfamilias Ponerinae, Myrmicinae y Formicinae, sin embargo, la gran mayoría pertenece a Myrmicinae. Dentro de esta última subfamilia, el género *Pogonomyrmex* es el más importante y especializado en la remoción y consumo de semillas en el continente americano (MacMahon et al. 2000; Pol, 2008).

El género *Pogonomyrmex* incluye 69 especies, con 32 para Norteamérica, 34 para Sudamérica, y 3 para el Caribe (Johnson y Cover 2015, 2015). Tiene dos grandes áreas de distribución independientes, una en América del Sur y otra en el suroeste de los Estados Unidos y México (Taber, 1998). Se caracterizan por tener nidos en el suelo, con

una superficie libre de vegetación que los rodea (Mackay, et al., 1985), lo que les permite reducir el tiempo de viaje de forrajeo, además de incrementar la exposición del nido a la radiación solar y maximizar el tiempo de actividad obteniendo así más recursos (MacMahon et al., 2000). La mayoría de las obreras de este género presentan una cabeza grande con mandíbulas extremadamente fuertes, lo que les permite recolectar las semillas (MacKay et al., 1985). El tamaño de la colonia de las especies que se distribuyen en América del Norte es muy variable, con unas 100 – 1,500 obreras por colonia en las especies con forrajeo individual, y más de 5000–10000 obreras en aquellas que presentan forrajeo grupal (Johnson, 2000).

Los patrones de actividad de forrajeo que exhiben las hormigas varían dependiendo de cada especie, en general pueden coleccionar su comida de dos formas: a) la forma individual consiste en que las obreras salen y regresan al nido con alimento de forma solitaria y, b) la forma grupal se presenta cuando las obreras forrajean en grupos ordenados mediados químicamente (Gordon, 1999). Sin embargo, se ha observado que estos organismos pueden cambiar de estrategia individual a grupal o viceversa, lo que se conoce como estrategia de forrajeo mixta (Hölldobler y Wilson, 1990).

Algunos estudios indican que son capaces de remover grandes cantidades de semillas del suelo y que pueden extraer hasta el 10% de la producción de una temporada (Pulliam y Brand, 1975; Crist y MacMahon 1992). La dieta de las especies incluidas en este género está constituida mayoritariamente por semillas de gramíneas, y ocasionalmente colecciona recursos distintos a las semillas, como insectos y heces de vertebrados (Hölldobler y Wilson, 1990; Ríos-Casanova, 2005; Guzmán-Mendoza, et al., 2012).

La especie *Pogonomyrmex barbatus* (Smith) (Fig. 1), se distribuye únicamente en Norteamérica, en la mayor parte de México y algunos estados del sur de Estados Unidos

como Arizona, Nuevo México y Texas, lo que significa que puede habitar en regiones tropicales y templadas, es decir al sur y al norte del Trópico de Cáncer (Johnson, 2000), en altitudes que van de los 5 a los 2408 m.s.n.m. (AntWeb, 2015; Fig. 2).

Ríos-Casanova et al. (2014), encontraron que la actividad de forrajeo de *P. barbatus* en el Valle de Tehuacán, una zona semiárida del centro de México, es bimodal en primavera, verano y otoño, donde los picos de actividad ocurren cuando las temperaturas del suelo alcanzan de 36 °C a 50°C, mientras que en invierno la actividad de forrajeo es unimodal, cuando la temperatura alcanza los 40°C.



Figura 1. *Pogonomyrmex barbatus* (tomada de Ward, 2003).

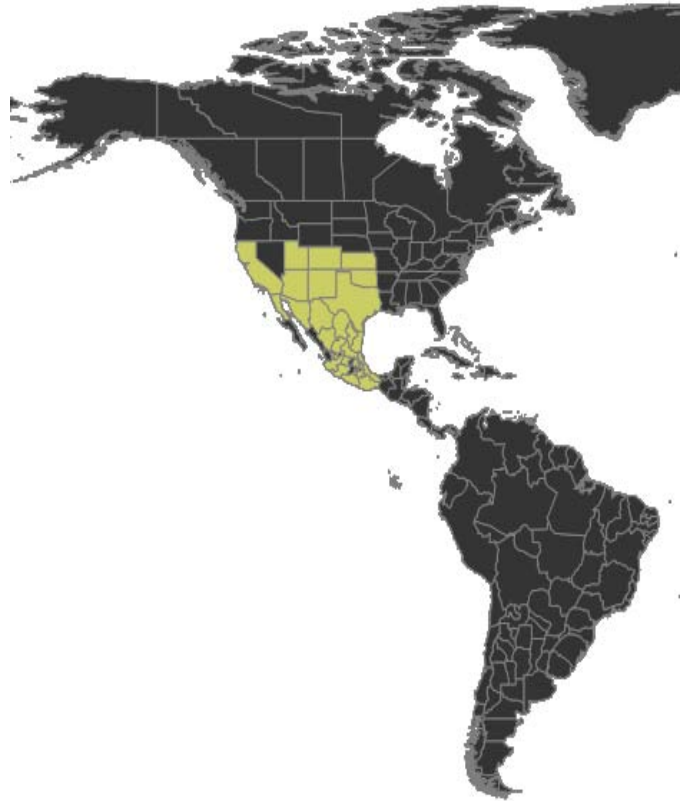


Figura 2. Distribución de *P. barbatus*, basada en las listas taxonómicas regionales (tomado de Antwiki, 2015).

Un patrón muy documentado en ecología es el incremento general de la riqueza de especies en regiones tropicales, y la disminución de la misma a medida que nos acercamos a los polos. Este patrón también es conocido como Gradiente Latitudinal de Diversidad (GLD; Ruggiero, 2001). La alta riqueza de especies que se encuentra en los trópicos ha sido documentada por una gran variedad de grupos taxonómicos, una revisión hecha por Willig et al. (2003), ha mostrado que, en grupos como plantas, moluscos, artrópodos, peces, reptiles, aves y mamíferos, se ha observado este patrón.

De acuerdo con este patrón, podría esperarse que la riqueza de especies de semillas removidas por *P. barbatus* a lo largo de todo su rango de distribución, esté

influenciado por el GLD, dependiendo de la localidad en la que se encuentre esta hormiga. De esta manera, el número de especies removidas por *P. barbatus* en la región tropical (sur del Trópico de Cáncer) debería ser mayor al que remueven en la región templada de su distribución (norte del trópico de Cáncer).

A pesar de la gran abundancia de *P. barbatus* en muchas zonas de Norteamérica (Johnson, 2000) y su considerable importancia ecológica al remover principalmente semillas de pastos y dicotiledóneas, existen pocos estudios que enlisten las especies que son removidas por *P. barbatus*, y aún no hay una lista generalizada de lo que esta especie puede llevar a sus nidos y potencialmente consumir.

Debido a lo anterior, en el presente trabajo se planteó el siguiente objetivo general:

- Realizar una lista de las especies de semillas removidas por *Pogonomyrmex barbatus*, de acuerdo con los registros bibliográficos que se tienen.

Y un objetivo particular:

- De acuerdo con la información obtenida, analizar si existen similitudes entre los sitios estudiados con base en las especies, familias y forma de vida de las plantas a las que pertenecen las semillas removidas por *P. barbatus*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención de datos

Los datos fueron obtenidos buscando todos los estudios que tuvieran un listado de especies de las semillas que son removidas o consumidas por *P. barbatus*. Dichos estudios se localizaron haciendo una búsqueda vía internet en la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM (<http://bibliotecas.unam.mx/>) y Google Scholar

(<https://scholar.google.es/>), sin restringir la fecha de publicación de los estudios ni el ecosistema en el que dichos estudios se llevaron a cabo, considerando cualquier tipo de documento, incluyendo tesis y reportes. Las palabras usadas en las búsquedas fueron *Pogonomyrmex barbatus*, seeds, removal, harvester ant, foraging, semillas, remoción, hormigas cosechadoras y forrajeo por hormigas.

Debido a que los datos provienen de trabajos ya publicados, solo se cuenta con datos de presencia / ausencia de las especies de semillas en cada localidad, por lo tanto, se hizo una lista completa de todas las especies de semillas y una lista de las familias a las que pertenecen, se contó el número de especie por familia, y se clasificaron por forma de vida. Las formas de vida consideradas fueron:

- árbol
- arbusto
- cactácea columnar
- cactácea globosa
- suculenta
- herbácea
- pasto

Para conocer en qué región es más rica la dieta de *P. barbatus*, las localidades fueron separadas en aquellas que pertenecen a la región tropical (RTR) y las que pertenecen a la región templada (RTE), como se muestra en la Fig. 3.

Análisis de datos

Para conocer la similitud entre sitios con base en las semillas removidas, se realizó un análisis jerárquico de conglomerados utilizando el algoritmo UPGMA como método de

agrupamiento, y como medida de similitud, el índice de Jaccard, con el programa PAST versión 3.06 (Hammer, 2015). Los análisis se hicieron considerando:

- el número total de especies
- las familias a las que pertenecen
- las formas de vida

Para conocer las diferencias en la composición de especies, familias y formas de vida entre la región templada y tropicales, se hicieron análisis de similitud (ANOSIM) de una vía usando la distancia de Bray-Curtis, donde el factor fue la región con dos niveles: templada y tropical y la variable de respuesta fue la presencia / ausencia de las especies, familias o formas de vida, se hicieron 9999 permutaciones y el valor de P fue corregido con Bonferroni (α/k , donde $\alpha = 0.05$ y $k =$ número de comparaciones). Estos análisis se llevaron a cabo utilizando el programa PAST 2.04.

RESULTADOS

Se encontraron ocho estudios en los que se han registrado, a nivel de especie, las semillas removidas por *P. barbatus*. De este total, en seis se reportan datos para la región tropical y en dos, para la región templada (Apéndice 1).

Las localidades ubicadas en la región tropical son: Villa de Arriaga, San Luís Potosí (SLP); Tepalcingo, Morelos (MOR), cuatro estudios para la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, de los cuales, tres se realizaron en el Valle de Zapotitlán (VZ1, VZ2 y VZ3) y uno en San Rafael Coxcatlán (SRC).

Las localidades de la zona templada son: Rodeo, Nuevo México (RNM) y Edwards Plateau, Texas (EPT) en Estados Unidos de Norteamérica (Fig. 3).

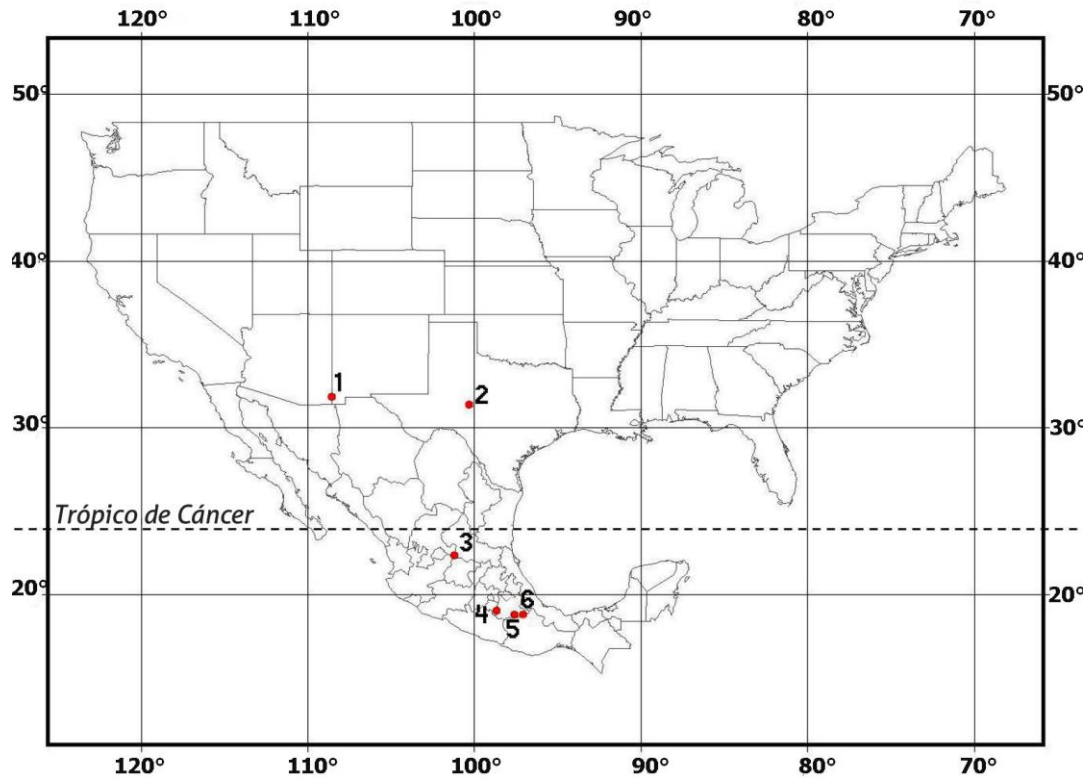


Figura 3. Sitios donde se ha estudiado la dieta de *P. barbatus*. 1. Rodeo, Nuevo México (RTE); 2. Edwards Plateau, Texas (RTE); 3. Villa de Arriaga, San Luís Potosí (RTR); 4. Tepalcingo, Morelos (RTR); 5. San Rafael Coaxcatlán, Puebla (RTR); 6. Valle de Tehuacán, Puebla (RTR).

La lista generada incluye 136 especies (Apéndice 2), pertenecientes a 29 familias, las cuales se agruparon en siete formas de vida (Cuadro 1). Para las dos localidades de la región templada se registraron 32 especies, mientras que para la región tropical se han reportado 104 especies.

Cuadro1. Familias, número de especies y formas de vida de las semillas removidas por *P. barbatus*. (Gordon, 1993¹; Nicolai et al., 2007²; Quintana-Asencio y González Espinoza, 1990³; Hernández-Flores, 2012⁴; Cano-Salgado et al., 2012⁵; Ríos-Casanova, 2005⁶; Ríos-Casanova y Medina-Salgado, 2013⁷; Medina-Salgado, 2014⁸).

Familias	Número de especies	Formas de vida
Amaranthaceae ^{1, 3, 4}	4	Herbácea
Amaryllidaceae ³	1	Suculenta
Anacardiaceae ³	1	Árbol
Asteraceae ^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 8}	25	Herbácea, arbusto
Brassicaceae ¹	1	Herbácea
Burseraceae ⁶	1	Árbol
Cactaceae ^{3, 4, 5, 6, 7, 8}	14	Cactácea columnar, globosa
Caesalpiniaceae ⁵	2	Árbol, herbácea
Chenopodiaceae ^{1, 3}	3	Herbácea
Convolvulaceae ^{1, 4}	4	Árbol, herbácea
Cruciferaeae ^{3, 4}	1	Herbácea
Cyperaceae ¹	1	Herbácea
Euphorbiaceae ^{1, 2, 5}	6	Herbácea
Fabaceae ^{1, 3, 4, 5, 6}	17	Árbol, arbusto, herbácea
Geraniaceae ^{1, 3}	3	Herbácea
Lamiaceae ^{2, 4}	2	Herbácea
Malpighiaceae ⁵	1	Herbácea
Malvaceae ^{2, 3, 4, 5}	6	Árbol, herbácea

Nyctaginaceae ⁵	1	Herbácea
Onagraceae ¹	1	Herbácea
Portulacaceae ^{1, 3, 5}	5	Herbácea
Plantaginaceae ¹	1	Herbácea
Poaceae ^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8}	26	Pasto
Polemoniaceae ¹	1	Herbácea
Simaroubaceae ^{6, 7, 8}	1	Arbusto
Solanaceae ⁴	1	Herbácea
Tiliaceae ⁴	1	Herbácea
Verbenaceae ^{3, 4, 5, 6}	4	Herbácea
Zygophyllaceae ^{4, 5}	1	Herbácea

Las familias con mayor número de especies en la región tropical (RTR) fueron Asteraceae, Poaceae, Cactaceae y Fabaceae (Fig. 4), y en cuanto a la región templada (RTE), fueron Poaceae, Asteraceae y Fabaceae (Fig. 5) y las formas de vida que presentan mayor número de especies fueron las herbáceas y los pastos (Fig. 6).

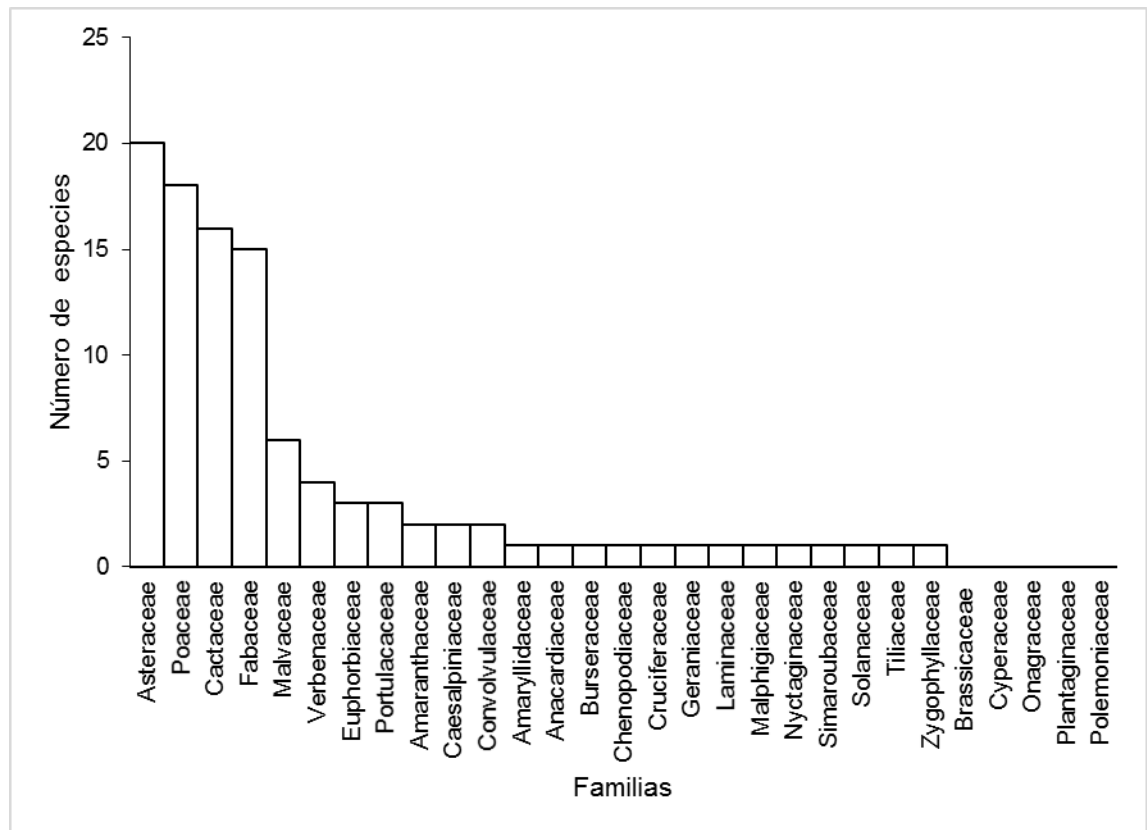


Figura 4. Número de especies por familia removidas por *P. barbatus* en la región tropical.

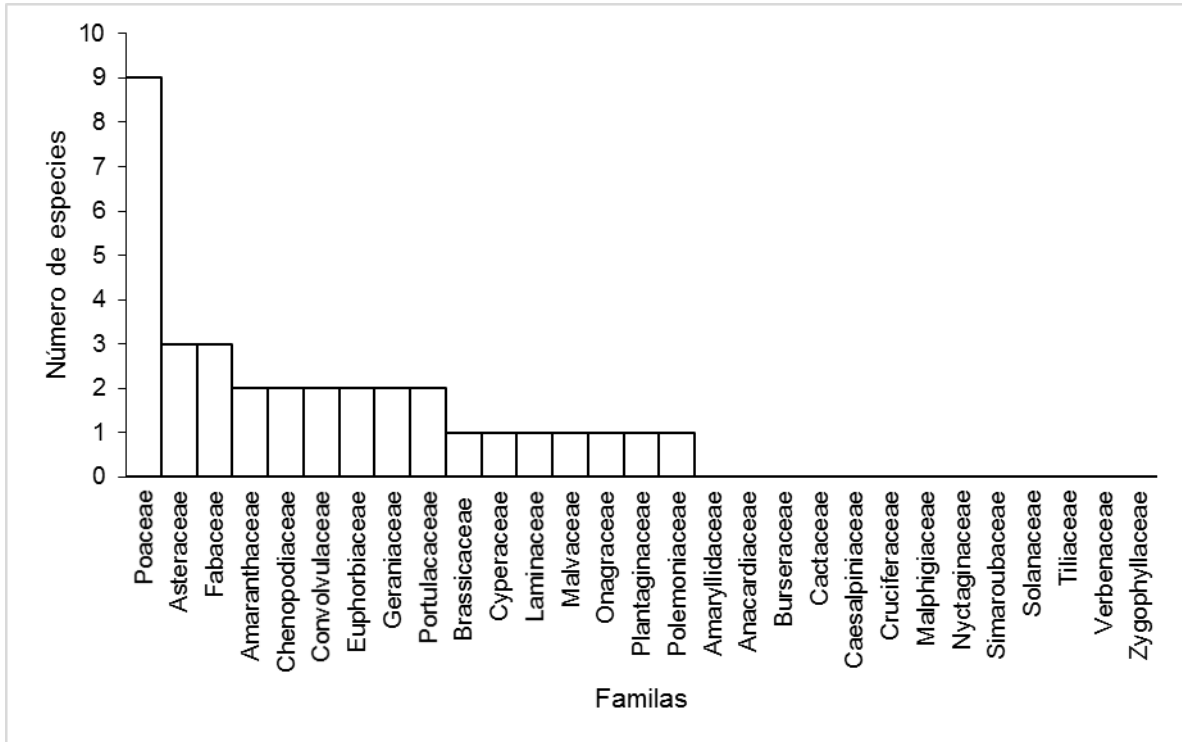


Figura 5. Número de especies por familia removidas por *P. barbatus* en la región templada (RTE).

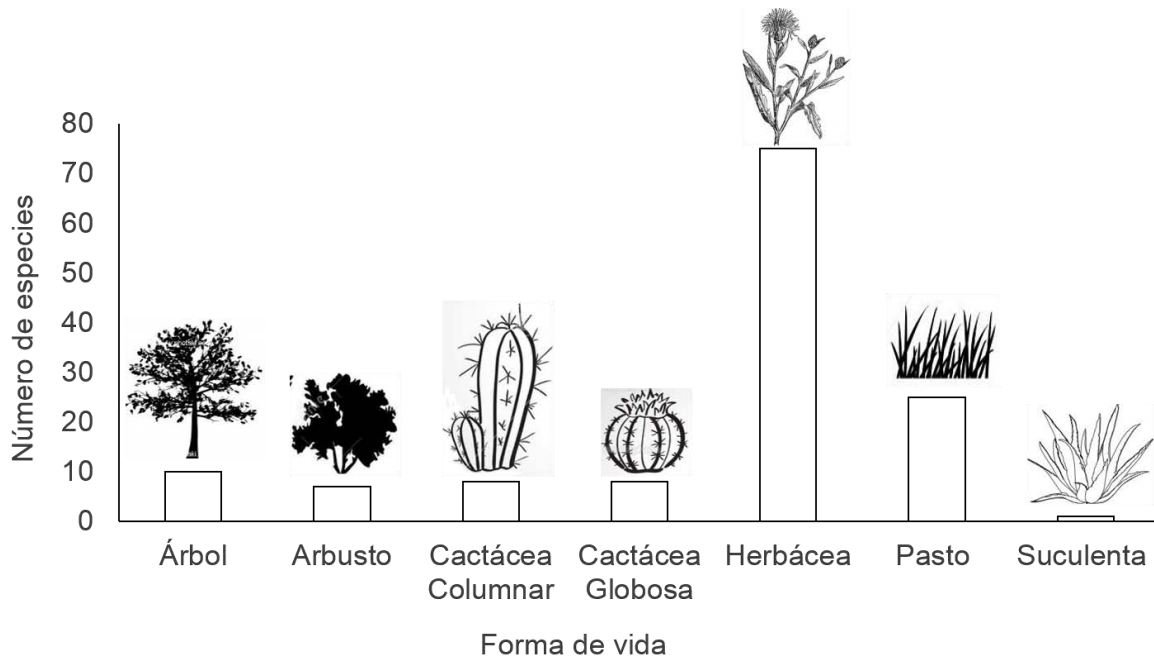


Figura 6. Número de especies, por forma de vida, removidas por *P. barbatus*.

Las semillas de plantas herbáceas son removidas en todos los sitios. En las localidades de la región templada, únicamente se han registrado semillas de herbáceas y pastos removidas por *P. barbatus*, mientras que en la región tropical se encontró mayor variedad de formas de vida (Fig. 7).

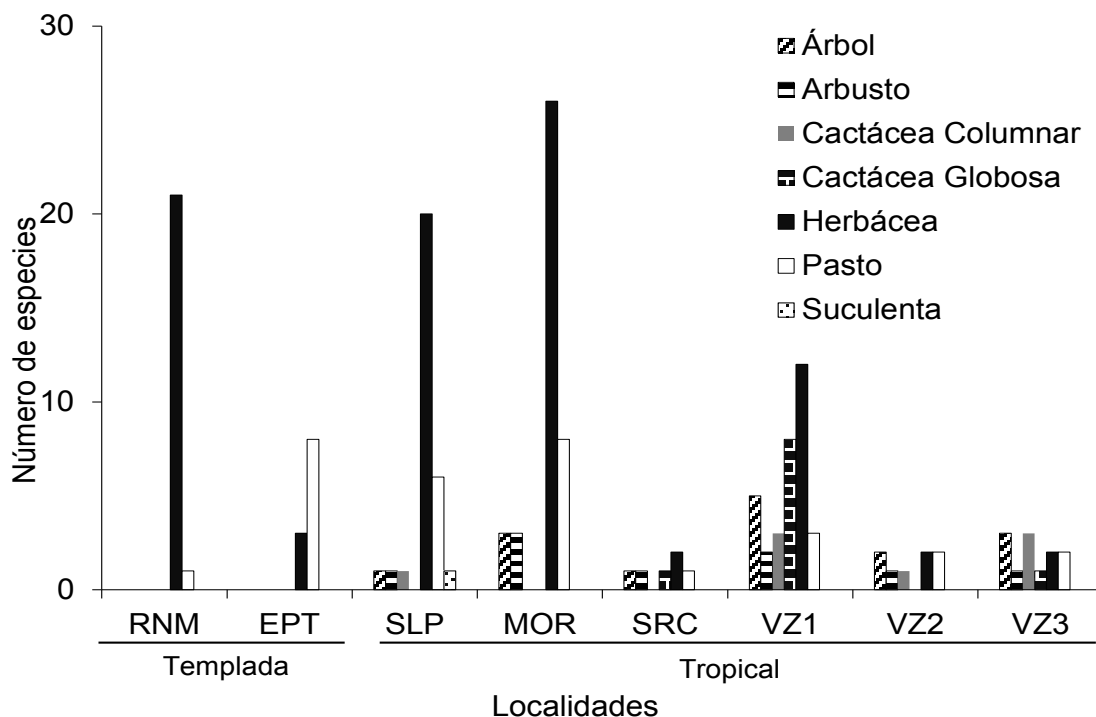


Figura 7. Número de especies por formas de vida removidas por *P. barbatus* en diferentes localidades tropicales y templadas. (Rodeo, Nuevo México (RNM); Edwards Plateau, Texas (EPT); Villa de Arriaga, San Luís Potosí(SLP); Tepalcingo, Morelos (MOR); San Rafael Coaxcatlán, Puebla (SRC); Valle de Tehuacán, Puebla (VZ1, VZ2, VZ3)).

Análisis de similitud

Al observar la similitud de especies de semillas removidas por *P. barbatus* en diferentes localidades de Norte América, el dendrograma muestra la formación de dos grupos, uno con las localidades de la región templada y otro con todas las localidades de

la región tropical. Dentro de la región tropical, se forman tres grupos, uno con SLP, otro con la localidad de MOR y uno con las localidades del Valle de Tehuacán, dentro de este último, hay un grupo con la mayor similitud que son las localidades VZ2 y VZ3 pertenecientes al Valle de Zapotitlán con una similitud de 0.66 (Fig. 8).

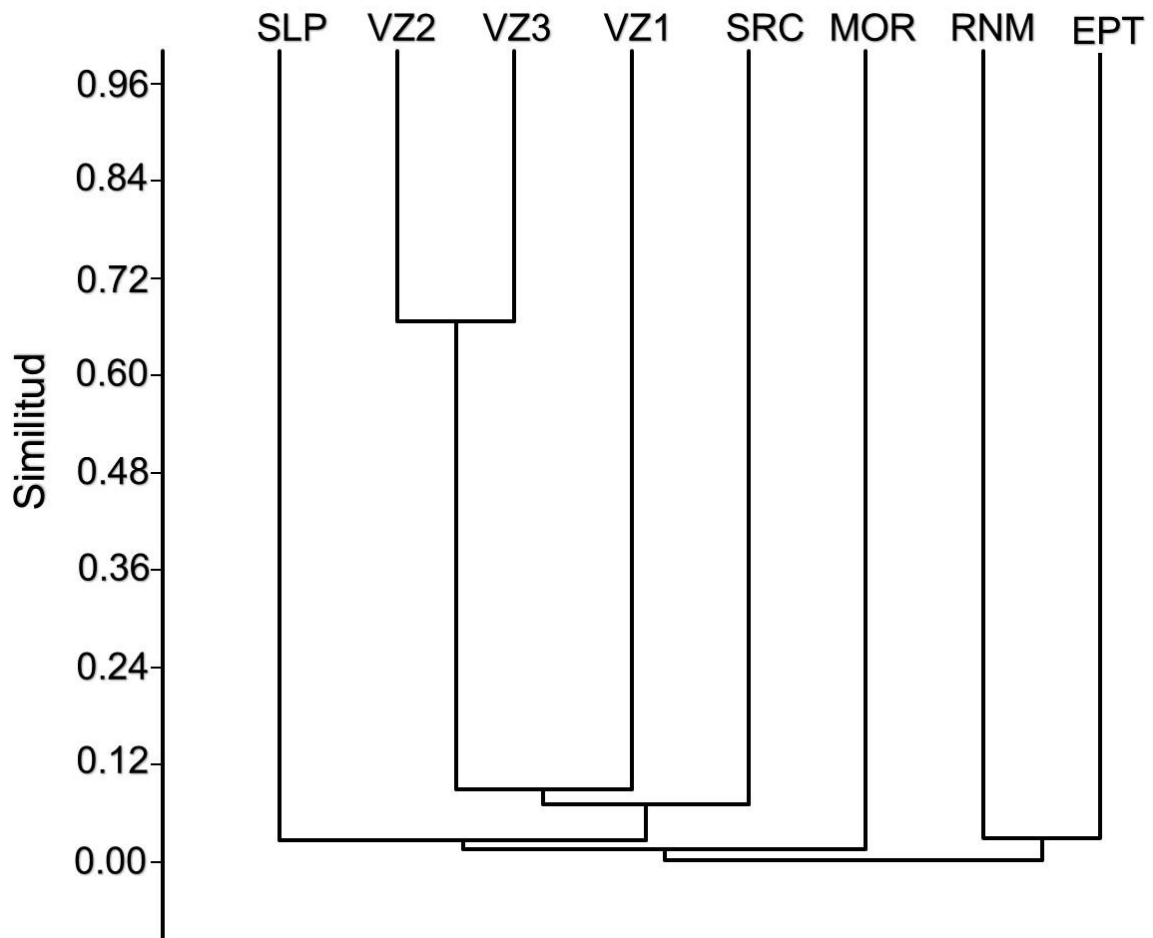


Figura 8. Dendrograma de la similitud de localidades basado en las especies de semillas removidas por *P. barbatus*. (Rodeo, Nuevo México (RNM); Edwards Plateau, Texas (EPT); Villa de Arriaga, San Luís Potosí(SLP); Tepalcingo, Morelos (MOR); San Rafael Coaxcatlán, Puebla (SRC); Valle de Tehuacán, Puebla (VZ1, VZ2, VZ3)).

Al analizar con el mismo método las familias de las semillas removidas por *P. barbatus*, encontramos la formación de dos grupos de localidades. Se encuentra la formación de un grupo con tres localidades del Valle de Tehuacán más la localidad de SLP con la menor similitud respecto a este grupo (0.31). En el otro grupo se encuentran las dos localidades de Estados Unidos además de una localidad del Valle de Tehuacán y la localidad de Morelos (Fig. 9).

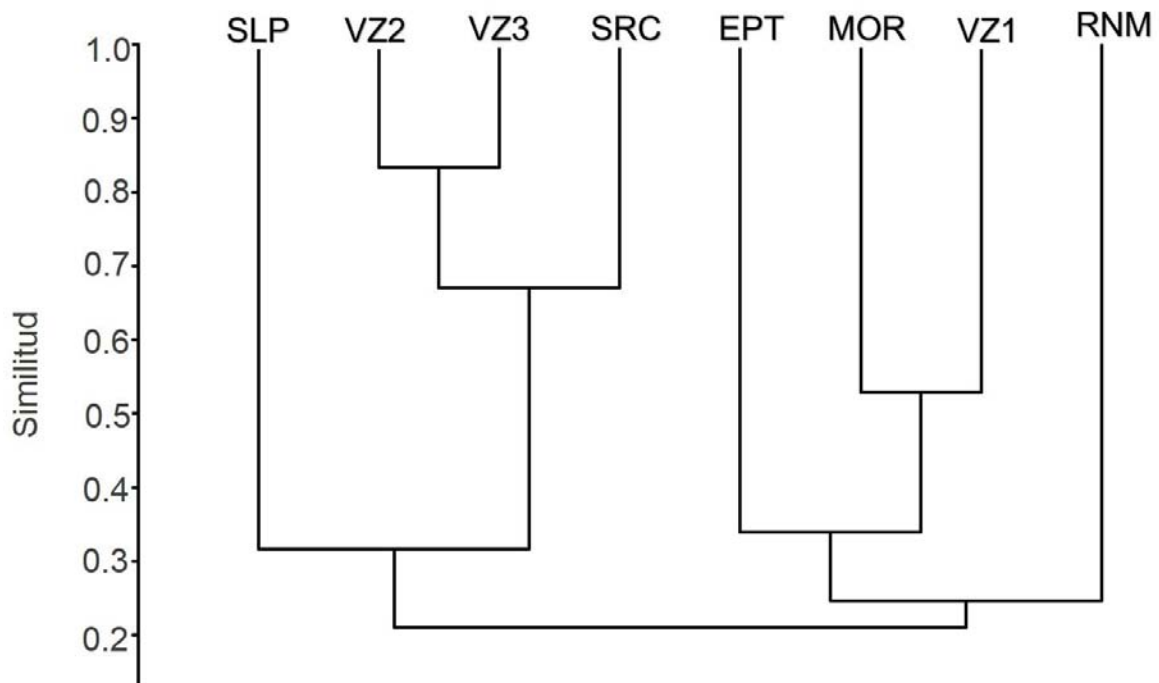


Figura 9. Dendrograma de la similitud de localidades basado en las familias a las que pertenecen las semillas removidas por *P. barbatus*. (Rodeo, Nuevo México (RNM); Edwards Plateau, Texas (EPT); Villa de Arriaga, San Luís Potosí(SLP); Tepalcingo, Morelos (MOR); San Rafael Coaxcatlán, Puebla (SRC); Valle de Tehuacán, Puebla (VZ1, VZ2, VZ3)).

Por último, el análisis de las localidades de acuerdo a la forma de vida a la que pertenecen las semillas removidas por *P. barbatus* muestra la formación de dos grupos con una similitud de 0.35. En un grupo se encuentran las dos localidades de EUA y en el otro todas las localidades de México. Dentro de estas últimas se separan dos grupos a una similitud de 0.72, en uno de ellos con similitud de 0.85, se encuentran VZ1, VZ3 y SRC pertenecientes al Valle de Tehuacán y en otro VZ2, SLP y MOR con similitud de 0.74 (Fig. 10).

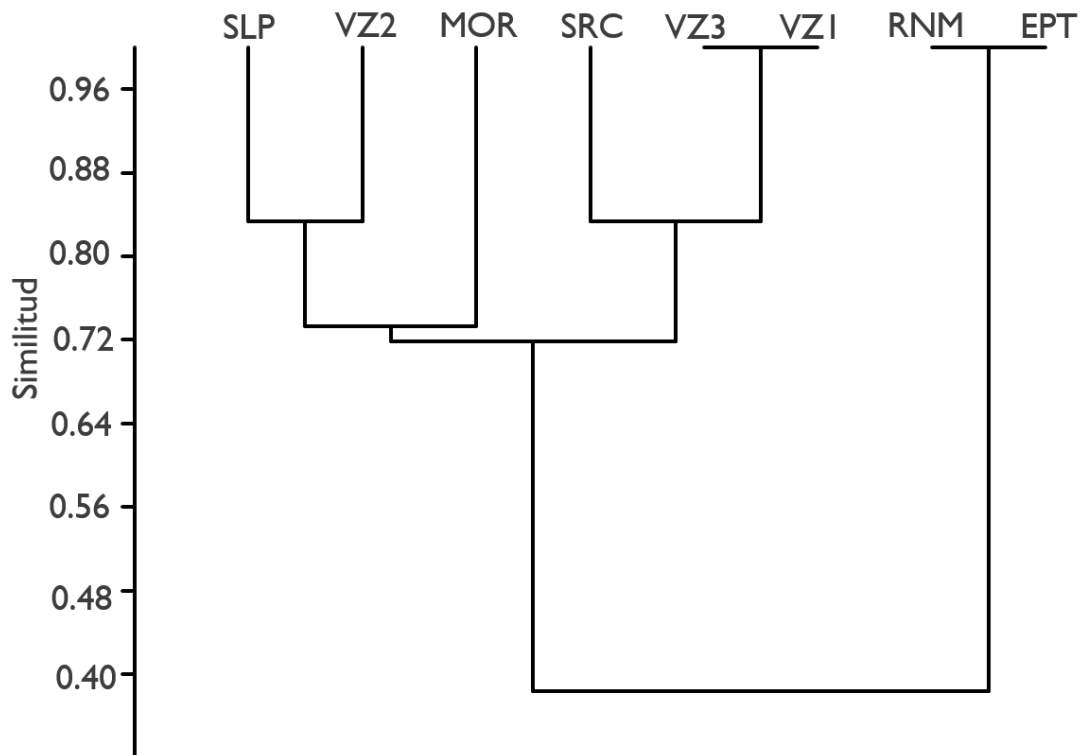


Figura 10. Dendrograma de la similitud de localidades basado en las formas de vida de las plantas a las que pertenecen las semillas removidas por *P. barbatus*.

El análisis de similitud (ANOSIM) para comparar la composición de especies entre regiones (templada y tropical) mostró que no hay diferencias entre la región templada y la tropical ($R = 0.58$, $P = 0.07$). Por el contrario, para las familias y las formas de vida si se encontraron diferencias significativas entre regiones ($R = 0.71$, $P = 0.03$; $R = 1$, $P = 0.04$, respectivamente).

DISCUSIÓN

En este estudio se encontró que *P. barbatus* está removiendo 136 especies de plantas de 29 familias, que se agrupan en 7 formas de vida de las plantas. Esto ocurre en diferentes zonas de su distribución, lo que confirma porque siempre ha sido considerada una de las especies granívoras más importantes de las zonas áridas y semiáridas de Norteamérica (Johnson, 2000). Otros estudios han documentado que, en Norteamérica, otras especies de *Pogonomyrmex* (*P. rugosus*, *P. californicus* y *P. desertorum*) remueven semillas de al menos 20 especies de plantas (Whitford, 1978), en tanto que en Sudamérica *P. protonalis* y *P. rastratus* remueven 18 especies (Pirk, 2002). Aunque los análisis sobre la remoción y dieta de otras especies de *Pogonomyrmex* son escasos, los datos que hay hasta ahora indican que *P. barbatus* en Norteamérica puede remover una gran cantidad de especies de semillas.

De acuerdo con lo planteado en las hipótesis, la riqueza de especies de semillas removidas por esta hormiga es mayor en las localidades de la región tropical que en las localidades de la región templada, lo que puede atribuirse a un patrón, ya conocido, en el que las regiones tropicales tienen una mayor riqueza y diversidad vegetal que se ve reflejada en la composición de semillas removida por *P. barbatus* (Ruggiero, 2001). Se ha sugerido que este patrón puede deberse a que en la región tropical hay mayor radiación solar que aumenta la temperatura, lo que puede implicar tiempos de generación más

cortos y tasas de mutación más altas, acelerando así la especiación en estas áreas (Rohde, 1992).

Sin embargo, es muy importante considerar que las estimaciones encontradas en este estudio podrían estar sesgadas ya que para la región templada solo hay dos estudios, mientras que para la región tropical hay seis. Si ponderamos el número de especies removidas por *P. barbatus* con el número de estudios en cada región, encontramos que para la región templada habría 17 especies para cada zona de estudio, mientras que en la región tropical habrá 17.3 especies por zona de estudio, lo que haría que los resultados para cada región fueran muy similares. A pesar de lo anterior, el análisis de las formas de vida que se remueven en cada región indica que la región tropical ofrece una mayor diversidad de recursos para las hormigas, tal como lo predice la hipótesis de GLD.

Con respecto a la similitud de las localidades, basada en las especies, familias y formas de vida, todos los análisis muestran que las localidades pertenecientes al Valle de Tehuacán son muy similares, sin embargo, la localidad llamada VZ1 en este trabajo, se encuentra relativamente separada de este grupo. Este resultado puede deberse a que dicho estudio analizó las semillas que se encuentran en los basureros de los nidos de esta especie y a que el muestreo fue mucho más intensivo que en los otros estudios presentados aquí y que han seguido la misma técnica (VZ1: Cano-Salgado et al., 2012; VZ2: Ríos-Casanova y Medina-Salgado, 2013; VZ3: Medina-Salgado, 2014) (Apéndice 1). No obstante lo anterior, Pirk y colaboradores (2007) analizaron los resultados de la recolección de semillas por hormigas, obtenidos por recolección manual, recolección del basurero de los nidos y recolección automática con trampas de caída para varias especies del género *Pogonomyrmex* en Sudamérica, y no encontraron diferencias

significativas entre las tres técnicas, por lo que la intensidad del muestreo parecería ser el factor que tiene más efecto sobre las diferencias encontradas entre estudios.

Las otras localidades de la región tropical como SLP y MOR son menos similares a las localidades del Valle de Tehuacán. En el caso de MOR, la zona estudiada se encuentra en una selva baja caducifolia con una precipitación de 870 mm y, aunque la localidad SRC del Valle de Tehuacán también está en una selva baja caducifolia, tiene una precipitación menor (395 mm). Estas diferencias en precipitación pueden reflejarse en la mayor riqueza de especies reportada para MOR en comparación con la riqueza de los sitios llamados VZ. La localidad de SLP analizada, está constituida por una nopalera la cual solo fue estudiada durante 6 meses, por tal motivo se cree que se han reportado pocas especies para este lugar. Las diferencias encontradas entre las zonas de la región tropical pueden deberse a las diferencias propias de cada ecosistema estudiado, a diferencias en la intensidad de muestreo y a las técnicas utilizadas para conocer a las semillas removidas por *P. barbatus*.

En el caso de las localidades de la región templada, aunque se reportan semillas de muchas especies, estas pertenecen a plantas herbáceas y pastos. Un patrón ya reportado para muchas zonas áridas y semiáridas del sur de Estados Unidos, es precisamente la dominancia por parte de plantas herbáceas y distintas especies de gramíneas (Nicolai et al., 2007).

La gran variedad de semillas removidas por *P. barbatus*, reportadas hasta ahora, sugiere que esta hormiga tiene una gran flexibilidad en sus preferencias debida al rango tan amplio en el que se distribuye. Esto pone de manifiesto que las interacciones que esta hormiga establece con las plantas, cambian dependiendo de las variaciones locales del ambiente biótico, creándose lo que Thompson (1995) ha llamado un mosaico geográfico coevolutivo, por lo que, uno de los posibles resultados de dicho mosaico, es la

coevolución de la interacción en alguna de las poblaciones. Creemos que el futuro del estudio de las interacciones entre *P. barbatus* y las semillas que remueve deberá considerar el mosaico geográfico en el que dichas interacciones se llevan a cabo.

CONCLUSIONES

La hormiga *Pogonomyrmex barbatus* remueve semillas de 136 especies, incluidas en 29 familias, agrupadas en 7 formas de vida

Pogonomyrmex barbatus remueve una mayor riqueza de especies de plantas (semillas) en la región tropical que en la región templada.

Pogonomyrmex barbatus remueve semillas de un mayor número de familias (24) y de formas de vida (7) en las localidades pertenecientes a la región tropical, que en las de la región templada (16 y 2 respectivamente), estudiadas hasta ahora.

LITERATURA CITADA

AntWeb. 2015. Available from <http://www.antweb.org>. Fecha de consulta: 9 de abril del 2015

Antwiki. 2015. Available from <http://www.antwiki.org/> Fecha de consulta: 27 de Junio 2015

Brown, J. H., D.W. Davidson y O.J.Reichman. 1979. An experimental study of competition between seed-eating desert rodents and ants. *American Zoologist*, 19: 1129-1143.

Cano-Salgado, A., J.A. Zavala-Hurtado, A. Orozco-Segovia, M.T. Valverde-Valdés y P. Pérez-Rodríguez. 2012. Composition and abundance of the seed bank in a

- semiarid region in tropical Mexico: spatial and temporal patterns. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 437-446.
- Carroll, C.T y D.H. Janzen. 1973. Ecology of foraging by ants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 231-257.
- Cerdá, X., J. Retana y A. Manzaneda. 1998. The role of competition by dominants and temperature in the foraging of subordinate species in Mediterranean ant communities. *Oecologia*. 117:404–412.
- Charnov, E. L., 1976. Optimal foraging, the marginal value theorem. *Theoretical population biology*, 9: 129-136.
- Crist, T. O. y J.A. MacMahon, 1992. Harvester ant foraging and shrub-steppe seeds: interactions of seed resources and seed use. *Ecology*, 73: 1768-1779.
- Davidson, D. W. 1977. Species diversity and community organization in desert seed-eating ants. *Ecology*, 58: 712-724.
- Detrain, C., y J. M. Pasteels. 2000. Seed preferences of the harvester ant *Messor barbarus* in a Mediterranean mosaic grassland (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 35: 35-48.
- Gordon, D. M. 1993. The spatial scale of seed collection by harvester ants. *Oecologia*, 95: 479-487.
- Gordon, D. M. 1999. *Ants at work: how an insect society is organized*. Norton & Company, New York.
- Guzmán-Mendoza, R., G. Castaño-Meneses y M. A. 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.

- Guzmán-Mendoza, R., G. Castaño-Meneses y A. Zavala-Hurtado, 2012. Foraging Activity and trophic spectrum of red ant *Pogonomyrmex barbatus* Smith, 1858 in productivity contrasted microenvironments. *Psyche*, 2012: 6 páginas.
- Hammer, O. 2015. *Past. Paleontological statistics versión 3.06 Reference manual*. Natural History Museum, University of Oslo, Oslo.
- Hernández Flores, J. 2012. *Conducta de forrajeo y dieta de la hormiga Pogonomyrmex barbatus en El Limón de Cuauchichinola Sierra de Huautla*. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.
- Hölldobler, B. y E.O. Wilson. 1990. *The ants*. Belknap Press of Harvard. University Press Cambridge, Massachusetts.
- Inouye, R. S. 1991. Population biology of desert annual plants. En: Polis, G. (ed.) *The ecology of desert communities*. University of Arizona Press, Tucson.
- Johnson, R. A. 2000. Seed-harvester ants (Hymenoptera: Formicidae) of North America: An overview of ecology and biogeography. *Sociobiology*, 36: 89-122.
- Kaspari M. 1996. Worker size and seed size selection by harvester ants in a Neotropical forest. *Oecologia* 105:397-404.
- Kelrick, M., J. Macmahon, R. Parmenter y D. Sisson. 1986. Native seed preferences in shrubsteppe rodents, birds and ants: the relationship of seed attributes and seed use. *Oecologia* 68:327-337.
- MacKay, W. P., E.E. MacKay, J.F. Pérez Domínguez, L.V. Sánchez y P. Vielma-Orozco. 1985. Las hormigas del estado de Chihuahua México: el género *Pogonomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 11:39-54.

- MacMahon, J. A., J. F. Mull, y T. O. Crist. 2000. Harvester ants (*Pogonomyrmex* spp.): their community and ecosystem influences. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31: 265-291.
- Medina Salgado, A. 2014. *Estudio de la dieta de la hormiga Pogonomyrmex barbatus: un análisis de los basureros de sus nidos*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Mehlhop, P., y N.J. Scott. 1983. Temporal patterns of seed use and availability in a guild of desert ants. *Ecological Entomology*, 8: 69-85.
- Morehead S. A. y D. H. Feener, 1998. Foraging behavior and morphology: seed selection in the harvester ant genus, *Pogonomyrmex*. *Oecología*, 114: 548-555.
- Nicolai, N., F. E. Smeins y J. L. Cook. 2007. Grassland composition affects season shifts in seed preference by *Pogonomyrmex barbatus* (Hymenoptera: Myrmicinae) in the Edwards Plateau, Texas. *Environmental Entomology*, 36: 433-440.
- Pirk, G. I. 2002. Dieta de las hormigas granívoras *Pogonomyrmex protonalis* y *Pogonomyrmex rastratus* en el Monte Central. Tesis de Licenciatura. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas. Argentina.
- Pirk, G. I. 2007. *Granivoría por hormigas del género Pogonomyrmex en el Monte central: consumo de semillas e impacto sobre el banco de suelo*. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires.
- Pirk, G.I., J. López de Casenave y L. Marone. 2007. Evaluation of three techniques for the study of harvester ant (*Pogonomyrmex* spp) diet. *Environmental Entomology*. 36: 1092-1099.

- Pol, R. 2008. *Granivoría por hormigas del género Pogonomyrmex en el Monte Central: respuestas funcionales a las variaciones en la disponibilidad de semillas*. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.
- Pulliam, H. R., y M.R. Brand. 1975. The production and utilization of seeds in plains grassland of southeastern Arizona. *Ecology*, 56: 1158-1166.
- Quintana-Ascencio, P. F. y M. González-Espinosa. 1990. Variación estacional en la dieta de *Pogonomyrmex barbatus* (Hymenoptera: Formicidae) en nopaleras del centro de México. *Folia Entomológica Mexicana*, 80: 245-261.
- Ríos, C.L. 2005. *Efecto de la heterogeneidad ambiental de un abanico aluvial sobre la comunidad de hormigas en Coxcatlan, Puebla*. Tesis Doctoral. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Ríos-Casanova, L. 2014. Biodiversidad de hormigas en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 392-398.
- Ríos-Casanova, L. y A. Medina-Salgado. 2013. Estudio de la remoción de semillas por la hormiga *Pogonomyrmex barbatus* (Smith) en ambientes transformados: un análisis de los basureros de los nidos. pp. 97-105. En: Vázquez-Bolaños, M., G. Castaño-Meneses, A. Cisneros-Caballero, G. A. Quiróz-Rocha y J. L. Navarrete-Heredia (Eds.). *Formicidae de México*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara.
- Ríos-Casanova, L., G. Castaño, V. Farías-González, P. Dávila y H. Godínez-Álvarez. 2014. Activity patterns of the red harvester ant in a Mexican tropical desert. *Sociobiology*, 61: 133-135.
- Rohde, K. 1992. Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause. *Oikos*, 65: 514-527.

- Ruggiero, A. 2001. Interacciones entre la biogeografía ecológica y la macroecología: Aportes para comprender los patrones espaciales en la diversidad biológica. pp. 81-94. En: Llorente, J. y J. Morrone (Eds.). *Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. La Prensa de Ciencias. México.
- Taber, S. W. 1998. *The world of harvester ants*. Texas A & M University Press.
- Thompson, J. N. 1995. *The Geographic Mosaic of Coevolution*. University of Chicago Press, Chicago.
- Ward, D. 2003, Disponible en: www.discoverlife.org. Fecha de consulta: 27 julio 2015
- Ward, P. S. 2010. Taxonomy, phylogenetics and evolution. En: Lach, L., C.L. Parr y K.L. Abbott. (Eds.). *Ant Ecology*. Oxford University Press, Nueva York.3-17.
- Ward, P. S., S.G. Brady, B.L. Fisher y T.R. Schultz. 2015. The evolution of myrmicine ants: phylogeny and biogeography of a hyperdiverse ant clade (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology*, 40: 61-81.
- Whitford W. G. 1978. Foraging in seed- Harvester Ants *Pogonomyrmex* spp. *Ecology*, 59:185-189.
- Willig, M. R., D.M. Kaufman y R.D. Stevens. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34: 273-309.
- Wilby, A. y M. Shachak, 2000. Harvester ant response to spatial and temporal heterogeneity in seed availability: patterns in the process of granivory. *Oecologia* 125: 495-503.

Apéndice 1

Estudios que han registrado a nivel de especie las semillas removidas por *P. barbatus*.

Autor	Lugar	Abreviación	Método de colecta
Cano-Salgado <i>et al.</i> , 2012.	Valle de Zapotitlán, Puebla	VZ1	Recolección de material en los basureros de los nidos
Gordon, 1993.	Rodeo, Nuevo México	RNM	Recolección manual de material acarreado por las obreras
Nicolai <i>et al.</i> , 2007.	Edwards Plateau, Texas	EPT	Recolección manual de material acarreado por las obreras
Quintana-Asencio y González-Espinoza, 1990.	Rancho El Palmar, Villa de Arriaga, San Luís Potosí	SLP	Recolección manual de material acarreado por las obreras
Ríos-Casanova, y Medina, 2013.	Valle de Zapotitlán, Puebla	VZ2	Recolección de material en los basureros de los nidos
Ríos Casanova, 2005.	Barranco Muchil, San Rafael Coaxcatlán, Puebla	SRC	Recolección manual de material acarreado por las obreras
Hernández Flores, 2012.	El Limón de Cuauchichinola, Tepalcingo, Morelos.	MOR	Recolección de material en los basureros de los nidos
Medina Salgado, 2014.	Valle de Zapotitlán, Puebla	VZ3	Recolección de material en los basureros de los nidos

Apéndice 2.

Especies de semillas removidas por *P. barbatus*. (Gordon, 1993¹; Nicolai, et al, 2007²; Quintana-Asencio y González Espinoza, 1990³; Hernández-Flores, 2012⁴; Cano-Salgado, et al., 2012⁵; Ríos Casanova, 2005⁶; Ríos-Casanova y Medina-Salgado, 2013⁷; y Medina-Salgado, 2014⁸).

Familia	Especie	Forma de vida
Amaranthaceae	<i>Amaranthus fimbriatus</i> (Torr.) Benth. ex S. Watson ¹	Herbácea
	<i>Gomphrena decumbens</i> Jacq.	Herbácea
	<i>Gomphrena dispersa</i> Standely ⁴	Herbácea
	<i>Guilleminea densa</i> Humb. y Bonpl. ex Schult. ¹	Herbácea
Amaryllidaceae	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck ³	Suculenta
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L. ³	Árbol
Asteraceae	<i>Ambrosia confertiflora</i> DC. ³	Herbácea
	<i>Bahía schaffneri</i> S. Watson ³	Herbácea
	<i>Bidens odorata</i> Cav. ⁴	Herbácea
	<i>Centaurea mellitensis</i> L. ¹	Herbácea
	<i>Chaenactis</i> sp. ¹	Herbácea
	<i>Chaetopappa asteroides</i> Nutt. ex DC. ^{1,2}	Herbácea
	<i>Delila biflora</i> L. ⁴	Herbácea
	<i>Eupatorium odoratum</i> L. ⁴	Arbusto
	<i>Flaveria</i> sp. ^{5,8}	Herbácea
	<i>Flaveria ramosissima</i> Klatt ⁵	Herbácea
	<i>Heterotheca inuloides</i> Cass. ⁵	Herbácea
	<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav. ³	Herbácea
	<i>Parthenium bipinnatifidum</i> (Ort.) Rollins ^{3,5}	Herbácea

	<i>Pectis prostrata</i> Cav. ⁴	Herbácea
	<i>Porophyllum</i> sp. ⁴	Arbusto
	<i>Sanvitalia fruticosa</i> Hems! ^{5,6}	Herbácea
	<i>Sanvitalia procumbrens</i> Lam. ³	Herbácea
	<i>Tegetes</i> sp. ³	Herbácea
	<i>Tridax coronopifolia</i> Kunth ⁴	Herbácea
	<i>Tridax platyphylla</i> L. ⁴	Herbácea
	<i>Verbesina</i> sp. ⁴	Herbácea
	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng. ^{5,6}	Herbácea
	<i>Viguiera</i> sp. ^{7, 8}	Herbácea
	<i>Zaluzania triloba</i> (Ort.) Pers. ³	Herbácea
	<i>Zinnia americana</i> (Mill.) Olorode ⁴	Herbácea
Brassicaceae	<i>Lepidium lasiocarpum</i> Nutt. ^{1, 3}	Herbácea
Burseraceae	<i>Bursera morelensis</i> Ramírez ⁶	Árbol
Cactaceae	<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link y Otto ⁵	Cactácea Globosa
	<i>Escontria chiotilla</i> (F.A.C. Weber) P.V. Heath ^{7, 8}	Cactácea Columnar
	<i>Ferocactus flavovirens</i> Scheidw. ⁵	Cactácea Globosa
	<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Britton y Rose ⁵	Cactácea Globosa
	<i>Ferocactus robustus</i> (Karw. ex Pfeiff.) Britton y Rose ⁵	Cactácea Globosa
	<i>Lemaireocereus hollianus</i> (F.A.C. Weber) Britton y Rose ^{5, 8}	Cactácea Globosa
	<i>Mammillaria carnea</i> Zucc. ex Pfeiff. ^{5, 6}	Cactácea Globosa
	<i>Mammillaria haageana</i> Pfeiff. ⁵	Cactácea Globosa
	<i>Mammillaria sphacelata</i> subsp. <i>viperina</i> (J.A. Purpus) D.R. Hunt ⁵	Cactácea Globosa
	<i>Myrtillocactus geometrizans</i> ⁵	Cactácea columnar
	<i>Opuntia pilífera</i> F.A.C. Weber ⁵	Cactácea Columnar

	<i>Stenocereus stellatus</i> (Pfeiff.) Riccob ⁸	Cactácea Columnar
	<i>Stenocereus pruinosus</i> (Otto ex Pfeiff.) Buxb. ⁸	Cactácea Columnar
	<i>Stenocereus</i> sp. ⁵	Cactácea Columnar
Caesalpinaceae	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz y Pav.) Hawkins ^{5,8}	Árbol
	<i>Senna wislizeni</i> var. <i>pringlei</i> (Rose) H.S.Irwin y Barneby ⁵	Herbácea
Chenopodiaceae	<i>Artriplex</i> sp. ⁴	
	<i>Atriplex elegans</i> (Moq.) D.Dietr. ¹	Herbácea
	<i>Chenopodium graveolens</i> Lag. Y Rodr. ³	Herbácea
	<i>Monolepis nuttalliana</i> (Schult.) Greene ¹	Herbácea
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i> Sw. ¹	Herbácea
	<i>Ipomea purpurea</i> (L.) Roth ⁴	Herbácea
	<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. y Bonpl. ex Willd.) ⁵	Herbácea
	<i>Ipomoea costellata</i> Torr. ¹	Herbácea
Cyperaceae	<i>Carex eleocharis</i> L.H.Bailey ¹	Herbácea
Euphorbiaceae	<i>Acalypha poiretii</i> Spreng. ⁴	Herbácea
	<i>Euphorbia florida</i> Engelm ¹	Herbácea
	<i>Euphorbia cyathophora</i> Murray ⁵	Herbácea
	<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss. ⁴	Herbácea
	<i>Euphorbia albomarginata</i> Torr. y A.Gray ¹	Herbácea
	<i>Croton monanthogynus</i> Michx. ^{1,2}	Herbácea
Fabaceae	<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. Y Bonpl. ²	Árbol
	<i>Acacia constricta</i> A.Gray ^{5, 7, 8}	Árbol
	<i>Aeschynomene americana</i> L. ⁴	Herbácea
	<i>Chamaecrista nictitans</i> L. ^{1, 4}	Herbácea
	<i>Crotalaria pumila</i> Ortega ^{3, 4}	Herbácea

	<i>Dalea bicolor</i> Willd. ³	Herbácea
	<i>Dalea foliosa</i> (A. Gray) Barneby ⁴	Herbácea
	<i>Dalea humilis</i> G. Don ⁵	Herbácea
	<i>Desmodium procumbens</i> (Mill.) Hitchc. ⁴	Herbácea
	<i>Leucaena</i> sp. ⁵	Árbol
	<i>Lupinus</i> sp. ¹	Herbácea
	<i>Mimosa biuncifera</i> Benth. ³	Arbusto
	<i>Mimosa lacerata</i> Rose ⁵	Arbusto
	<i>Mimosa luisana</i> Brandegee ⁵	arbusto
	<i>Prosopis laevigata</i> Willd. ^{5, 7, 8}	Árbol
	<i>Senna</i> sp. ⁴	Árbol
	<i>Zornia thymifolia</i> Kunth ⁴	Arbusto
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ³	Herbácea
	<i>Erodium texanum</i> A.Gray ¹	Herbácea
	<i>Phacelia crenulata</i> Torr. ex S.Watson ¹	Herbácea
Lamiaceae	<i>Hedeoma drummondii</i> Benth. ^{1, 2}	Herbácea
	<i>Salvia</i> sp. ⁴	Herbácea
Malpigiaceae	<i>Echinopterys eglandulosa</i> ⁵	Herbácea
Malvaceae	<i>Allionia</i> sp. ³	Herbácea
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. ⁴	Árbol
	<i>Hibiscus elegans</i> Standl. ^{3, 5}	Herbácea
	<i>Malva</i> sp. ³	Herbácea
	<i>Sida abutifolia</i> ²	Herbácea
	<i>Sida acuta</i> Burmt. ⁴	Herbácea
Nyctaginaceae	<i>Allionia incarnata</i> ⁵	Herbácea

Onagraceae	<i>Oenothera</i> sp. ¹	Herbácea
Plantaginaceae	<i>Plantago patagonica</i> ¹	Herbácea
Poaceae	<i>Aristida</i> sp. ^{1, 2, 3, 7, 8}	Herbácea
	<i>Aristida purpurea</i> ¹	Herbácea
	<i>Aristida ternipes</i> Cav. ⁴	Herbácea
	<i>Bouteloua barbata</i> Lag. ⁵	Herbácea
	<i>Bouteloua curtispindula</i> (Michx.) Torr. ²	Herbácea
	<i>Bouteloua polymorpha</i> E. Fourn ⁴	Herbácea
	<i>Bouteloua</i> sp. ³	Herbácea
	<i>Cathestecum brevifolium</i> Swallen ⁶	Herbácea
	<i>Cenchrus ciliaris</i> L. ⁴	Herbácea
	<i>Chloris virgata</i> Sw. ⁴	Herbácea
	<i>Diectomis fastigiata</i> (Sw.) P. Beauv. ⁴	Herbácea
	<i>Digitaria cognata</i> (Schult.) Pilg. ²	Herbácea
	<i>Digitaria</i> sp. ⁴	Herbácea
	<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Janch. ²	Herbácea
	<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) ⁵	Herbácea
	<i>Erioneuron pilsosum</i> Humb., Bonpl. y Kunth) Tateoka ²	Herbácea
	<i>Hilaria belangeri</i> (Steud.) Nash ²	Herbácea
	<i>Leptochloa dubia</i> (Kunth) Nees ³	Herbácea
	<i>Lycurus phleoides</i> Kunth ³	Herbácea
	<i>Microchloa kunthii</i> Desv. ³	Herbácea
	<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) Beauv. ⁴	Herbácea
	<i>Panicum hallii</i> Vasey ²	Herbácea
	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir. ⁴	Herbácea

	<i>Setaria</i> spp. ^{3, 7, 8}	Herbácea
	<i>Tragus berteronianus</i> Schult. ³	Herbácea
	<i>Tridens muticus</i> (Torr.) Nash ²	Herbácea
Polemoniaceae	<i>Eriastrum diffusum</i> (A.Gray) H.Masonk ¹	Herbácea
Portulacaceae	<i>Portulaca pilosa</i> L. ⁵	Árbol
	<i>Portulaca</i> sp. ³	Herbácea
	<i>Portulaca suffrutescens</i> Engelm. ¹	Herbácea
	<i>Talinum aurantiacum</i> Engelm. ¹	Herbácea
	<i>Talinum</i> sp. ³	Herbácea
Simaroubaceae	<i>Castela tortuosa</i> Liebm. ^{6, 7, 8}	Arbusto
Solanaceae	<i>Physalis</i> sp. ⁴	Herbácea
Tiliaceae	<i>Heliocarpus pallidus</i> Rose ⁴	Herbácea
Verbenaceae	<i>Bouchea prismatica</i> (L.) Kuntze ⁴	Herbácea
	<i>Lantana achyranthifolia</i> Desf. ⁶	Herbácea
	<i>Lantana camara</i> L. ⁵	Herbácea
	<i>Verbena</i> sp. ³	Herbácea
Zygophyllaceae	<i>Kallstroemia rosei</i> Rydb. ^{4, 5}	Herbácea
