

Flora de la cima de la Mesa Alta, Jerez, Zacatecas, México

JUAN RAMÍREZ-PRieto^{1,3}, STEPHEN KOCH-OLT¹, JOSÉ DE JESÚS BALLEZA-CADENGO², MIGUEL ADAME-GONZÁLEZ² Y JESÚS ROMERO-NÁPOLES¹

Botanical Sciences
94 (2): 357-375, 2016

DOI: 10.17129/botsi.246

Resumen

Se hizo un estudio florístico en la cima de la Mesa Alta, ubicada 5 km al noreste de El Cargadero, municipio de Jerez, en la región centro del estado de Zacatecas. La altitud máxima de la Mesa Alta es de 2,750 m. Se evaluó la similitud florística entre las diferentes laderas de la cima. También se estudiaron los patrones de distribución geográfica. Los resultados arrojan que la flora consta de 61 familias, 157 géneros y 237 especies. Con base en la exposición geográfica, el mayor número de especies se encontró en la cima (163 especies), seguida de las laderas oeste (122), norte (56), sur (41) y este (40). Ninguna de estas floras se agrupa con una similitud mayor al 50 %. La distribución geográfica de la flora muestra que 95 especies son de ascendencia neotropical, 77 son nativas a México y 65 son de ascendencia holártica. Se reportan dos especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Dasyllirion acrotrichum* y *Echinocereus pulchellus*. La riqueza florística de la cima de la Mesa Alta es similar a otras áreas del país con bosques de coníferas. Las diferencias entre las laderas y la cima se deben a que cada una presenta características propias de topografía, pendiente, suelo y tiempo de insolación. Los resultados obtenidos fortalecen la iniciativa para decretar la cordillera de la que forma parte la Mesa Alta como Área Natural Protegida, y proporciona una base de información para futuras comparaciones con la flora de otras cimas en Zacatecas.

Palabras Clave: *Echinocereus pulchellus*, endemismo, orientación de ladera, pino piñonero, riqueza florística.

Flora on summit of the Mesa Alta, Jerez, Zacatecas, México

Abstract

A floristic inventory on summit of the Mesa Alta was conducted; which is located 5 km northeast of El Cargadero town, in the municipality of Jerez in the central region of Zacatecas state, Mexico. The maximum elevation of the Mesa Alta is 2,750 m. Floristic similarity between the different slopes of the summit was evaluated. Geographical distribution patterns were also studied. The results show that the flora consists of 61 families, 157 genera and 237 species. Based in the geographic exposure, the largest number of species found at the summit (163 species), followed by the western slopes (122), north (56), south (41) and east (40). None of these floras is grouped with more than 50 % similarity. The geographical distribution of flora shows that Ninety-five species of the studied flora have Neotropical ancestry, 77 are native to Mexico and 65 have Holarctic ancestry. Two species are reported in NOM-059-SEMARNAT-2010, *Dasyllirion acrotrichum* and *Echinocereus pulchellus*. The floristic richness of the top of the Mesa Alta is similar to other areas of the country with coniferous forests. The difference between the slopes and summit is related to its specific characteristics of topography, slope, soil, and exposure time. The results support the proposal to enact the mountain range in which Mesa Alta is as a Natural Protected Area, and provide the basic information for future flora comparisons among the peaks in Zacatecas.

Key words: *Dasyllirion acrotrichum*, endemism, floristic richness, orientation of slope, pinion pine.

¹ Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México, México

² Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, Zacatecas, México

³ Autor de correspondencia: jramirez_83@live.com.mx

En México no existe un registro detallado y completo de la flora del país, así lo sugieren las diferencias entre las estimaciones hechas por varios autores (Rzedowski, 1991; Toledo, 1993; Dirzo y Gómez, 1996; Toledo *et al.*, 1997; Villaseñor, 2003). En consecuencia aún no se puede proponer una estimación confiable (Villaseñor y Ortiz 2014). De ahí la importancia de hacer estudios florísticos regionales que aporten información valiosa al inventario nacional (Cartujano *et al.*, 2002).

El estado de Zacatecas no dispone de un catálogo actualizado de plantas vasculares que habitan en su territorio. La información disponible sobre el tema está dispersa en monografías, revisiones taxonómicas, catálogos de especies y floras regionales. Algunos de estos trabajos destacan la importancia florística de la región limítrofe entre las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental y Mesa del Centro (Enríquez-Enríquez *et al.*, 2003; Balleza y Villaseñor, 2011).

La Mesa Alta forma parte de una estribación de la Sierra Madre Occidental que incluye la Sierra las Candelas y Sierra de Cardos (INEGI, 1971). Su altitud máxima es de 2,750 m, una de las principales elevaciones del estado de Zacatecas (SPP, 1981; INEGI, 1993; 2002). Por esta cordillera, transcurre la ruta sagrada del pueblo *Wixarika a Wirikuta*, San Luis Potosí (Giménez y Fernández, 2008), por lo que es considerada parte de un corredor biológico y cultural. También es área de distribución natural del águila real (*Aquila chrysaetos*; CONANP, 2008).

En la actualidad se asume un proceso de migración de las plantas hacia altitudes mayores, migración inducida por el cambio climático que experimenta el planeta (Pauli *et al.*, 2003). Con base en la repetición reciente de observaciones llevadas a cabo en hábitats alpinos, se ha demostrado que algunas plantas vasculares han ido colonizando altitudes más elevadas (Grabherr *et al.*, 1994, 2001), así como un reemplazo de la vegetación templada por xerófila en áreas de transición de bosques templados y xerófilos (Ruiz-Labourdette *et al.*, 2013). Por otra parte, las cimas montañosas se caracterizan por tener una flora típica de esa altitud, pues no hay elementos florísticos provenientes de más arriba y no están expuestas a perturbaciones provocadas por caída de piedras o avalanchas (Pauli *et al.*, 2003).

No existen antecedentes de estudios florísticos de la Mesa Alta, pero se han reportado 234 especies, 188 género y 64 familias para la Sierra de Cardos (Cabral, *et al.* 2007). Por otra parte, se han registrado 85 especies de Asteraceae (Balleza y Villaseñor, 2002) y 66 de Poaceae (Herrera-Arrieta *et al.*, 2010) en el municipio de Jerez. Además, la localidad tipo de *Festuca roblensis* se ubica en la cordillera a la que pertenece el área de estudio (González-Ledesma *et al.*, 1998).

El estudio florístico de la cima de la Mesa Alta es parte de un proyecto mayor que comprende a la Sierra las Candelas, y tiene como objetivos determinar su riqueza florística, investigar los patrones de distribución geográfica de las especies, determinar los taxones que han sido incluidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y comparar la riqueza florística entre las diferentes áreas de la cima. Por otra parte, se espera que este estudio sea el punto de partida para documentar la migración de las plantas vasculares a altitudes mayores como consecuencia del cambio climático global. Las observaciones posteriores permitirán recabar evidencias de la existencia de un proceso que debe ser dinámico, en una región de transición entre los bosques de pino piñonero y los matorrales xerófilos.

Materiales y métodos

Área de estudio. La Mesa Alta se ubica en la subprovincia Sierras y Valles Zacatecanos de la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental (SPP, 1981). Se localiza en el municipio de Jerez, Zacatecas; 5 km al noreste del Cargadero, y 50 km al oeste de la ciudad de Zacatecas. Su altitud varía de 2,194 a 2,750 m, cuyas coordenadas extremas son 22°44'52"- 22°45'14" N y 103°4'14"- 103°5'13" O. El área de estudio se circunscribe a una superficie delimitada por la curva de nivel de 2,600 m y los 2,750 m. De esta manera se obtuvo un área de aproximadamente 172 ha de la cima de la Mesa Alta (Figura 1). La zona presenta rocas ígneas extrusivas ácidas, pertenecientes al Terciario (INEGI, 1978a), con predominancia de suelos de origen volcánico, como el Litosol eútrico (INEGI, 1978b; INEGI, 2004). Con base en la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1987), el clima para el área de estudio es semiseco, templado, con lluvias en verano BS₁kw(e). Con datos de la estación meteorológica más cercana al sitio de estudio, la temperatura media anual es de 16.6 °C y la precipitación media anual de 456 mm

sistema de clasificación Angiosperm Phylogeny Group (APG III; 2009). La nomenclatura de los géneros y especies se estandarizaron de acuerdo con la base de datos del Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org/> consultado en 16 enero 2014). Para las abreviaturas de las autoridades se utilizó el catálogo de autores de plantas vasculares (Villaseñor *et al.*, 2008). Los especímenes se cotejaron en la colección CHAPA, aquí se depositó uno de los ejemplares, otro en el Herbario de la Universidad Autónoma de Zacatecas y los restantes serán distribuidos por CHAPA como parte de su programa de intercambio.

Para evaluar la calidad del muestreo, se calculó la riqueza de especies estimada para el área de estudio, mediante el uso de las fórmulas de Jackknife de primer orden (Ecuación 1) y Chao2 (Ecuación 2) con base en la propuesta de Villaseñor (2003).

$$S_{\text{est}} = S_{\text{obs}} + [Q_1 (n-1)]/n \quad (1)$$

$$S_{\text{est}} = S_{\text{obs}} + Q_1^2/2Q_2 \quad (2)$$

Donde S_{est} : riqueza estimada, S_{obs} : riqueza total conocida, Q_1 : número de especies conocidas solamente de un punto de recolecta, Q_2 : número de especies conocidas de dos puntos de recolecta y n : número total de puntos de recolecta.

Con la intención de comparar la similitud florística de las distintas exposiciones de la cima de la Mesa Alta, se calculó el índice de similitud de Jaccard con base en la ecuación: $ISJ = c / a + b + c$, en donde “a” son las especies exclusivas de la comunidad “A”, “b” las especies exclusivas de la comunidad “B” y “c” las especies que comparten ambas comunidades (Badii *et al.*, 2008). En el análisis de conglomerados se usó el programa Multi-Variate Statistical Package (MVSP) versión 3.22, donde se aplicó la media aritmética no ponderada (UPGMA, por sus siglas en inglés).

Para investigar la distribución y afinidad fitogeográfica de las especies, se consultaron diversos trabajos: Coulter y Rose (1900); Taylor (1985); Ballard (1994); Fernández (1996); Freytag y Debouck (2002); Mickel y Smith (2004); Villaseñor (2004); Rzedowski y Calderón de Rzedowski (2005); Carranza (2007 y 2008); Espejo-Serna *et al.* (2009); Guillot y Van der (2009) y Rzedowski *et al.* (2011).

Para las especies introducidas se consultó el trabajo de Villaseñor y Espinosa-García (2004). Asimismo, se recurrió a bases de datos como Malezas de México (Vibrans, 2013) y TROPICOS (<<http://www.tropicos.org/>16 enero 2014>). Para conocer si alguna especie se encuentra en alguna categoría de riesgo, se consultó la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Resultados

Composición florística. Se recolectaron 728 ejemplares, los que se distribuyen en 237 especies, 157 géneros, 62 familias y cuatro clases (Apéndice 1). Las magnoliopsidas están mejor representadas con 69.6 % de las especies del área de estudio, en contraste, Pinopsida contiene 0.84 % (Tabla 1).

Las diez familias con mayor número de géneros se muestran en la Tabla 2. En conjunto agrupan 87 géneros, cifra que representa 55.4 % de todos los géneros registrados. Las familias Asteraceae, Fabaceae y Poaceae agrupan 61 géneros que representan 38.9 % del total de géneros registrados.

Las diez familias mejor representadas en el nivel de especie se muestran en la Tabla 2. Éstas suman 151 especies que representan 63.7 % de la flora total. Las primeras cinco familias: As-

Tabla 1. Distribución por clases, familias, géneros y especies de la flora de la cima de la Mesa Alta, Jerez, Zacatecas.

Clase	Familias	Géneros	Especies
Magnoliopsida	47	111	165
Liliopsida	11	38	62
Lycopodiopsida	2	6	8
Pinopsida	2	2	2
Total	62	157	237

Tabla 2. Familias de la flora de la cima de la Mesa Alta, Jerez, Zacatecas, con mayor número de géneros y especies y porcentajes con relación al número total de género y especies.

Familia	Géneros	Porcentaje	Familia	Especies	Porcentaje
Asteraceae	31	19.7	Asteraceae	59	24.9
Poaceae	21	13.4	Poaceae	35	14.8
Fabaceae	9	5.7	Fabaceae	14	5.9
Polypodiaceae	5	3.2	Commelinaceae	8	3.4
Commelinaceae	4	2.5	Polypodiaceae	7	3.0
Cactaceae	4	2.5	Convolvulaceae	7	3.0
Scrophulariaceae	4	2.5	Cactaceae	6	2.5
Solanaceae	3	1.9	Lamiaceae	6	2.5
Ericaceae	3	1.9	Scrophulariaceae	5	2.1
Convolvulaceae	3	1.9	Fagaceae	4	1.7
Total	87	55.4	Total	151	63.7

teraceae, Commelinaceae, Fabaceae, Poaceae y Polypodiaceae, suman 123 especies, cifra que equivale a más de la mitad (51.9 %) del total de especies encontradas en el área de estudio. Por otra parte, 24 familias tienen una especie, en conjunto agrupan únicamente 10.1 % de las especies inventariadas (ver Apéndice 1). Se añadieron 18 nuevos registros al listado de Asteraceae proporcionado por Balleza y Villaseñor (2002) para el municipio de Jerez, y 15 a la lista de Poaceae, con base en lo reportado por Herrera-Arrieta *et al.* (2010).

Los 11 géneros más diversos agrupan en conjunto 53 especies, que equivale a 22.36 % del total. En contraste, 111 registran una sola especie (Apéndice 1). Los géneros restantes tienen de dos a tres especies. Los géneros con mayor número de especies son *Stevia* Cav., *Bouteloua* Lag., *Salvia* L., *Muhlenbergia* Schreb. y *Bidens* L.

La riqueza estimada para la cima de la Mesa Alta, de acuerdo a las ecuaciones de Jackknife de primer orden y de Chao2, se obtuvo una riqueza esperada de 291 y 268 especies respectivamente, cantidades mayores al número de especies reportadas para el presente estudio.

Análisis de la forma de crecimiento. Las formas de crecimiento mejor representadas en el área de estudio son las hierbas perennes con 63.7 % (incluidas las crasicaules, epífitas, erguidas, hemiparásitas, postradas, rosetofilas, sufrútices y trepadoras); le siguen hierbas anuales con 21.5 % (incluidas las erguidas, trepadoras y postradas); posteriormente se encuentran los arbustos con 10.1 % y al final los árboles con 4.7 %. La vegetación de la cima de la Mesa Alta, se caracteriza por la dominancia del elemento arbóreo y arbustivo, pese a que ambas formas de crecimiento sólo representan 14.8 % de las especies.

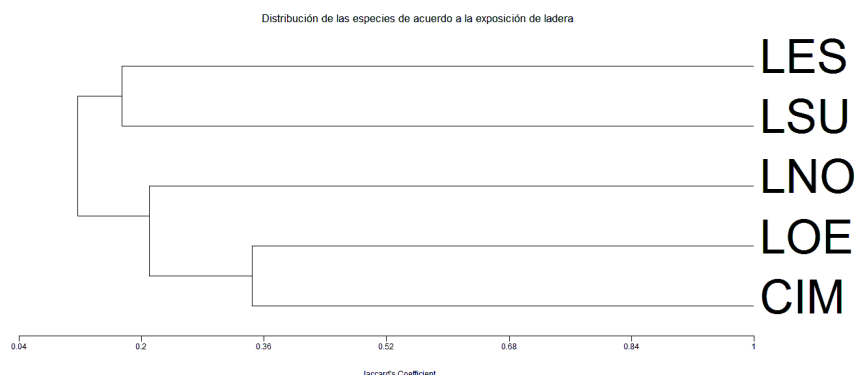
Las especies que habitan en la cima de la Mesa Alta, se encuentran en etapa reproductiva en verano y otoño; en conjunto suman 216 taxones, cifra que corresponde a 91.1 % (Tabla 3).

Distribución de las especies de acuerdo a la exposición de ladera. De acuerdo con la exposición, el sitio con mayor riqueza es la cima (CIM) con 163 especies; seguida de la ladera oeste (LOE) con 122; la ladera norte (LNO) con 56; la ladera sur (LSU) con 41 y la ladera este (LES)

Tabla 3. Etapa reproductiva de las especies de la flora de la cima de la Mesa Alta, Jerez, Zacatecas, según las formas de crecimiento.

Forma de crecimiento	Primavera (especies)	Verano (especies)	Otoño (especies)	Invierno (especies)
Hierba perenne	3	53	94	1
Hierba anual	1	21	29	0
Arbusto	8	6	10	0
Árbol	6	2	1	2
Total por estación	18	82	134	3
Porcentaje total	7.6	34.6	56.5	1.3

Figura 2. Agrupamiento de la cima y las laderas con diferente orientación geográfica de la cima de la Mesa Alta. LES = Ladera Este; LSU = Ladera Sur; LNO = Ladera Norte; LOE = Ladera Oeste y CIM = Cima.



con 40 especies respectivamente. De acuerdo con el análisis de agrupamiento se reconocen dos grupos, el primero integrado por la flora de las laderas este y sur, y el segundo por la cima y las laderas oeste y norte. Ninguna de las floras se agrupa con un índice de similitud igual o mayor a 0.50 (Figura 2).

Patrones de distribución geográfica. De las 237 especies registradas en la Mesa Alta, 233 (98.3 %) son nativas de América, y cuatro (1.7 %) son introducidas: *Agropyron repens* (L.) P. Beauv., *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. ex Aiton, *Festuca myuros* L. y *Rhynchelytrum repens* (Willd.) C.E. Hubb.

Con respecto a la afinidad fitogeográfica, 77 especies (32.5 %) son endémicas de México. De las que amplían su área de distribución geográfica más allá de los límites políticos de la República Mexicana, 65 especies (27.42 %) son holárticas y 95 (40 %) son neotropicales. De acuerdo a su forma de crecimiento, el 72.7 % de las especies arbóreas son de afinidad holártica; 79.2 % de los arbustos y 69.3 % de las hierbas presentan afinidad neotropical.

Discusión

La riqueza florística de la cima de la Mesa Alta es de magnitud similar a la señalada para áreas mayores con el mismo tipo de vegetación; (León-de la Luz y Domínguez-Cadena, 1989; Fernández-Nava y Colmenero-Robles, 1997; Cornejo *et al.*, 2003; Enríquez-Enríquez *et al.*, 2003; Martínez *et al.*, 2004; véase la Tabla 4). Sin embargo, al estimar la densidad de especies por unidad de área, dividiendo el número de especies por el área (ha), transformada a una escala logarítmica (Villaseñor 2003), se observa que la cima de la Mesa alta presenta la mayor densidad de especies por unidad de área (Tabla 4). Con base en este resultado y los obtenidos en la estimación de riqueza de especies de Chao2 (268) y Jackknife (291), se puede afirmar que la cima de la Mesa Alta está en general satisfactoriamente muestreada, pero aún es posible incorporar nuevas especies a la lista.

De acuerdo con Villaseñor (2003), se ha discutido ampliamente la relación entre la riqueza biológica y el área; el número de taxones incrementa al aumentar el área. El número de familias,

Tabla 4. Riqueza de especies de la cima de la Mesa Alta y de otros estudios en bosques de coníferas y su densidad, estimada como el cociente de especies por unidad de área, en escala logarítmica.

Sitio	Superficie (ha)	Especies	Especies/Logsup
Mesa Alta	172	237	106.01
Sierra de la Laguna, BCS	10 000	228	57
Sierra de Órganos, Zacatecas.	551.04	231	84.27
Zonas núcleo de la Reserva de la Mariposa Monarca. Edo. México	13 551	322	77.92
Porción guerrerense, Sierra de Taxco	10 700	287	70.97
San Joaquín, Querétaro	1 183.45	57	18.54

géneros y especies señaladas para la flora de la cima de la Mesa Alta equivale respectivamente al 45.6, 22.2 y 10.5 % del total de familias, géneros y especies que Villaseñor indica para Zacatecas. Estos resultados se explican por lo reducido del área de estudio comparada con la superficie total del estado y confirman que la alta diversidad beta explica mejor la riqueza de especies de plantas vasculares en Zacatecas (Magurran, 1988). En general, las familias más diversas en el área de estudio (Asteraceae, Fabaceae y Poaceae) son también las que agrupan al mayor número de especies en el nivel nacional.

El número de géneros y especies de Asteraceae que forman parte de la flora de la cima de la Mesa Alta representan 22 y 12.9 % respectivamente, del total de especies y géneros de esta familia que Balleza y Villaseñor (2002) registran para Zacatecas. El porcentaje de especies es similar a la riqueza de Asteraceae (diversidad alfa), que Balleza *et al.* (2005) indica para una superficie de aproximadamente 2,500 km², que incluye el área de estudio. Este resultado confirma que el número de taxones incrementa al aumentar el área y que el número de especies de una región (diversidad alfa) no es suficiente para explicar la riqueza de Asteraceae de Zacatecas (diversidad gama). Por otra parte el cociente especies/géneros de Asteraceae es 1.9; en consecuencia, con base en Rzedowski (1991) esta familia está bien representada en el área de estudio. Este resultado ratifica que Asteraceae es abundante en las regiones montañosas de México (Rzedowski, 1991).

El número de géneros y especies de Poaceae en la flora de la cima de la Mesa Alta, equivalen a 23.1 y 12.3 % del total de géneros y especies que Herrera-Arrieta *et al.* (2010) mencionan para Zacatecas. Este resultado se explica por la colindancia del área de estudio con la zona de pastizales naturales. La ubicación de las leguminosas (Caesalpiniaceae, Fabaceae y Mimosaceae) en tercer lugar en la flora de la cima de la Mesa Alta con apenas 16 especies (6.8 % del total), corrobora que las leguminosas son más abundantes y están más diversificadas en las zonas tropicales que en las templadas (Sousa *et al.*, 2001). Los géneros con mayor número de especies en la flora de la cima de la Mesa Alta, coinciden con los que otros autores han citado para la flora de Zacatecas; por ejemplo, *Stevia* agrupa 27 especies (Balleza y Villaseñor, 2002); *Bouteloua* 22 (Herrera-Arrieta *et al.*, 2004), *Muhlenbergia* 41 (Herrera-Arrieta *et al.*, 2010) y *Bidens* 12 (Balleza y Villaseñor, 2002).

Rzedowski (1978) señala que el análisis numérico de la flora que evalúa la participación proporcional de las diferentes formas de crecimiento, constituyen una manera útil de apreciar similitudes y diferencias entre comunidades bióticas. El mayor número de especies de hierbas anuales y perennes sobre los arbustos y árboles en el área de estudio, concuerda con la tendencia observada en la flora de áreas con un tipo de vegetación semejante (Medina-García *et al.*, 2000; Cornejo *et al.*, 2003; Enríquez-Enríquez *et al.*, 2003; Martínez *et al.*, 2004; Aragón-Piña *et al.*, 2010).

Con base en las relaciones existentes entre la morfología de las plantas y el medio que éstas ocupan, han ganado apoyo las caracterizaciones y clasificaciones de la vegetación fincadas en la fisonomía de las mismas (Rzedowski, 1978). El bosque de pino, tipo de vegetación predominante en la cima de la Mesa Alta, se caracteriza por la dominancia de árboles y arbustos, pese a que ambas formas de crecimiento representan el 14.8 % de las especies. La presencia de herbáceas, anuales y perennes, es más evidente en los claros del bosque y en las áreas donde la densidad del estrato arbóreo disminuye. Su presencia se relaciona con ambientes secos y suelos pedregosos y superficiales, donde estas formas de crecimiento han desarrollado diversas adaptaciones, como estolones, rizomas, bulbos, tubérculos o bases semileñosas, que permanecen vivas durante el invierno y el periodo de sequía.

Al analizar la etapa reproductiva en la cima de la Mesa Alta, se tiene que la mayoría de las especies de angiospermas florecen en verano y otoño (91.1 %). Aunque el porcentaje de especies que forman sus estructuras reproductivas en invierno y primavera, en la cima de la Mesa Alta, es reducido, entre ellas se encuentran las plantas que definen el tipo de vegetación dominante, como *Pinus cembroides* Zucc., *Juniperus deppeana* Steud., *Quercus rugosa* Née, *Quercus laeta* Liebm. y *Quercus grisea* Liebm. Para iniciar la reproducción sexual, estas especies necesitan un periodo con bajas temperaturas seguido de otro de temperaturas más elevadas (Rodríguez-Rajo *et al.*, 2000). Otras plantas que florecen en invierno y primavera en el área de estudio son especies características de las zonas áridas y semiáridas como *Acacia schaffneri* (S. Watson) F.J. Herm., *Echinocereus pulchellus* (Mart.) Seitz, *Echinocereus triglochidiatus* Engelm., *Mammi-*

llaria heyderi Muehlenpf., *Opuntia robusta* J.C. Wendl., *Stenocactus multicostatus* (Hildm.) A. Berger ex A.W. Hill. y *Yucca decipiens* Trel. Todas ellas están adaptadas para iniciar su etapa reproductiva antes de que inicie el periodo de lluvias, cuando el fotoperiodo y la temperatura aumentan.

Distribución de las especies de acuerdo a la exposición de ladera. En ninguno de los cinco sitios muestreados se registran todas las especies; la cima es donde se inventarió el mayor número (163, 68.8 %). Este resultado se explica porque en las cimas abundan micro-hábitats, determinados por la topografía, el suelo y la exposición (Pauli *et al.*, 2003).

Las laderas con menor número de especies, la sur (41) y la este (40), son las que exhiben una pendiente más pronunciada, factor que dificulta el acceso y reduce la superficie de muestreo y en consecuencia la probabilidad de encontrar más especies. Estos resultados son congruentes con los reportados por Ruacho-González *et al.* (2013), quienes concluyeron que la proporción de la superficie cubierta por suelo, el relieve, la forma del cerro, el grado de perturbación, la orografía regional y la elevación, son los factores que mayor correlación muestran con la riqueza, estructura y distribución de las especies de plantas. Por otra parte, las laderas orientadas al sur, son las más secas porque reciben mayor insolación durante el día, en el hemisferio norte (del Castillo, 2000; González, 2004; López-Gómez *et al.*, 2012). Se ha estimado que la insolación se incrementa hasta 44 minutos en la ladera sur, en sitios cercanos a la Mesa Alta (del Castillo, 2000).

De acuerdo al análisis de conglomerados, se observa que ninguna de las floras se agrupa con una similitud mayor al 0.50 (Figura 2). La alta diversidad beta, que se manifiesta por los bajos índices de similitud entre las floras de los diferentes sitios analizados, es congruente a la observada por Balleza *et al.* (2005) para las Asteraceae de Zacatecas y es uno de los factores que explica la gran riqueza de especies de la flora de México (Magurran, 1998).

Las floras de los sitios más áridos se agrupan en el conjunto integrado por las laderas este y sur (Figura 2). En contraste, las floras de los sitios más húmedos se agrupan en el conjunto integrado por las laderas oeste, norte y la cima (Figura 2). Desde el punto de vista florístico la ladera oeste y la cima son más similares, ambas se distinguen por su pendiente suave, lo que les permite cubrir un área de terreno más amplia; la mayor humedad de la ladera oeste se atribuye a su pendiente y al efecto sombra, producto de la topografía del área. Algunas especies exclusivas de la ladera oeste, favorecidas por el efecto sombra son *Begonia gracilis* Kunth, *Dichondra brachypoda* Wooton & Standl., *Hypoxis mexicana* Schult. & Schult. f., *Oxybaphus linearis* (Pursh.) B.L. Rob., *Viola barroetana* W. Schaffn. & Hemsl., entre otras. Solamente cinco especies fueron encontradas en todas las exposiciones, *Pinus cembroides* Zucc., *Piptochaetium fimbriatum* (Kunth) Hitchc., *Piqueria trinervia* Cav., *Stevia lucida* Lag. y *Verbesina virgata* Cav.

Distribución y afinidad fitogeográfica de las especies. El número de especies endémicas de México registradas en el área de estudio (32 %), es consistente con otros estudios en bosques de coníferas como el de Cornejo *et al.* (2003). Asimismo, la afinidad fitogeográfica de acuerdo con el tipo de vegetación, corresponde a lo señalado por Rzedowski (1978), quien afirma que en el pastizal, bosque de *Quercus* y bosque de coníferas, los elementos holárticos, neotropicales y endémicos están presente en cantidades aproximadamente iguales. El ligero predominio de elementos neotropicales en la cima de la Mesa Alta, se explica por la colindancia del área de estudio con la Altiplanicie, provincia florística ubicada por Rzedowski (1978) dentro del Reino Neotropical.

De las especies registradas para el área de estudio, dos están incluidas en la NOM-059-SE-MARNAT-2010: *Dasyllirion acrotrichum* (Schiede) Zucc. y *Echinocereus pulchellus* (Mart.) Seitz, la primera bajo la categoría de riesgo “amenazada” (A) y la segunda “sujeta a protección especial” (Pr).

Conclusiones

La cordillera de la que forma parte la Mesa Alta está propuesta como potencial Área Natural Protegida. Los resultados obtenidos en este estudio fortalecen esta iniciativa, por el número

de especies contenidas en una superficie relativamente pequeña y porque alberga, al menos dos especies que se encuentran bajo alguna Categoría de Riesgo en la NOM-059- SEMAR-NAT- 2010. Se pretende que los resultados de la presente investigación, convoquen a que los diferentes actores académicos, políticos y sociales vinculados al área de estudio, busquen iniciativas que permitan la incorporación de la Mesa Alta al Área Natural Protegida Sierra de Cardos y así reciba un manejo sustentable de sus recursos naturales, asegurando su conservación.

Por otra parte, esta investigación proporciona una base de información para futuros monitoreos de la flora de cimas en Zacatecas. Asimismo de áreas de transición entre los bosques templados y matorral xerófilo, las cuales son áreas sensibles al disturbio y al cambio climático.

Agradecimientos

Un profundo agradecimiento al editor y revisores por entregar preciosas horas de su tiempo, dedicación profesional y trabajo paciente; para lograr que el manuscrito alcanzara la calidad que caracteriza a la revista *Botanical Sciences*.

Este trabajo forma parte del proyecto de tesis de maestría del primer autor y fue posible gracias a la beca otorgada por el CONACYT. Juan Ramírez Prieto agradece al Colegio de Postgraduados por aceptarlo en su programa de maestría; al Herbario Hortorio del Colegio de Postgraduados (CHAPA), por su apoyo en el uso de material bibliográfico y uso de sus instalaciones para la identificación del material recolectado y al Herbario de la Universidad Autónoma de Zacatecas por permitir el uso de sus instalaciones en el prensado y secado del material recolectado. El tercer autor agradece a la CONABIO por el financiamiento otorgado para hacer las exploraciones al área de estudio.

Literatura citada

- APG [Angiosperm Phylogeny Group]. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* **161**:105-121.
- Aragón-Piña E.E., Garza-Herrera A., González-Elizondo M.S. y Luna-Vega I. 2010. Composición y estructura de las comunidades vegetales del rancho El Duranguense, en la Sierra Madre Occidental, Durango, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **81**:771-787.
- Badii M.H., Landeros J. y Cerna E. 2008. Patrones de asociación de especies y sustentabilidad (Species association patterns and sustainability). *Daena: International Journal of Good Conscience* **3**:632-660.
- Ballard H.E. 1994. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 31: Familia Violaceae. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro.
- Balleza J. de J. y Villaseñor J.L. 2002. La familia Asteraceae en el estado de Zacatecas (México). *Acta Botanica Mexicana* **59**:5-69.
- Balleza J. de J., Villaseñor J.L. y Ibarra-Manríquez G. 2005. Regionalización biogeográfica de Zacatecas, México, con base en los patrones de distribución de la familia Asteraceae. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **76**:71-78.
- Balleza J. de J. y Villaseñor J.L. 2011. Contribución del estado de Zacatecas (México) a la conservación de la riqueza florística del Desierto Chihuahuense. *Acta Botanica Mexicana* **94**:61-89.
- Cabral I., Femat R., Cházaro M. y González S. 2007. Vegetación y florística preliminar de la Sierra de los Cardos al sur de Zacatecas, México. En: Memorias del XVII Congreso Mexicano de Botánica. Zacatecas, Zacatecas.
- Carranza E. 2007. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 151: Familia Convolvulaceae. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro.
- Carranza E. 2008. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 155: Familia Convolvulaceae II. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro.
- Cartujano S., Zamudio S., Alcántara O. y Luna I. 2002. El bosque mesófilo de montaña en el municipio de Landa de Matamoros, Querétaro, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **70**:13-43.
- CONANP [Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas]. 2008. Programa de acción para la conservación de la especie: Águila real (*Aquila chrysaetos*). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México D.F. http://www.conanp.gob.mx/pdf_especies/pace_aguila.pdf (consultado 21 agosto 2013).
- Cornejo-Tenorio G., Casas A., Farfán B., Villaseñor J.L. e Ibarra-Manríquez G. 2003. Flora y vegetación

- de las zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **73**:43-62.
- Coulter J.M. y Rose J.N. 1900. Monograph of North American Umbelliferae. *Contributions from the United States National Herbarium* **7**:192-196.
- Del Castillo R.F. 2000. Composición y estructura de una nopalera bajo situaciones contrastantes de exposición de ladera y herbivoría. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **65**:5-22.
- Dirzo R. y Gómez G. 1996. Ritmos temporales de la investigación taxonómica de plantas vasculares en México y una estimación del número de especies conocidas. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **83**: 396-403.
- Enríquez-Enríquez E.D., Koch S.D. y González-Elizondo M.S. 2003. Flora y vegetación de la Sierra de Órganos, municipio de Sombrerete, Zacatecas, México. *Acta Botanica Mexicana* **64**:45-89.
- Espejo-Serna A., López-Ferrari V. y Ceja-Romero J. 2009. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Fascículo 162: Familia Commelinaceae. Instituto de Ecología A.C., Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro.
- Fernández N.F. 1996. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Fascículo 43: Familia Rhamnaceae. Instituto de Ecología A.C., Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro.
- Fernández-Nava R. y Colmenero-Robles J.A. 1997. Notas sobre la vegetación y flora de San Joaquín, Querétaro, México. *Polibotánica* **4**:10-36.
- Freytag G.F. y Debouck D.G. 2002. Taxonomy, distribution and ecology of the genus *Phaseolus* (Leguminosae-Papilionidae) in North America, Mexico and Central America. Sida, botanical miscellany No. 23, Botanical Research Institute of Texas, Forth Worth.
- García E. 1987. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Giménez de Azcarate J. y Fernández-Borja H. 2008. Esbozo de la iniciativa para la conservación de la ruta huichol a Huiricuta y de sus santuarios naturales asociados (México). *Recursos Rurais* **1**:67-75.
- González-Ledesma M., Koch S.D. y Gómez-Sánchez M. 1998. Two New Species of *Festuca* (Gramineae: Pooideae) from Mexico. *Novon* **8**:147-151.
- González-Medrano F. 2004. *Las comunidades vegetales de México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Nacional de Ecología, México D.F.
- Grabherr G., Gottfried M. y Pauli H. 1994. Climate effects on mountain plants. *Nature* **369**:448.
- Grabherr G., Gottfried M. y Pauli H. 2001. Long-term monitoring of mountain peaks in the Alps. En: C.A. Burga C.A. y A. Kratochwil A. Eds. *Tasks for Vegetation Science 35: Biomonitoring: General and Applied Aspects on Regional and global scales*, pp. 153-177, Springer, Netherlands.
- Guillot D. y Van der Meer P. 2009. El género *Yucca* L. en España. Monografías de la revista *Bouteloua* No. 2, Jolube editor y consultor ambiental. Disponible en: <http://www.floramontiberica.org/Bouteloua/MonogBouteloua_02_Yucca.pdf>
- Herrera-Arrieta Y., Peterson P.M. y Cortés-Ortíz A. 2010. *Gramíneas de Zacatecas*, México. Brit Press/ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Instituto Politécnico Nacional/ Smithsonian Institute/National Museum of Natural History, Fort Worth.
- Herrera-Arrieta Y., Peterson P.M. y de la Cerda Lemus M. 2004. Revisión de *Bouteloua* Lag. (Poaceae). Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo, Instituto Politécnico Nacional, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. 1971. F-13-B-56 y F-13-B-66. Carta topográfica; Escala 1:50 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía I, México D.F.
- INEGI. 1978a. F-13-B-56 y F-13-B-66. Carta geológica; Escala 1:50 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía Aguascalientes.
- INEGI. 1978b. F-13-B-56 y F-13-B-66. Carta edafológica; Escala 1:50 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes.
- INEGI. 1993. Conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica y de recursos naturales, Escala 1:1000 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/topografia_1m.aspx> (consultado 7 octubre 2013).
- INEGI. 2002. Cuaderno estadístico municipal, Jerez, Zacatecas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825934705> (consultado 09 abril 2012).
- INEGI. 2004a. Guía para la interpretación de Cartografía, Edafología. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes. www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/doc/carta.pdf (consultado 21 agosto 2013).
- Conjunto de datos vectoriales de la serie topográfica y de recursos naturales, Escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes.
- López-Gómez V., Zedillo-Avelleyra P., Anaya-Hong S.Y., González-Lozada E. y Cano-Santana Z. 2012. Efecto de la orientación de la ladera sobre la estructura poblacional y ecomorfología de *Neobusbaumia tetetzo* (Cactaceae). *Botanical Sciences* **90**:453-457.

- Lot A. y Chiang F. 1986. Manual de herbario, administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- León-de la Luz J.L. y Domínguez-Cadena R. 1989. Flora of the Sierra de la Laguna, Baja California Sur, México. *Madroño* **36**:61-83.
- Magurran A.E.. 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm, Ryde
- Martínez-Gordillo M., Cruz-Duran R., Castrejón-Reyna J.F., Valencia-Ávalos S., Jiménez-Ramírez J. y Ruíz-Jiménez C.A. 2004. Flora vascular de la porción guerrerense de la Sierra de Taxco, Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* **75**:105-189.
- McVaugh R. 1992. *Flora Novo-Galiciana Vol. 17: Gymnosperms and Pteridophytes*. University of Michigan Herbarium, Ann Arbor.
- Medina-García C., Guevara-Féfer F., Martínez-Rodríguez M.A., Silva-Sáenz P., Chávez-Carbajal M.A. y García-Ruiz I. 2000. Estudio florístico en el área de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. *Acta Botanica Mexicana* **52**:4-41.
- Medina-García G. y Ruiz-Corral J.A. 2004. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Zacatecas (período 1961-2003). Libro Técnico No. 3, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Mickel J.T. y Smith A.R. 2004. The Pteridophytes of Mexico, Part I (Descriptions and Maps). *Memoirs of the New York Botanical Garden* **88**:1-1054.
- Pauli H., Gottfried M., Hohenweller D., Reiter K. y Grabherr G. 2003. Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Iniciativa para la investigación y el seguimiento global de los ambientes alpinos, como contribución al sistema terrestre de observación global (GTOS). Version en español por Luis Villar, Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC, Jaca. http://www.jolube.es/pdf/GLORIA_MS4_Web_espanol.pdf (consultado 08 agosto 2013).
- Rodríguez-Rajo F.J., Méndez J. y Jato M.V. 2000. Influencia de la temperatura en la floración de *Quercus* en el sur de Galicia (Ourense y Vigo, 1994-98). *Acta Botanica Malacitana* **25**: 153-163.
- Ruacho-González L., González-Elizondo M.S., González-Elizondo M. y López-González C. 2013. Diversidad florística en cimas de la Sierra Madre Occidental, México, y su relación con variables ambientales. *Botanical Sciences* **91**:193-205.
- Ruiz-Labourdette D., Schmitz M.F. y Pineda F.D. 2013. Changes in tree species composition in Mediterranean mountains under climate change: Indicators for conservation planning. *Ecological Indicators* **24**:310-323.
- Rzedowski J. y Calderón de Rzedowski G. 2005. *Flora fanerogámica del Valle de México*. Instituto de Ecología, A.C./Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México D.F.
- Rzedowski J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botanica Mexicana* **14**:3-21.
- Rzedowski J., Calderón de R.G. y Carrillo-Reyes P. 2011. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Fascículo: Familia Compositae, Tribu Heliantheae. Instituto de Ecología A.C., Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro.
- SEMARNAT [Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 2da Sección, 30 de diciembre de 2010.
- Sousa M.S., Ricker M. y Hernández H.M. 2001. Tree species of the family Leguminosae in Mexico. *Harvard Papers in Botany* **6**:339-365.
- SPP [Secretaría de Programación y Presupuesto]. 1981. *Síntesis Geográfica de Zacatecas*. Secretaría de Programación y Presupuesto. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática, México D.F.
- Taylor P.N. 1985. *The Genus Echinocereus*. The Royal Botanic Gardens, Kew/Collingridge, Kew.
- Toledo V.M. 1993. La riqueza florística de México: un análisis para conservacionistas. En: Guevara S., Moreno-Casasola P. y Rzedowski J. Comp. *Logros y perspectivas del conocimiento de los recursos vegetales de México en vísperas del siglo XXI*, pp. 109-123, Instituto de Ecología, A.C./Sociedad Botánica de México, Xalapa.
- Toledo V.M., Rzedowski J. y Villa-Lobos J. 1997. Regional Overview: Middle America. En: Davis S.D., Heywood V.H., Herrera-MacBryde O., Villa-Lobos J., Hamilton A.C. (Eds.) *Centres of Plant Diversity, Vol. 3, The Americas*, pp. 97-124, World Wildlife Fund/International Union for the Conservation of Nature, Nueva York.
- Vibrans H. Responsable. 2013. Malezas de México. Disponible en: <www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm> (consultado 10 noviembre 2013).

Recibido:
10 de septiembre de 2014

Aceptado:
5 de febrero de 2015

- Villaseñor J.L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia* **28**:160-167.
- Villaseñor J.L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **75**:105-135.
- Villaseñor J.L. y Espinosa-García F.J. 2004. The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and Distributions* **10**:113-123.
- Villaseñor J.L. y Ortiz E. 2014. Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. **85**:S134-S142.
- Villaseñor J.L., Ortiz E. y Redonda-Martínez R. 2008. *Catálogo de autores de plantas vasculares de México*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F.

Apéndice 1. Lista florística de la cima de la Mesa Alta, Jerez, Zacatecas. A = Árbol; AR = Arbus-to; HP = Hierbas perennes (incluidas las sufrútice) y HA = Hierbas anuales. El asterisco indica las especies endémicas de México.

Taxón	Forma de crecimiento	Número de recolecta
PTERIDOPHYTA		
Polypodiaceae		
<i>Bommeria hispida</i> (Mett. ex Kuhn) Underw.	HP	888, 1327, 1494
<i>Cheilanthes mexicana</i> Davenp.	HP	1323
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	HP	1428, 1663
<i>Myriopteris aurea</i> (Poir.) Grusz & Windham	HP	883, 1103, 1154, 1373, 1375, 1418, 1446, 1513, 1560, 162
<i>Pellaea cordifolia</i> (Sessé & Moc.) A.R. Sm.	HP	900, 1087, 1179, 1308, 1328, 1377, 1424
<i>Pellaea ternifolia</i> (Cav.) Link	HP	920, 1047, 1109, 1184, 1374, 1445, 1523
Selaginellaceae		
<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook. & Grev.) Spring	HP	19675
PINOPHYTA		
Cupressaceae		
<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	A	1105, 1208, 1437
Pinaceae		
<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	A	905, 1180, 1213, 1448, 1490, 1545, 1558, 1616
ANGIOSPERMAS		
MAGNOLIOPSIDA		
Acanthaceae		
<i>Dyschoriste decumbens</i> (A.Gray) Kuntze	HP	899, 1061, 1197, 1463, 1515, 1643
<i>Stenandrium dulce</i> (Cav.) Nees	HP	1642
Amaranthaceae		
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	HA	1044
<i>Chenopodium graveolens</i> Willd.	HA	1043, 1248, 1541
<i>Gomphrena decumbens</i> Jacq.	HA	1266
Apiaceae		
<i>Eryngium heterophyllum</i> Engelm.	HP	1101, 1262
* <i>Prionosciadium watsonii</i> J.M.Coult. & Rose	HP	1225, 1635
Apocynaceae		
<i>Asclepias lanuginosa</i> Nutt.	HP	1605
<i>Asclepias linaria</i> Cav.	HP	1599
<i>Funastrum aff. clausum</i> (Jacq.) Schltr.	HA	921
Asteraceae		
* <i>Acourtia fruticosa</i> (Lex.) B.L.Turner	AR	1561
* <i>Ageratina espinosarum</i> (A. Gray) R.M.King & H.Rob. var. <i>subintegrifolia</i> (B.L.Rob.) B.L.Turner	AR	19799
* <i>Ageratina scorodonioides</i> (A.Gray) R.M.King & H.Rob.	AR	9710
<i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni	HP	1122, 1126, 1322
<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.	HP	1169, 1455, 1537, 1568
<i>Baccharis pteronioides</i> DC.	AR	926, 1395
<i>Bidens bigelovii</i> A.Gray	HA	1381

Apéndice 1. Continuación.

Taxón	Forma de crecimiento	Número de recolecta
<i>Bidens lemmonii</i> A.Gray	HA	1253
<i>Bidens odorata</i> Cav.	HA	1167, 1170, 1348, 1464
<i>Bidens pilosa</i> L.	HA	1346
* <i>Brickellia secundiflora</i> (Lag.) A.Gray	AR	1421, 1577
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	HA	1454
<i>Cosmos parviflorus</i> (Jacq.) Pers.	HA	1141, 1263, 1317, 1331 1382, 1408, 1458
<i>Dahlia coccinea</i> Cav.	HP	892, 1052, 1177, 1634
<i>Dahlia pinnata</i> Cav.	HP	1056, 1108, 1178, 1376, 1662
<i>Dyssodia papposa</i> (Vent.) Hitchc.	HA	1093a, 1251
<i>Dyssodia porophyllum</i> (Cav.) Cav.	HA	19798
* <i>Dyssodia pinnata</i> (Cav.) B.L.Rob.	HP	1457
* <i>Erigeron janivultus</i> G.L. Nesom	HP	1231, 1436, 1496, 1543, 1551
<i>Fleischmannia pycnocephala</i> (Less.) R.M.King & H.Rob.	HA	1449
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	HA	1131, 1238, 1368
<i>Gnaphalium attenuatum</i> DC.	HP	1468
<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.	HA	1035, 1128, 1246, 1264, 1383, 1432
<i>Machaeranthera gymnocephala</i> (DC.) Shinnars	HP	1459
<i>Montanoa leucantha</i> (Lag.) S.F.Blake	AR	1473, 1540
* <i>Perymenium bupthalmoides</i> DC.	HP	923, 1653
* <i>Perymenium mendezii</i> DC.	HP	1116, 1350
<i>Piqueria trinervia</i> Cav.	HA	1131b, 1158, 1238b, 1239, 1315, 1318, 1339, 1397, 1433, 1492
* <i>Psacalium amplum</i> (Rydb.) H.Rob. & Brettell	HP	1112, 1217, 1429
* <i>Psacalium peltatum</i> (Kunth) Cass.	HP	1218, 1296, 1519
* <i>Psacalium sinuatum</i> (Cerv.) H.Rob. & Brettell	HP	1099, 1136, 1216, 1232, 1353, 1439, 1536
* <i>Pseudognaphalium inornatum</i> (DC.) Anderb.	HP	1440
<i>Pseudognaphalium semiamplexicaule</i> (DC.) Anderb.	HP	1414
* <i>Roldana heracleifolia</i> (Hemsl.) H.Rob. & Brettell	HP	1472
* <i>Roldana sessilifolia</i> (Hook. & Arn.) H.Rob. & Brettell	HP	1302
* <i>Sanvitalia angustifolia</i> Engelm. ex A.Gray	HA	1269
<i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze ex Thell.	HA	1032, 1130, 1435, 1498
<i>Sigesbeckia jorullensis</i> Kunth	HA	1235
* <i>Sinclairia palmeri</i> (A. Gray) B.L.Turner	HP	1160
<i>Stevia jorullensis</i> Kunth	HP	1252
<i>Stevia lucida</i> Lag.	AR	1077, 1145, 1254, 1320, 1384, 1405, 1444, 1495, 1502, 1553
<i>Stevia micrantha</i> Lag.	HA	1165, 1222, 1367, 1466
<i>Stevia organoides</i> Kunth	HP	1476
<i>Stevia serrata</i> Cav.	HP	1100, 1133, 1234, 1261, 1338, 1356, 1475, 1517
* <i>Stevia stricta</i> Hornem	HP	1206, 1272
* <i>Stevia tephra</i> B.L.Rob.	HP	1330, 1386
<i>Stevia trifida</i> Lag.	HP	1140, 1385
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	HP	1230, 1343

Apéndice 1. Continuación.

Taxón	Forma de crecimiento	Número de recolecta
<i>Tagetes lunulata</i> Ortega	HA	1093b, 1127, 1258, 1321, 1402, 1434, 1491, 1503, 1548
<i>Tagetes micrantha</i> Cav.	HA	1265, 1335, 1430, 1499
* <i>Tridax coronopifolia</i> (Kunth) Hemsl.	HA	1223
<i>Tridax</i> sp.	HP	1486
<i>Trixis</i> sp.	HP	1125
* <i>Verbesina mollis</i> Kunth	HP	1293
* <i>Verbesina pantopectera</i> S.F.Blake	HP	1115, 1164, 1493, 1532b
* <i>Verbesina pedunculosa</i> (DC.) B.L.Rob.	HP	917, 1119, 1532a
* <i>Verbesina virgata</i> Cav.	AR	1205, 1304, 1474
<i>Xanthisma spinulosum</i> (Pursh) D.R. Morgan & R.L. Hartm.	HP	1214
Begoniaceae		
<i>Begonia gracilis</i> Kunth	HP	1188
Cactaceae		
* <i>Echinocereus pulchellus</i> (Mart.) K. Schum.	AR	1619
<i>Echinocereus triglochidiatus</i> Engelm.	AR	1602
<i>Mammillaria heyderi</i> Muehlenpf.	AR	1603
* <i>Opuntia guilanchi</i> Griffiths	A	1608
<i>Opuntia robusta</i> J.C. Wendl.		
* <i>Stenocactus multicostatus</i> (Hildm.) A.Berger ex A.W.Hill	AR	1604
Caprifoliaceae		
* <i>Valeriana laciniata</i> M.Martens & Galeotti	HP	1617, 1641
Caryophyllaceae		
* <i>Cerdia congestiflora</i> Hemsl.	HP	1209
<i>Silene laciniata</i> Cav.	HP	1172, 1300, 1396, 154
Cistaceae		
<i>Helianthemum glomeratum</i> (Lag.) Lag.	HP	1201, 1287, 1443, 1487, 1504, 1570
Convolvulaceae		
<i>Dichondra argentea</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	HA	1659
<i>Dichondra brachypoda</i> Wooton & Standl.	HA	1529, 1565, 1651
* <i>Evolvulus prostratus</i> B.L.Rob.	HP	1645, 1650
<i>Ipomoea capillacea</i> (Kunth) G. Don	HP	1646
* <i>Ipomoea madrensis</i> S.Watson	HP	1654
<i>Ipomoea pubescens</i> Lam.	HP	1048, 1075, 1137, 1288, 1342, 1652
* <i>Ipomoea stans</i> Cav.	HP	1039, 1107, 1219, 1450, 1546
Crassulaceae		
* <i>Echeveria mucronata</i> Schltdl.	HP	922
Cucurbitaceae		
<i>Cucurbita foetidissima</i> Kunth	HA	1148
<i>Echinopepon racemosus</i> (Steud.) C. Jeffrey	HA	1190
<i>Sicyos laciniatus</i> L.	HA	1245
Ericaceae		
<i>Arbutus arizonica</i> (A.Gray) Sarg.	A	1639
<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth	AR	895, 1313, 1425, 1667
* <i>Comarostaphylis glaucescens</i> (Kunth) Zucc. ex Klotzsch	AR	931

Apéndice 1. Continuación.

Taxón	Forma de crecimiento	Número de recolecta
Euphorbiaceae		
<i>Euphorbia macropus</i> (Klotzsch & Garcke) Boiss.	HP	878, 887, 1045, 1198, 1622, 1731, 1656
<i>Euphorbia</i> sp.	HA	1267
Fabaceae		
<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F.J. Herm.	AR	1088, 1598
* <i>Astragalus strigosus</i> Kunth	HP	927, 1344, 1411, 1563
<i>Cologania broussonetii</i> (Balb.) DC.	HP	1083
<i>Crotalaria mollicula</i> Kunth	HP	1181
<i>Dalea bicolor</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	AR	1497, 1572
<i>Dalea foliolosa</i> (Aiton) Barneby	HA	1240, 1340
<i>Desmodium intortum</i> (Mill.) Urb.	HP	1224, 1289
<i>Dalea versicolor</i> Zucc.	AR	1516, 1668
<i>Desmodium grahamii</i> A.Gray	HP	1142
<i>Desmodium neomexicanum</i> A. Gray	HP	1157, 1518
* <i>Erythrina montana</i> Rose & Standl.	HP	1196
<i>Mimosa</i> sp.	AR	1520
* <i>Phaseolus pluriflorus</i> Maréchal, Mascherpa & Stainier	HA	919, 1055, 1640, 1664
<i>Trifolium amabile</i> Kunth	HP	19651
<i>Zornia reticulata</i> Sm.	HP	19681
Fagaceae		
* <i>Quercus eduardii</i> Trel.	A	1438, 1644
<i>Quercus grisea</i> Liebm.	A	908, 1076, 1152, 1423, 1489, 1544, 1556
* <i>Quercus laeta</i> Liebm.	A	1120, 1349, 1441, 1574
<i>Quercus rugosa</i> Née	A	925, 1114, 1422
Garryaceae		
* <i>Garrya ovata</i> Benth.	A	1221, 1621
Geraniaceae		
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	HA	1090b, 1657
* <i>Geranium latum</i> Small	HP	924, 1113, 1609
Lamiaceae		
<i>Salvia axillaris</i> Moc. & Sessé ex Benth.	HP	1306
* <i>Salvia hirsuta</i> Jacq.	HP	1274
<i>Salvia microphylla</i> Kunth	AR	894, 1053, 1055b, 1146, 1312, 1552, 1569, 1630, 1637, 1666
* <i>Salvia prunelloides</i> Kunth	HP	893, 1054, 1072, 1118, 1151, 1291, 1326, 1354, 1522
<i>Salvia tiliifolia</i> Vahl	HA	1149, 1257, 1470
<i>Stachys coccinea</i> Ortega	HP	1183, 1299, 1352, 1477, 1573
Loasaceae		
* <i>Mentzelia hispida</i> Willd.	HP	1189
Lythraceae		
* <i>Cuphea lanceolata</i> W.T.Aiton	HA	1138, 1319, 1412
Malpighiaceae		
* <i>Aspicarpa hirtella</i> Rich.	HP	904, 1111, 1416, 1482, 1524
<i>Gaudichaudia albida</i> Schltdl. & Cham.	HP	1286
Malvaceae		
<i>Anoda cristata</i> (L.) Schltdl.	HA	1041, 1049
* <i>Sida linearis</i> Cav.	HP	1038, 1066, 1081, 1227

Apéndice 1. Continuación.

Taxón	Forma de crecimiento	Número de recolecta
Nyctaginaceae		
* <i>Mirabilis aggregata</i> (Ortega) Cav.	HP	912, 1033, 1065, 1207
<i>Mirabilis glabrifolia</i> (Ortega) I.M.Johnst.	HP	1292
<i>Mirabilis linearis</i> (Pursh) Heimerl	HP	1527
<i>Mirabilis melanotricha</i> (Standl.) Spellenb.	HP	891, 1174, 1407
Onagraceae		
<i>Lopezia racemosa</i> Cav.	HA	1166, 1192, 1325, 1462, 1528
* <i>Lopezia trichota</i> Schltdl.	HA	1051
Orobanchaceae		
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	HP	19780
* <i>Lamoureauxia rhinanthifolia</i> Kunth	HP	1173
Oxalidaceae		
<i>Oxalis corniculata</i> L.	HP	1090
<i>Oxalis decaphylla</i> Kunth	HP	1610, 1613, 1624
Plantaginaceae		
<i>Mecardonia procumbens</i> (Mill.) Small	HP	935, 1275
<i>Penstemon barbatus</i> (Cav.) Roth	HP	1305
<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.	HP	1311, 1562
Piperaceae		
<i>Peperomia campyloptropa</i> A.W.Hill	HP	882b, 884, 1171, 1636
Polemoniaceae		
<i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brand	HP	19671
Polygalaceae		
* <i>Polygala rivinifolia</i> Kunth	HA	1309, 1409, 1451
Polygonaceae		
<i>Eriogonum wrightii</i> Torr. ex Benth.	HP	1460
Portulacaceae		
<i>Portulaca oleracea</i> L.	HP	1046
Ranunculaceae		
* <i>Delphinium pedatisectum</i> Hemsl.	HP	1193, 1298, 1404
* <i>Thalictrum strigillosum</i> Hemsl.	HP	1121, 1415, 1576, 1661
Rhamnaceae		
<i>Ceanothus caeruleus</i> Lag.	AR	928
Rubiaceae		
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltdl.	HP	886, 1057, 1106, 1147, 1359, 1521
<i>Crusea diversifolia</i> (Kunth) W.R.Anderson	HA	1398, 1419, 1431, 1467
Santalaceae		
* <i>Phoradendron lanceolatum</i> Engelm. ex A.Gray	AR	1607
Sapindaceae		
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	AR	929, 1058a, 1085, 1488, 1538, 1615
Solanaceae		
<i>Bouchetia anomala</i> (Miers) Britton & Rusby	HP	1082, 1236, 1648
<i>Physalis peruviana</i> L.	HA	890, 1050, 1150, 1175
* <i>Solanum stoloniferum</i> Schltdl. & Bouché	HA	880, 1110, 1153, 1334, 1649
* <i>Solanum verrucosum</i> Schltdl.	HA	1244, 1665
Urticaceae		
<i>Parietaria pensylvanica</i> Muhl. ex Willd.	HA	1559

Apéndice 1. Continuación.

Taxón	Forma de crecimiento	Número de recolecta
Verbenaceae		
<i>Verbena menthifolia</i> Benth.	HP	1241, 1357
Violaceae		
* <i>Viola barroetana</i> W.Schaffn. ex Hemsl.	HP	1611, 1669
LILIOPSIDA		
Amaryllidaceae		
<i>Allium glandulosum</i> Link & Otto	HP	1176
Asparagaceae		
* <i>Agave filifera</i> Salm-Dyck	HP	1620
* <i>Agave maximiliana</i> Baker	HP	1618
* <i>Dasyllirion acrotrichum</i> (Schiede) Zucc.	AR	1539
* <i>Echeandia durangensis</i> (Greenm.) Cruden	HP	1345, 1660
* <i>Echeandia flavescens</i> (Schult. & Schult. f.) Cruden	HP	1089, 1627, 1647
* <i>Echeandia mexicana</i> Cruden	HP	885, 1638
<i>Milla biflora</i> Cav.	HP	1144, 1379
<i>Nolina</i> sp.	HP	1606
* <i>Yucca decipiens</i> Trel.	A	1104, 1628
Bromeliaceae		
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	HP	889, 1557, 1600
* <i>Viridantha lepidosepala</i> (L.B. Sm.) Espejo	HP	1601
Commelinaceae		
<i>Commelina coelestis</i> Willd.	HP	1505
<i>Commelina dianthifolia</i> Delile	HP	911, 1034, 1139, 1271, 1290
* <i>Commelina scabra</i> Benth.	HP	1096, 1204, 1347
<i>Commelina tuberosa</i> L.	HP	1303, 1324
* <i>Gibasis linearis</i> (Benth.) Rohweder	HP	1526
* <i>Gibasis venustula</i> (Kunth) D.R.Hunt	HP	882, 1199, 1307, 1358, 1361, 1614, 1629
<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schltdl.	HA	1182, 1403
<i>Tradescantia crassifolia</i> Cav.	HP	879, 8881, 1067, 1247, 1623, 1633, 1655
Cyperaceae		
<i>Cyperus andinus</i> Palla ex Kük.	HP	901, 1071, 1255
<i>Cyperus spectabilis</i> Link	HP	896, 1074, 1329, 1478
<i>Cyperus sphaerolepis</i> Boeckeler	HP	906, 1294
<i>Eleocharis bonariensis</i> Nees	HP	933
Hypoxidaceae		
<i>Hypoxis mexicana</i> Schult. & Schult.f.	HP	1612, 1625, 1658
Iridaceae		
<i>Nemastylis tenuis</i> (Herb.) S.Watson	HP	903, 1078
Liliaceae		
* <i>Calochortus barbatus</i> (Kunth) J.H.Painter	HP	1132, 1194, 1316
Orchidaceae		
<i>Malaxis ehrenbergii</i> (Rchb.f.) Kuntze	HP	1372
<i>Stenorrhynchos aurantiacum</i> (La Llave & Lex.) Lindl.	HP	1456
Poaceae		
<i>Agropyron repens</i> (L.) P.Beauv.	HA	1332
<i>Aristida adscensionis</i> L.	HA	19768
* <i>Aristida appressa</i> Vasey	HP	918

Apéndice 1. Continuación.

Taxón	Forma de crecimiento	Número de recolecta
<i>Aristida divaricata</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	HP	1036, 1249
<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	HP	1508
<i>Bouteloua chondrosioides</i> (Kunth) Benth. ex S.Watson	HP	1086
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	HP	1098, 1163, 1333, 1531
<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag.	HP	1084, 1135, 1370, 1535
* <i>Bouteloua scorpioides</i> Lag.	HP	1203, 1242, 1259, 1369, 1509, 1549
<i>Bouteloua simplex</i> Lag.	HA	1226, 1233
<i>Bromus anomalus</i> Rupr. ex E. Fourn.	HP	1168
<i>Bromus catharticus</i> Vahl	HP	1362, 1471, 1554
<i>Bromus exaltatus</i> Bernh.	HP	1117, 1228, 1400, 1426
<i>Chondrosum gracile</i> Kunth	HP	913, 1094, 1134, 1260
<i>Elionurus barbiculmis</i> Hack. ex Scribn.	HP	1162
<i>Eragrostis intermedia</i> Hitchc.	HP	907, 1070
<i>Festuca myuros</i> L.	HA	1285, 1360
<i>Leptochloa dubia</i> (Kunth) Nees	HP	1063
<i>Microchloa indica</i> (L. f.) P. Beauv.	HA	1097
<i>Muhlenbergia cenchroides</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) P.M. Peterson	HA	1159, 1364, 1399, 1427, 1566
<i>Muhlenbergia lehmanniana</i> Henrard	HP	1068b, 1378
<i>Muhlenbergia phalaroides</i> (Kunth) P.M. Peterson	HP	1031, 1129, 1202, 1248, 1480, 1510, 1550
* <i>Muhlenbergia pubescens</i> (Kunth) Hitchc.	HP	1068, 1161, 1461, 1511
<i>Muhlenbergia quadridentata</i> (Kunth) Trin.	HP	1161b, 1229, 1380, 1507
<i>Muhlenbergia rigida</i> (Kunth) Kunth	HP	1069, 1095, 1143, 1155, 1256, 1365, 1452, 1485, 1512, 1533, 1555
* <i>Muhlenbergia virletii</i> (E.Fourn.) Soderstr.	HP	1575
<i>Nassella mucronata</i> (Kunth) R.W.Pohl	HP	932, 1079, 1268, 1534
<i>Panicum bulbosum</i> Kunth	HP	1187, 1578a
<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (Kunth) Hitchc.	HP	898, 1123, 1156, 1243, 1314, 1366, 1401, 1479, 1501, 1547
<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E.Hubb.	HP	909, 1040
<i>Schizachyrium cirratum</i> (Hack.) Wooton & Standl.	HP	1073, 1162, 1186, 1483, 1525
<i>Setaria grisebachii</i> E.Fourn.	HA	914, 1059, 1060, 1062, 1530
* <i>Sporobolus atrovirens</i> (Kunth) Kunth	HP	1080, 1215
<i>Trisetum deyeuxioides</i> (Kunth) Kunth	HP	1337
* <i>Urochloa meziana</i> (Hitchc.) Morrone & Zuloaga	HP	897, 1102