

ANÁLISIS DE LA COBERTURA VEGETAL EN EL GRADIENTE TOPOGRÁFICO DEL CRÁTER LA JOYA HONDA SAN LUIS POTOSÍ

ANALYSIS OF THE VEGETATION COVER IN THE TOPOGRAPHIC GRADIENT OF THE CRATER LA JOYA HONDA, SAN LUIS POTOSÍ

López-Palacios, L.M.; J. Fortanelli Martínez, J.L. Flores-Flores, y J. García-Pérez.

ANÁLISIS DE LA COBERTURA VEGETAL EN EL GRADIENTE TOPOGRÁFICO DEL
CRÁTER LA JOYA HONDA SAN LUIS POTOSÍ.

ANALYSIS OF THE VEGETATION COVER IN THE TOPOGRAPHIC GRADIENT OF THE
CRATER LA JOYA HONDA SAN LUIS POTOSÍ.

ANÁLISIS DE LA COBERTURA VEGETAL EN EL GRADIENTE TOPOGRÁFICO DEL CRÁTER LA JOYA HONDA SAN LUIS POTOSÍ.

ANALYSIS OF THE VEGETATION COVER IN THE TOPOGRAPHIC GRADIENT OF THE CRATER LA JOYA HONDA SAN LUIS POTOSÍ.

López-Palacios, L.M.;
J. Fortanelli Martínez,
J.L. Flores-Flores,
y J. García-Pérez

ANÁLISIS DE LA
COBERTURA VEGETAL EN
EL GRADIENTE
TOPOGRÁFICO DEL
CRÁTER LA JOYA HONDA
SAN LUIS POTOSÍ.

ANALYSIS OF THE
VEGETATION COVER IN
THE TOPOGRAPHIC
GRADIENT OF THE
CRATER LA JOYA HONDA
SAN LUIS POTOSÍ.

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 46: 119-137. Julio 2018

DOI:

10.18387/polibotanica.46.6

L.M. López-Palacios

*Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
San Luis Potosí, México*

J. Fortanelli-Martínez/ fortanel@uaslp.mx

J.L. Flores-Flores

J. García-Pérez

*Instituto de Investigación de Zonas Desérticas
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
San Luis Potosí, México*

RESUMEN: Se analiza la distribución de la cobertura vegetal en el gradiente topográfico del cráter Joya Honda, en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México. Esta estructura volcánica es de tipo maar, de circunferencia elíptica con un área de solana y una de umbría. Se realizaron recolectas botánicas, se establecieron 33 parcelas a lo largo del gradiente topográfico del interior del cráter. Se registró la cobertura de las especies arbóreas y arbustivas y se analizaron los datos con métodos multivariantes de ordenación (programa DECORANA) y clasificación (programa TWINSpan). Se registraron 87 especies, 67 géneros y 30 familias. El análisis de ordenación muestra un patrón de distribución de las especies vegetales asociado en primer lugar con su posición topográfica, y en segundo lugar con el efecto de exposición. El análisis de clasificación confirma lo anterior. Los patrones observados muestran la importancia, en el sector con pendientes fuertes, de *Gochnatia hypoleuca* y *Helietta parvifolia*. En el pie de monte destacan *Opuntia leucotricha*, *Opuntia streptacantha*, *Celtis pallida* y *Prosopis laevigata*. En la parte plana del centro de la geoforma se presenta un matorral abierto de *P. laevigata* y de *Maytenus phyllanthoides* con *Atriplex canescens*, *Koeberlinia spinosa* y *Cylindropuntia imbricata*.

Palabras clave: maar, zonación, comunidades vegetales.

ABSTRACT: The distribution of the vegetation cover in the topographical gradient of the crater Joya Honda was analyzed; this site is located at the municipality of Soledad of Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México. It is a volcanic structure of type maar, with an elliptical circumference and two contrasting areas: a suntrap zone located at North part and a shaded zone placed at south sector. During the field work botanical specimens were collected. Along three belts of the topographic gradient of the crater 33 plots were established. In each one, the cover of trees and shrubs was registered; the data were analyzed with multivariable ordination methods (DECORANA program) and classification (TWINSpan program). A total of 87 species, corresponding to 67 genera and 30 botanical families were recorded. The ordination analysis shows a distribution pattern of plant species mainly associated with their topographic location, and secondly with the slope orientation. The classification analysis confirms the last statement. The observed patterns show the importance, in the section with steep slopes of *Gochnatia hypoleuca* and *Helietta parvifolia*. At the piedmont, *Opuntia leucotricha*, *Opuntia streptacantha*, *Celtis pallida* and *Prosopis laevigata* are predominant. The flat part of the center of the landform presents one

open scrubland of *P. laevigata* and *Maytenus phyllanthoides* with *Atriplex canescens*, *Koeberlinia spinosa* y *Cylindropuntia imbricata*.

Key words: maar, zonation, plant communities.

INTRODUCCIÓN

Existen interrelaciones de las especies bióticas entre sí y con su ambiente circundante. Las plantas y animales tienen una distribución geográfica y se reconocen patrones de asociación espacial llamadas comunidades (Nicolson, 2013; Alcaraz, 2013). Para que ocurra este proceso de ensambladura de las especies hay primero un proceso de dispersión desde la reserva local de especies, acoplado con su tolerancia a los factores abióticos y a las interacciones bióticas después del establecimiento (Kraft y Ackerly, 2014). Se reconoce también que las especies vegetales siguen una distribución espacial que corresponde con las diversas condiciones bióticas y abióticas, lo que les permite desarrollarse y reproducirse, ya que usan de manera óptima los recursos disponibles (luz, agua, nutrientes etc.) (Díaz et al., 2012). Esto permite que estas unidades naturales de plantas puedan ser objetos de estudio de la geografía, ya que son entidades espaciales discretas con linderos discernibles (Nicolson, 2013).

Varios estudios han abordado el efecto que tiene el gradiente topográfico en la distribución de la vegetación (Sternberg, y Shoshany, 2001; Gong et al, 2008; Salehi, Esfandiarpour, y Sarshogh, 2011; Måren et al., 2015). En la sierra Lihue Calel de La Pampa, Argentina, la variabilidad ambiental inducida por los cambios topográficos se consideró importante en la distribución de la vegetación, no obstante, la escasa magnitud de la elevación de esa sierra (Mazzola *et al.*, 2008). También la distribución y degradación de la vegetación está vinculada con la topografía del terreno y puede usarse para diseñar estrategias de conservación y rehabilitación de áreas naturales dañadas; por ejemplo, López *et al.* (2003) describieron 13 unidades ambientales y 10 tipos de comunidades vegetales en la Subcuenca de Zapotitlán Salinas, Puebla; estas unidades fueron explicadas por la diversidad de geoformas, litología y suelos, vinculadas a su vez con procesos geológicos como plegamientos y tectonismo regional.

La Joya Honda, uno de los siete maares que se encuentran en el estado de San Luis Potosí, es una estructura volcánica de circunferencia elíptica constituida principalmente de rocas calizas. Esta estructura se ha estudiado por sus singulares procesos geológicos; sin embargo, no se han realizado estudios relacionados con la descripción y cartografía de las comunidades vegetales con base en su gradiente topográfico. Al respecto, solo existe un estudio florístico realizado por Calderón de R. (1957), quien en su tesis "Vegetación del Valle de San Luis" incluyó una descripción florística de este lugar. Aunque la zona carece del estatus de área natural protegida (ANP), actualmente las autoridades municipales están considerando la posibilidad de incluirla en la lista de las ANP estatales (Instituto de Geología UASLP, 2011); sin embargo, también está en marcha un proyecto para utilizarla como zona ecoturística. Lo anterior justifica la realización de trabajos de este tipo dado el riesgo de deterioro que esto implicaría.

A la fecha se carece de estudios detallados sobre la ecología de las comunidades vegetales de esta estructura volcánica. Por ello, se considera que este estudio es una primera contribución en este tema. El objetivo es analizar los patrones de distribución de las comunidades vegetales del maar de la Joya Honda vinculados con los gradientes topográficos de pendiente y exposición.

ÁREA DE ESTUDIO

La Joya Honda se localiza 35 km al NE de la ciudad de San Luis Potosí, entre los paralelos 22° 15' y 22° 35' de latitud N y los meridianos 100° 30' y 100° 45' (fig. 1), en las inmediaciones del poblado Estación Ventura, perteneciente al municipio de Soledad de Graciano Sánchez.

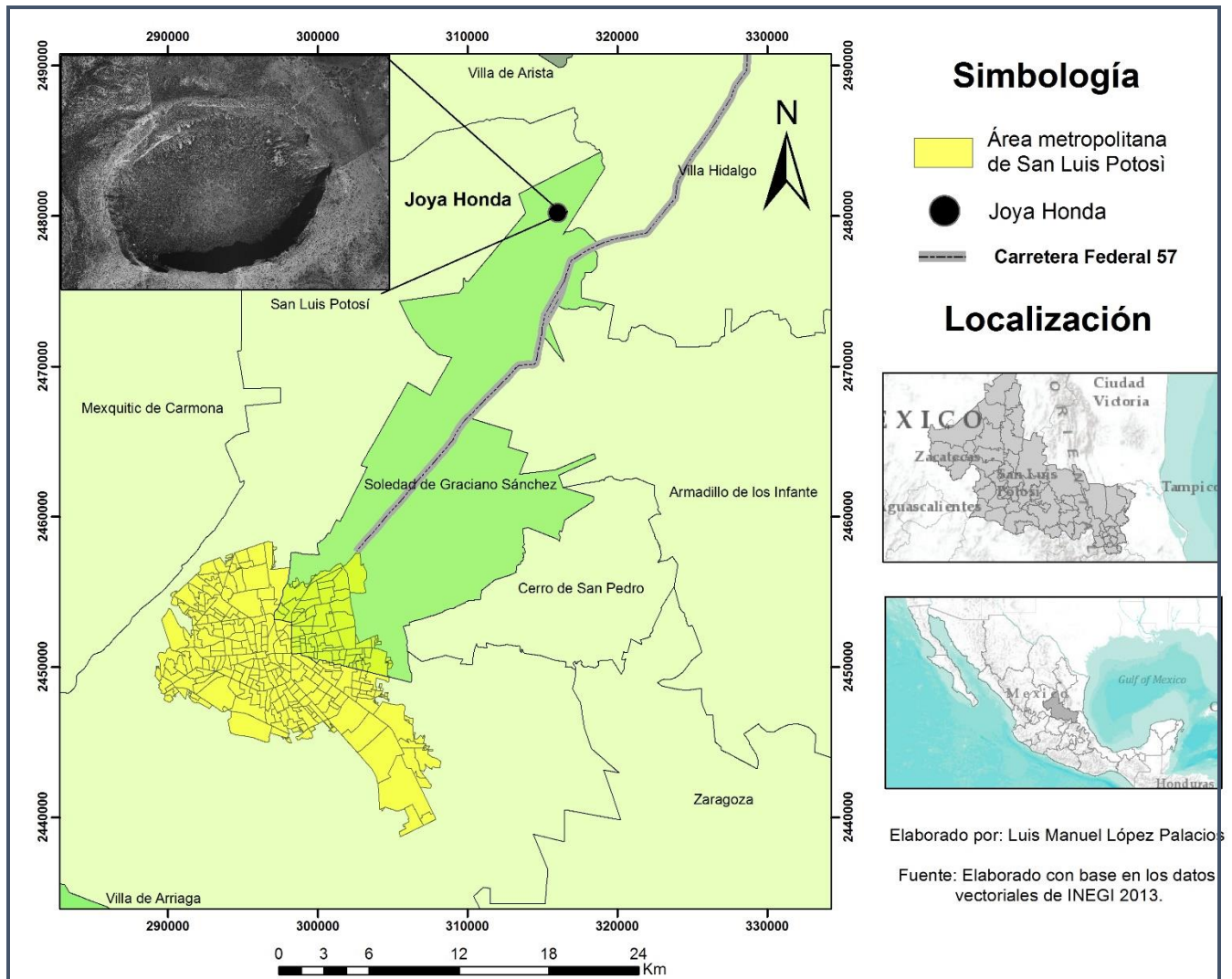


Fig. 1. Localización de la Joya Honda, San Luis Potosí.

El clima del área de estudio es seco templado con lluvias en verano (BSokw). La temperatura media anual va de 12 a 18°C. La temperatura media en el mes más frío es de 3°C, mientras que la temperatura media del mes más caliente es de 18°C. La amplitud de precipitación total anual es de 300 a 400 mm (INEGI, 2002).

El cráter tiene un eje menor de 900 m y un eje mayor de 1300 m. Su altitud varía entre 2 020 m y 1 720 m. Este volcán estalló hace 1.1 millones de años sobre calizas del Cretácico altamente plegadas y defectuosas, en una serie de erupciones magmáticas y freatomagmáticas que produjeron una compleja secuencia de depósitos piroclásticos de tobas volcánicas y brechas (Labarthe, 1978; Saucedo et al., 2017). Dentro del cráter afloran las formaciones sedimentarias Cuesta del Cura y La Peña. La primera presenta rocas calizas color gris oscuro en estratos delgados a medianos, microcristalinas, interestratificadas con bandas y lentes de pedernal negro con estratificación ondulante. La segunda consiste de rocas calizas color gris oscuro a claro en estratos de medianos a gruesos, y contiene zonas de rocas calizas finamente estratificadas y cantidades variables de lutitas (Labarthe et al., 1982).

Es interesante destacar que el eje mayor de la elipse que forma el cráter tiene una dirección ENE-OSO, lo que produce dos amplias zonas de ladera: una orientada principalmente hacia el norte, noroeste y noreste, con frecuente umbría y mayor humedad, y la otra hacia el sur, suroeste y

sureste, con intensa radiación solar y menor humedad. La inclinación de la pendiente es muy abrupta desde el inicio del descenso hasta la base detrítica del piedemonte donde se produce una disminución gradual de la inclinación la cual concluye en una zona de acumulación aluvial en el centro del cráter. Este gradiente se relaciona con la profundidad del suelo, el cual parte desde suelos con un horizonte A de poco espesor y frecuentes afloramientos calizos (leptosol lítico, de acuerdo con FAO, 2006), hasta suelos profundos y sin afloramientos en el centro de la estructura volcánica. A falta de un estudio detallado de la variación de la temperatura y humedad en la superficie del terreno, se puede hipotetizar que el centro del cráter funciona como un receptor, tanto de escorrentías en el verano, como de aire frío en el invierno; ambos hechos, consecuencia del drenaje natural de estos fluidos desde las laderas circundantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo la búsqueda y análisis de la información acerca del área de estudio, en tesis, trabajos, anuarios estadísticos, revistas y periódicos; además se revisó información cartográfica analógica y digital como fotografías aéreas, ortofotos y mapas temáticos; con base en ello se identificaron preliminarmente, de acuerdo con INEGI (2015), las comunidades vegetales que circundan las laderas del cráter (fig. 2) y se definieron las zonas de muestreo (fig. 3). Esta información se plasmó en un mapa de unidades de vegetación y paisaje basado en indicadores como cobertura y uso, relieve y drenaje (fig. 2). En el sentido del descenso al cráter, el primer tipo preliminarmente identificado fue el matorral desértico rosetófilo; el segundo fue el matorral submontano con *Gochnatia hypoleuca* y *Helietta parvifolia*; el tercero fue el mezquital, con *Prosopis laevigata*, *Yucca filifera*, *Opuntia streptacantha* y *O. leucotricha* y el cuarto fue un matorral de características halófilas con *Maytenus phyllanthoides*, *Amaranthus hybridus* y *Atriplex canescens*. Con excepción de la zona de matorral desértico rosetófilo, cuyas condiciones escarpadas lo impidieron, en cada uno de los tipos de vegetación preliminarmente identificados se realizó un muestreo sistemático; a partir de un primer punto inicial, definido aleatoriamente, se establecieron sitios de muestreo cada 60 m en el matorral de *Maytenus*, cada 90 m en el área de mezquital, y cada 120 m en el matorral submontano. Las diferentes distancias se fijaron en función de la longitud del área muestreada, y de las dificultades de acceso. Así, se definieron 33 sitios de muestreo distribuidos a lo largo de los tres tipos de vegetación preliminarmente definidos (fig. 3). En cada uno de ellos se establecieron transectos en banda (Ramírez, 2006), de 30 m por 4 m, alineados por su segmento largo de forma perpendicular a la pendiente; cada transecto se dividió en seis parcelas de 20 m². En cada parcela se midió la cobertura de cada individuo arbustivo registrado; los estratos herbáceos y rasantes no se registraron dado que fueron poco conspicuos en las laderas durante la época de muestreo.

Para identificar con precisión a las especies presentes en las parcelas se efectuaron recolectas de especímenes botánicos; esta recolecta se amplió en la medida de lo posible hacia las rutas de acceso a los sitios de muestreo con el fin de identificar algunas especies presentes pero que no aparecieron en las unidades de muestreo. Para la recolecta botánica se siguió la metodología de Lot y Chiang (1986). Los especímenes fueron identificados en el herbario Isidro Palacios (SLPM) del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la UASLP. La información obtenida se analizó y con base en ella, se rectificaron los datos de campo y la cartografía preliminar realizada durante el reconocimiento inicial.

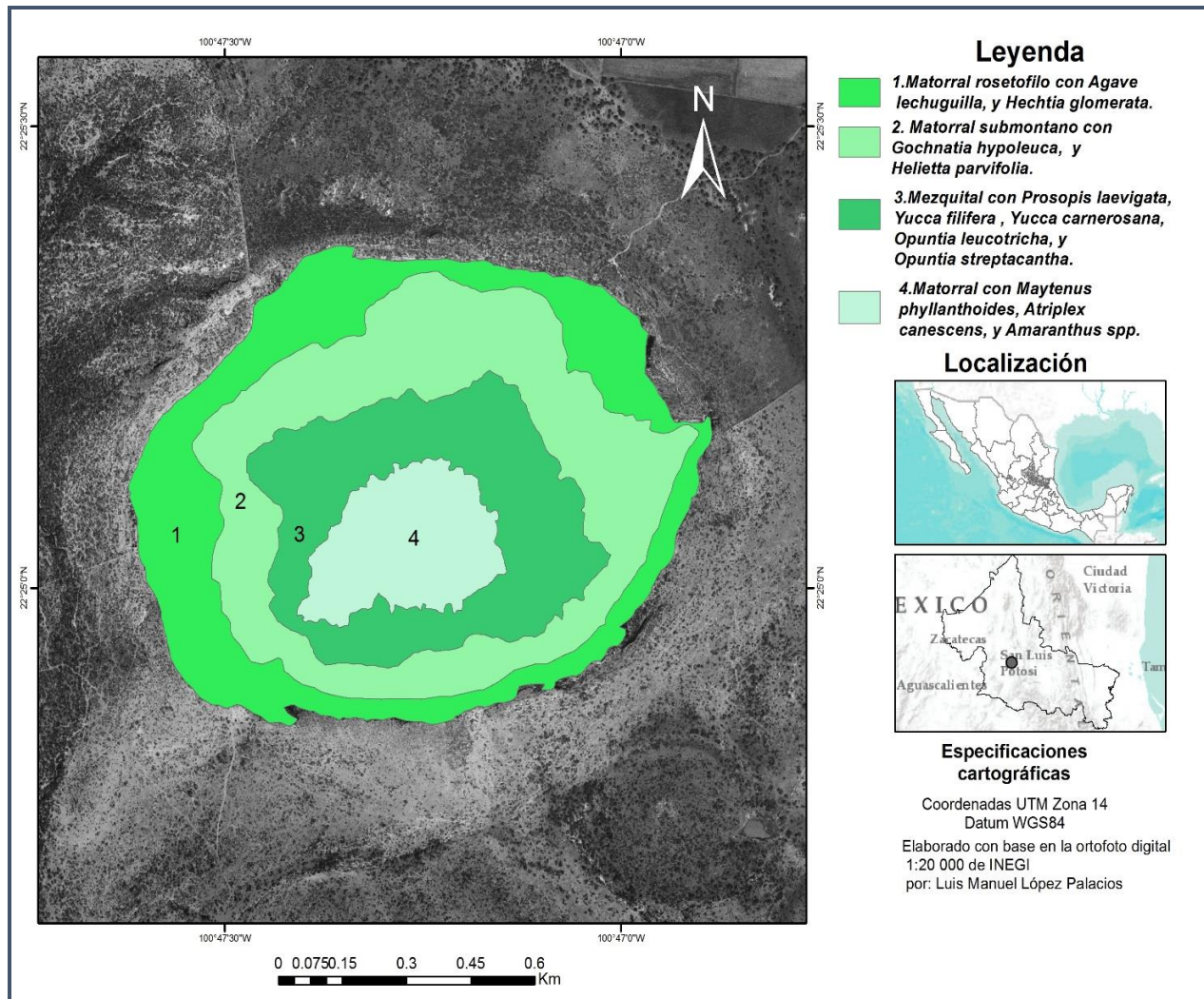


Fig. 2. Delimitación preliminar de las comunidades vegetales de la Joya Honda, S.L.P.

Para analizar los atributos estructurales de la vegetación se realizó un análisis multivariable (Vega, 2011), para ordenar y clasificar las especies y parcelas muestreadas; para ello, se generaron dos matrices (una para datos de frecuencia y otra para cobertura, respectivamente), con 33 sitios de muestreo y 41 especies registradas en los rectángulos. Estas se procesaron mediante el software PC ORD versión 4.20 (Medrano, 2010), y sus programas DECORANA (el cual desarrolla el método de Análisis Factorial de Correspondencia Desprovisto de Tendencia) y TWINSpan (Método de Análisis de Clasificación Bidireccional o de Doble Vía Basado en Especies Indicadoras). Ambos métodos son complementarios, ya que DECORANA realiza una ordenación indirecta de las especies y los sitios de muestreo, de manera que busca inferir sobre la relación existente entre ambos en el área geográfica estudiada (Medrano, 2010). La información multidimensional se presenta de manera simplificada en dos o tres ejes, y el número de ejes a analizar se determina con el valor de R^2 obtenido con base en la Distancia Relativa Euclideana. TWINSpan clasifica tanto las especies como los sitios de muestreo en grupos mediante subdivisiones dicotómicas sucesivas (Hill, 1979; Mateucci y Colma, 1982 citado por Lozada et al., 2006).

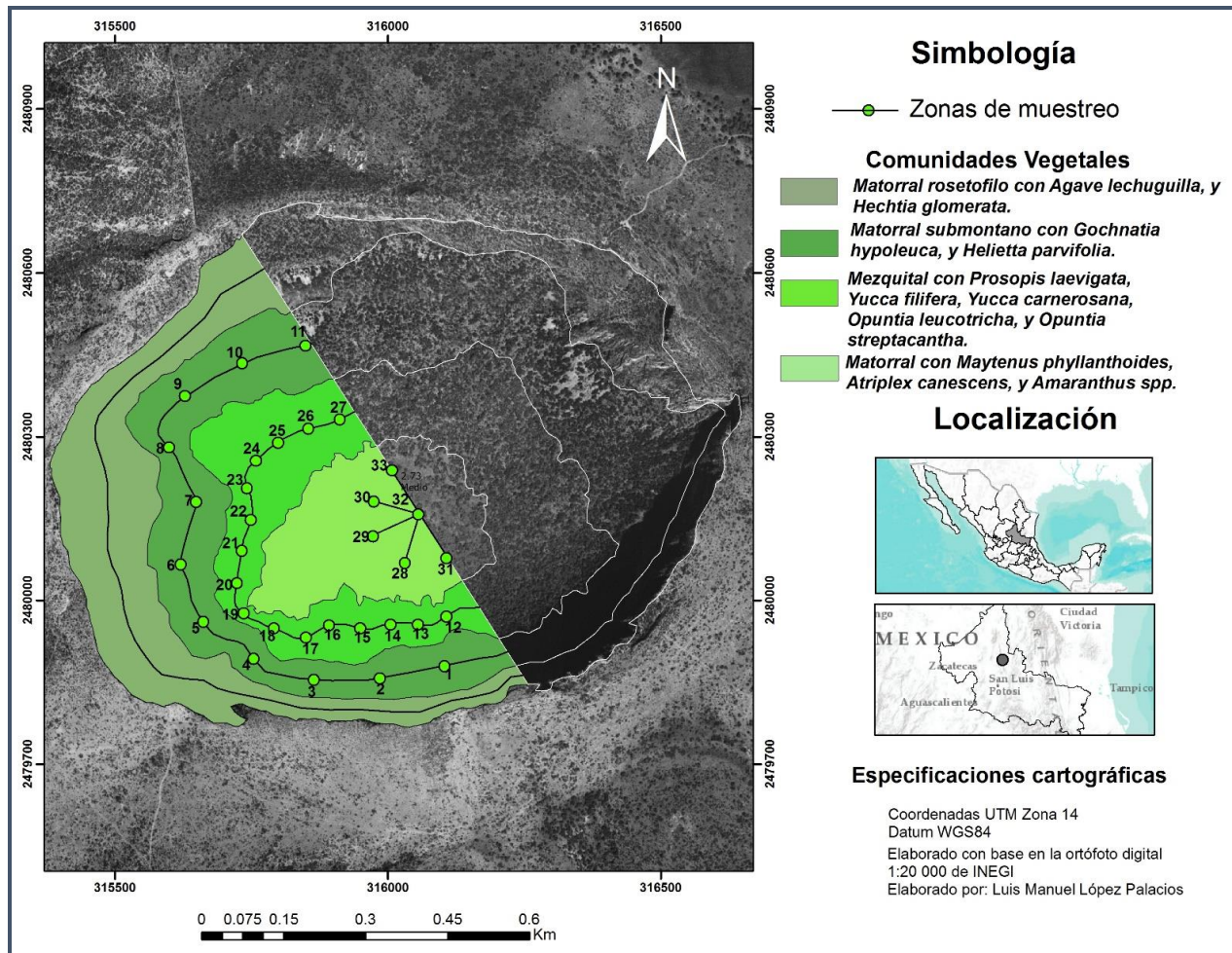


Fig. 3. Ubicación de puntos de muestreo de vegetación en la Joya Honda, S.L.P.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en las recolectas y observaciones botánicas efectuadas tanto en las parcelas de muestreo como en los senderos de acceso al sitio, se registraron 87 especies, pertenecientes a 67 géneros y 30 familias (Anexo 1). En un trabajo previo en la zona (anexo 2), la Maestra Graciela Calderón de Rzedowski había recolectado 48 especies pertenecientes a 45 géneros y 19 familias (Calderón de R., 1957). Así entonces, al integrar ambas listas, corregir sinonimias y eliminar duplicados, la lista estimada asciende a 106 especies, 71 géneros y 41 familias. Las familias mejor representadas son Compositae, Cactaceae, Leguminosae, Amaranthaceae, Asparagaceae, Poaceae, Bromeliaceae, Euphorbiaceae, Rosaceae, Rutaceae y Solanaceae.

Los resultados del análisis multivariable se presentan a continuación.

Ordenación. Las gráficas de ordenación, por especies y por sitios, se muestran en las figuras 4, y 5. Con base en la determinación de R^2 obtenida con la Distancia Relativa Euclídeana, se determinó analizar los ejes 1 y 2 porque son los que explican en mayor medida la variación de los datos de ordenación de las parcelas y las especies.

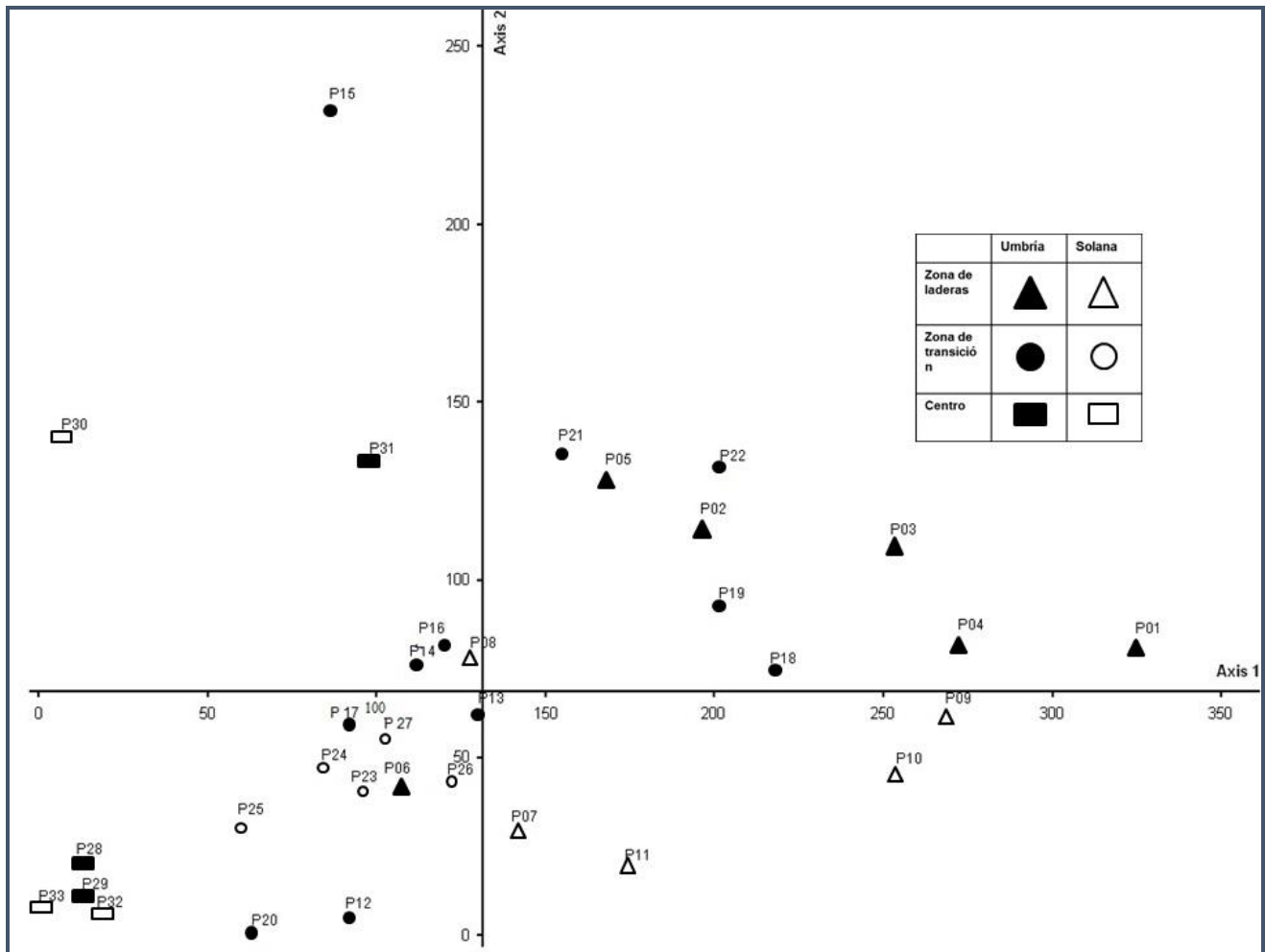


Fig. 4. Ordenación DECORANA de los sitios de muestreo de vegetación de la Joya Honda con base en la matriz de cobertura.

Del análisis de las dos matrices de cobertura (sitios y especies) se puede inferir un ordenamiento asociado en primer lugar con el gradiente topográfico (Eje 1) (fig. 4), y en segundo con el efecto de exposición (Eje 2) (fig. 4). Así, en el primer eje se puede apreciar una ordenación que parte de las parcelas (señaladas con triángulos) ubicadas en las laderas escarpadas; en el centro de ese eje, se presentan las parcelas situadas en pendientes moderadas (círculos), y finalmente en el extremo izquierdo aparecen las parcelas localizadas en el centro del cráter (rectángulos). En el Eje 2 la parte superior es dominada por parcelas propias de la zona de umbría, situada al sur del cráter (marcadas con color negro), en tanto que en la parte inferior predominan las parcelas localizadas en la zona de solana, ubicadas en la parte norte del cráter (caracteres sin relleno). Es interesante observar que el efecto de exposición es más marcado en las parcelas de laderas escarpadas, pero que presenta inconsistencias en las parcelas ubicadas en laderas intermedias o en el centro del cráter (12, 20, 28, 29 y 30); estas inconsistencias podrían estar relacionadas con variaciones en la pendiente o con un menor efecto en relación con la distancia a las paredes verticales.

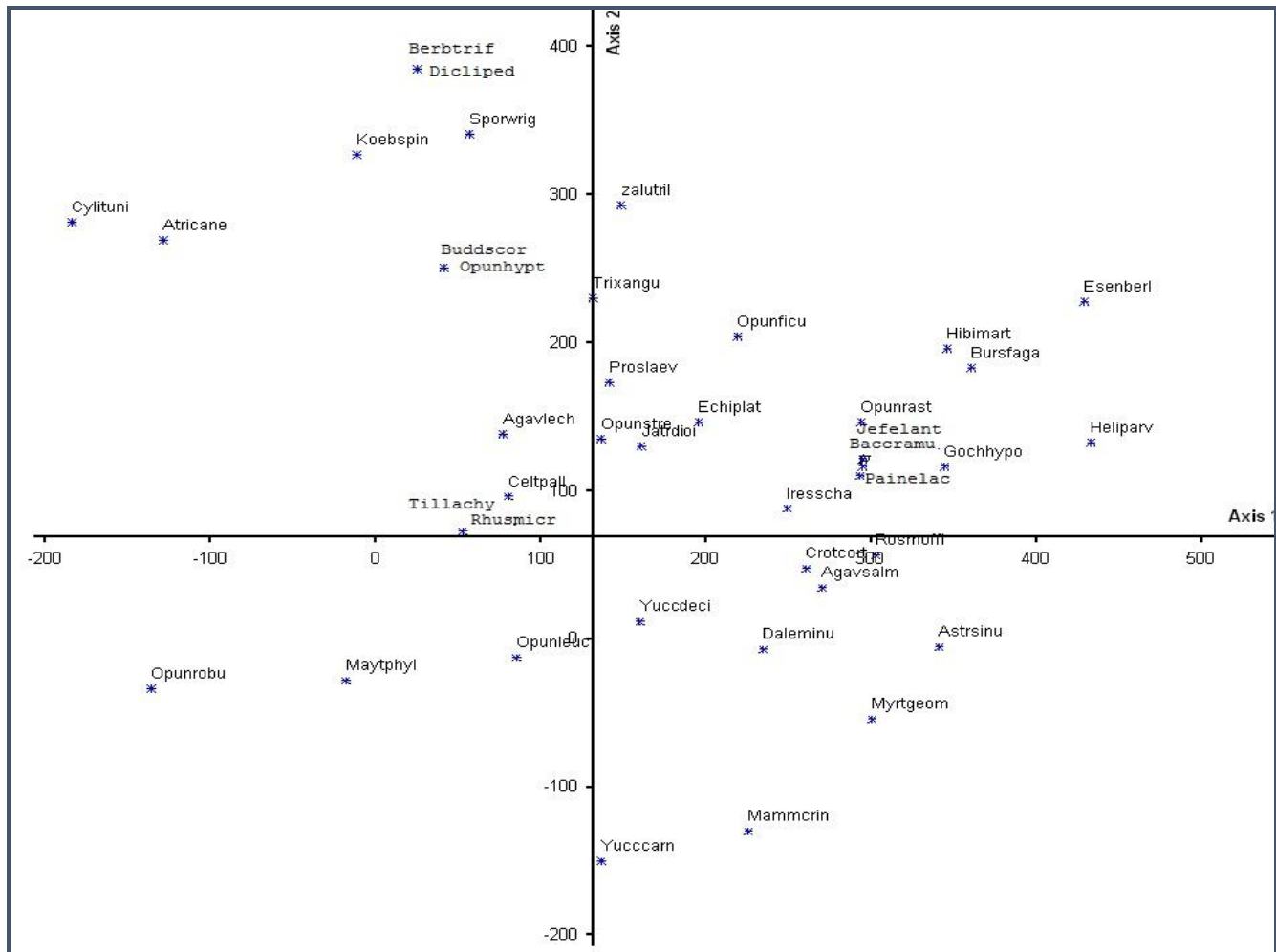


Fig. 5. Ordenación DECORANA de las especies obtenidas en los sitios de muestreo de la matriz de cobertura.

En la parte de la derecha del gráfico (fig. 5) están ordenadas, en el extremo, *Esenbeckia berlandieri* y *Helietta parvifolia*, las cuales representan a dos de las especies destacadas del matorral submontano; en especial *E. berlandieri* se ubica en las laderas más umbrías. *Helietta parvifolia*, es una de las especies leñosas que predominan en suelos rocosos profundos con una inclinación de 10-30°, relativamente ricos en nutrientes con un régimen de agua favorable, y un rápido ritmo de crecimiento que la puede llegar a hacer dominante dentro de las comunidades vegetales del matorral submontano (Foroughbakhch, 2003). Otras especies ubicadas por el programa de ordenación en ese extremo son *Bursera fagaroides* y *Gochnatia hypoleuca*; esta última suele presentarse de forma conspicua en laderas calizas (González, 2012), en ecotonos con matorral desértico rosetófilo y en áreas aledañas al matorral desértico micrófilo. También aquí se ubican *Astrolepis sinuata*, helecho frecuente en laderas calizas y pedregosas (Velázquez M., 2010), e *Hibiscus martianus* una malvaceae frecuente en matorrales xerófilos (Fryxell, 1993); en conjunto, estas especies se distribuyen en las laderas calizas pedregosas y con buen drenaje del cráter de la Joya Honda, donde se establece el matorral submontano. El programa de ordenación muestra enseguida a varias especies, dentro de las cuales se puede señalar a *Opuntia rastrera*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Agave salmiana*, *Croton cortesianus* e *Iresine schaffneri*, todas ellas propias de un ambiente ecotonal entre laderas escarpadas y pie de monte; en este caso, entre matorral submontano y mezquital. Es posible que *M. geometrizans*, especie sensible a las heladas, encuentre en las laderas un ambiente que le permita eludir los embolsamientos de aire congelante que se presentan en el fondo del cráter durante el invierno; en este sentido, Meagher (2007) reporta para San Miguel de Allende, el efecto perjudicial que causó la fuerte helada sobre *M.*

*geometrizar*s, así como el estado más saludable de las poblaciones de ladera en comparación con aquellas situadas en geoformas planas. En el caso de *O. rastrera*, la disposición horizontal de sus cladodios le permite obtener agua y nutrientes de las escorrentías que fluyen ladera abajo.

Las especies *Celtis pallida*, *Yucca decipiens*, *Yucca carnerosana*, *Opuntia streptacantha*, *Prosopis laevigata* y *Opuntia leucotricha*, están ordenadas en el centro del gráfico (fig. 5); estas corresponden a una comunidad de mezquital, situada en una zona de pendiente ligeramente inclinada sobre el piedemonte del cráter, expuesta al sol durante la mayor parte del día, excepto en los sitios ubicados en la parte sur que son más umbríos. La distribución de dichas especies suele coincidir con suelos profundos de origen aluvial que se encuentran en las partes bajas de cerros calizos (Calderón de R., 1957). *Prosopis laevigata* tiene una alta capacidad de propagación vegetativa, lo que le permite una rápida captura de recursos; asimismo es capaz de propagarse después de un disturbio y colonizar suelos muy erosionados (García et al., 2012). *Y. carnerosana* es una especie propia de laderas suaves o fuertes con suelos pedregosos calizos, en tanto que *Y. decipiens* prospera sobre suelos profundos y bien drenados (Granados y López, 1998). La distribución de las poblaciones de *Yucca* spp., dentro del cráter muestra una marcada afinidad por la zona de solana; esto explica su ubicación en la parte inferior del gráfico de ordenación de especies (fig. 5), coincidente con la zona de solana del gráfico de ordenación de sitios (fig. 4). Dentro del mezquital es frecuente observar a los individuos arbóreos de *P. laevigata*, casi siempre de baja altura, alternando con individuos de *Opuntia streptacantha* y *O. leucotricha*; estas especies son las más importantes en el matorral de *Opuntia* conocido como “nopalera” el cual se asocia con suelos derivados de rocas volcánicas y se distribuye en la parte central de Zacatecas y zonas adyacentes de San Luis Potosí (Rzedowski, 1978).

En el extremo izquierdo del gráfico se aprecian *Opuntia robusta*, *Cylindropuntia tunicata*, *Atriplex canescens*, *Koeberlinia spinosa*, *Maytenus phyllanthoides*, *Dicliptera peduncularis*, *Berberis trifoliolata* y *Sporobolus wrightii*, especies correspondientes a un matorral abierto, con predominio de herbáceas anuales (principalmente de la familia Amaranthaceae), situado en el centro del cráter, en terreno plano con suelos aluviales profundos bien desarrollados. Es interesante destacar que la presencia de *Prosopis laevigata* se reduce abruptamente y que *M. phyllanthoides* se convierte en el arbusto predominante; este arbusto de hojas perennes, ocasionalmente un árbol pequeño, se distribuye en áreas costeras del Océano Pacífico y del Golfo de México y crece en las dunas o pantanos y en las márgenes de las áreas de manglar (Moo et al., 2014). Algunas poblaciones observadas de esta especie se ubican en la llanura de Rioverde y en las estribaciones de la sierra de Catorce, pero a la fecha se carece de registros en el entorno cercano al maar de la Joya Honda. Es posible que su presencia en este sector del cráter esté asociada con especies propias de ambientes salinos como *A. canescens* y *S. wrightii*, lo cual puede indicar cierta adaptación a condiciones salinas estacionales o a embolsamientos de aire congelante en la parte más baja de esta geoforma. *Opuntia robusta* es una cactácea arbustiva perenne de 0.5-1.0 m de altura, que crece aislada o en asociación con otras especies (Pimienta et al., 2003); por ejemplo, en comunidades vecinas suele asociarse con *Prosopis laevigata*, *Berberis trifoliolata* y *Koeberlinia spinosa*. Además, es una especie eficiente en la retención de agua en sus cladodios durante los períodos de estrés hídrico (Snyman, 2004). Se ha observado ocupando los claros que, de manera natural o por disturbio, se abren en los mezquiales del exterior del cráter. Otras especies propias de ambientes perturbados son *Dicliptera peduncularis* y *Cylindropuntia imbricata*.

Clasificación. La matriz arreglada para cobertura obtenida del programa TWINSpan se presenta en la figura 6.

	1	1122	1112	122222111232333	
	190342589217341068234567657819230				
21	Sporwrig	-----11-----	-----21-----	00000	
22	Rhusmicr	-----	-----2-----	00001	
23	Tillachy	-----	-----2-----	00001	
27	Berbrif	-----	-----1-----	00001	
28	Dicliped	-----	-----1-----	00001	
26	Agavlech	-----	-----1-----2-----	00010	
29	Trixangu	-----	-----1-----	00010	
37	Mammcrin	-----	-----1-----	00010	
6	Yucccarn	2-----	-----33--3-2-2-----	00011	
31	Myrtgeom	1-----	-----2---1-----	00011	
34	Bursfaga	1--2-----	-----1-----	001000	
36	Astrsinu	111-----	-----1-----	001000	
8	Gochhypo	333232321322-----	-----1-----2-----	001001	
9	Esenberl	2--1-1111-----	-----11-----	001001	
32	Heliparv	3--11-----	-----2-----	001001	
33	Hibimart	---1---1-----	-----	001001	
2	Baccramu	-----	-----2-----	001010	
12	Echiplat	-----	-----11-1---1-----	001010	
13	Rosmoffi	-----	-----21-----	001010	
16	Painelac	-----	-----222---1-----	001010	
35	Opunrast	-----	-----1-----	001010	
14	zalutril	-----	-----11122-1-11-----	001011	
30	Opunficu	-----	-----2-----	001100	
3	Agavsalm	33322213333332123333-132--2-----	-----	001101	
7	Daleminu	-33111-22-1-222212211-32-11-----	-----	001101	
18	Iresscha	111-11-1-2121-2-12--1-11-11-----	-----	001101	
10	Jefelant	---1---1---1-----	-----1-----	00111	
19	Crotcort	-2212122-----	-----2131---1---3-2-----	00111	
1	Jatrdioi	2-122311111313223333223232211----	-----	010	
17	Opunstre	-21--2-2-33----	-----1223233323231-----	010	
4	Opunleuc	-121222221-32-33233333332222-3--	-----	011	
5	Yuccdeci	1----1-2112-1--1--1222-----	-----1-----	011	
11	celtpall	---2--33222332-322--3-22122322-2-	-----	100	
15	Proslaev	-----	-----32333-133-23333-33323-33213	100	
24	Maytphyl	-----	-----2333-333333333-3323333	100	
20	Koebspin	-----	-----1-----1-12-----	3--1-112	101
38	Cylituni	-----	-----1-----	1---2	1100
39	Atricane	-----	-----	11---2	1100
40	Buddscor	-----	-----	1---	1101
41	Opunhypt	-----	-----	1----	1101
25	Opunrobu	-----	-----1-2-----	111	
0000000000000000000000000000111111					
0000000000011111111111111011111					
0000011111100000000000011 00001					
011110111110000011111111 0111					
0011 0000100011000000001					

Fig. 6. Matriz de cobertura de la clasificación TWINSPLAN.

En la parte superior de la matriz se encuentran los sitios de muestreo, a la derecha están las especies registradas y en las partes inferior e izquierda se muestran las clasificaciones dicotómicas de sitios y especies, respectivamente. Con base en los datos de la matriz arreglada y de la hoja de salida de TWINSPLAN se presenta el dendrograma que muestra la clasificación de sitios en función del atributo de cobertura. Los diferentes conjuntos y subconjuntos se generaron en función de la afinidad marcada (especies indicadoras) o moderada (especies preferenciales) por cada sitio, de acuerdo con el atributo considerado.

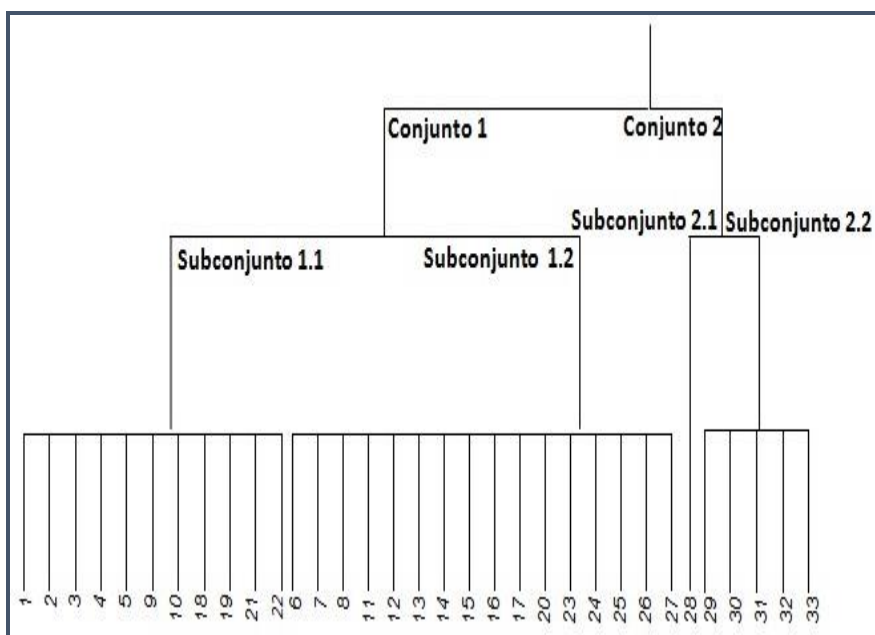


Fig. 7. Dendrograma de la clasificación de sitios de muestreo con base en el atributo de cobertura.

En el dendrograma se muestran los dos primeros niveles de clasificación de los sitios de muestreo en función de sus especies indicadoras¹. Las correspondientes agrupaciones de los sitios de muestreo nuevamente evidencian el gradiente topográfico como el factor que los define. Así entonces, el Conjunto 2 está constituido por los sitios ubicados en la parte plana con suelos profundos del centro del cráter, en tanto que el Conjunto 1 comprende a los sitios ubicados en las laderas. En este conjunto, el programa señala como especies indicadoras del Conjunto 1 a *Agave salmiana*, *Dalea minutifolia* y *Jatropha dioica*, y como especies preferenciales² importantes a *Gochnatia hypoleuca*, *Opuntia streptacantha* y *O. leucotracha*. En el segundo nivel de clasificación, el Conjunto 1 es dividido en dos subconjuntos que reflejan, en lo general, una separación por el grado de inclinación de la pendiente. Así, el Subconjunto 1.1 corresponde a los sitios ubicados en las pendientes más escarpadas muestreadas, y el Subconjunto 1.2 agrupa a los sitios de pendientes más moderadas. En esta división *Gochnatia hypoleuca* se muestra como una especie indicadora del subconjunto 1.1, en tanto que *Maytenus phyllanthoides* lo es para el subconjunto 1.2. En este último subconjunto, también destacan, pero como especies preferenciales, las ya señaladas *O. leucotracha*, y *O. streptacantha*. En el subconjunto 1.1, el programa, fuera de *G. hypoleuca* no alcanza a destacar a otras especies, aunque señala a *Painteria elachistophylla*, *Astrolepis sinuata*, *Helietta parvifolia*, *Echinocactus platyacanthus* y *Esenbeckia berlandieri* con un nivel de importancia menor como especies preferenciales. Lo anterior define con claridad a las especies que caracterizan a las comunidades de la zona de laderas con pendientes fuertes. El programa solo destacó a *Prosopis laevigata* como especie indicadora del subconjunto 2.2, el cual representa a las comunidades ubicadas en la zona centro. Con menor nivel de importancia señala a especies preferenciales como *Opuntia leucotracha*, *Atriplex canescens*, *Koeberlinia spinosa* y *Cylindropuntia imbricata*. El subconjunto 2.1, es constituido por un solo sitio que se destaca por la ausencia de *P. laevigata*. Conviene señalar que, aunque la presencia de *Maytenus phyllanthoides* es destacada en los miembros de este conjunto, el programa la señala como una especie no preferencial, es decir, que no marca tendencia para la subdivisión.

¹ Especie indicadora es aquella que en la matriz arreglada de TWINSpan señala una marcada afinidad por determinado conjunto de sitios de muestreo (Hill, 1979).

² Especie preferencial es aquella que en la matriz arreglada de TWINSpan muestra una mayor proporción de casos dentro de un conjunto de sitios de muestreo en comparación con el conjunto opuesto (Hill, 1979).

Los datos obtenidos, tanto en el análisis de ordenación como de clasificación, confirman la cartografía preliminar y revelan la influencia de la pendiente y exposición, y de sus efectos concomitantes sobre cantidad e intensidad de la radiación solar, y humedad y profundidad del suelo, en la distribución de las comunidades vegetales; los patrones observados muestran la importancia en el sector con pendientes fuertes de *Gochnatia hypoleuca* y *Helietta parvifolia*. En el pie de monte destacan *Opuntia leucotricha*, *Opuntia streptacantha*, *Celtis pallida* y *Prosopis laevigata*. En el centro del cráter se presenta un matorral abierto de *P. laevigata* y de *Maytenus phyllanthoides* el cual fue claramente distinguido por el programa de clasificación desde la primera división. En relación con la exposición, destaca la afinidad de *Yucca carnerosana* y *Y. decipiens* con el área más expuesta a la radiación solar. Se observaron ocho sitios no concordantes con el patrón de pendiente (6, 7, 8, 11, 18, 19, 21 y 22), la mayor parte de los cuales se presentan en la porción centro-occidental del cráter, y probablemente correspondan a comunidades ecotonales semejantes a las ya referidas en el análisis de ordenación.

CONCLUSIONES

Las plantas registradas en La Joya Honda corresponden a 87 especies, 67 géneros y 30 familias. Si a estas se añaden las registradas por Calderón en 1957 la lista estimada ascendería a 106 especies, 71 géneros y 41 familias. Las familias mejor representadas son Compositae, Cactaceae, Leguminosae, Amaranthaceae, Asparagaceae, Poaceae, Bromeliaceae, Euphorbiaceae, Rosaceae, Rutaceae y Solanaceae.

Los análisis de ordenación y de clasificación basados en el atributo cobertura muestran un patrón de distribución de las especies vegetales asociado con su posición topográfica, lo que confirma, aunque no de forma contundente, la cartografía preliminar. La cobertura vegetal de la Joya Honda se distribuye de acuerdo con la variación del perfil topográfico del paisaje, en función de la altitud asociada a las geoseries del relieve local, y a la intensidad y persistencia de la radiación solar (solana y umbría). Esto genera hipótesis a probar en estudios subsecuentes en relación con los efectos del gradiente creciente de profundidad de suelo a lo largo de 300 m de descenso, y del flujo estacional del agua y de corrientes de aire cálido y frío sobre las laderas. Por otra parte, el factor exposición (el cual explica el gradiente expresado en el segundo eje del análisis de ordenación) debe ser sujeto a estudios más precisos que detallen la relación de las comunidades vegetales con la variación en irradiancia entre solsticios.

Finalmente, bajo un contexto de escaso disturbio humano, dadas las dificultades de acceso al cráter en el pasado reciente, la flora registrada y las comunidades analizadas apuntan a que este lugar ha funcionado en dos sentidos, igualmente interesantes: a) Como un hábitat relictual de especies que no se encuentran en sus cercanías (p.ej. *Maytenus phyllanthoides*). Y b) como una reserva de especies abundantes en el entorno, las cuales han colonizado, con diverso grado de éxito, variadas pendientes y exposiciones. Así entonces, su expresión zonal, en forma de comunidades diferenciadas, refleja tanto las interacciones bióticas como las respuestas de las especies a los factores abióticos.

LITERATURA CITADA

- Alcaraz-Ariza, J. F., 2013. *Fundamentos de la clasificación de la vegetación*, Geobotánica. Tema 10. Universidad de Murcia, España. <http://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema10.pdf>
Fecha de consulta: septiembre de 2016.
- Calderón de Rzedowski, G., 1957. *Vegetación del Valle de San Luis Potosí*, Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México D.F. México. 101 p.
- Díaz, V.; J. Sosa-Ramírez, y D. R. Pérez-Salicrup, 2012. "Distribución y abundancia de las especies arbóreas y arbustivas en la Sierra Fría, Aguascalientes", México. *Polibotánica*, **34**: 99-126.
- FAO, 2006. *World reference base for soil resources*, World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome. 128 p.

- Foroughbakhch, R.; M. A. Alvarado-Vázquez, A. Núñez-González, J. Hernández-Piñero y A. Rocha-Estrada, 2003. "Structural Analysis and Performance of *Helietta parvifolia* (Gray) Benth. in Southeastern Nuevo León", México, *Interciencia*, **28**(11): 651-655.
- Fryxell, P. A., 1993. "Malvaceae". *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. **16**: 1-175.
- García-Sánchez, R.; S. L. Camargo-Ricalde, E. García-Moya, M. Luna-Cavazos, A. Romero-Manzanares, y N. M. Montaña, 2012. "Prosopis laevigata and Mimosa biuncifera (Leguminosae), jointly influence plant diversity and soil fertility of a Mexican semiarid ecosystem", *Biología Tropical*, **60**(1): 87-103.
- Granados-Sánchez, D., y G. F. López-Ríos, 1998. "Yucca "izote" del desierto". *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. **4**(1): 179-192.
- Gong, X.; H. Brueck, K. M. Giese, L. Zhang, B. Sattelmacher, y S. Lin. 2008. "Slope aspect has effects on productivity and species composition of hilly grassland in the Xilin River Basin, Inner Mongolia, China". *Journal of arid environments*, **72**(4): 483-493.
- González-Medrano, F., 2012. *Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación*. Instituto Nacional de Ecología. México. 173 p.
- Hill, M. O., 1979. *TWINSPAN. A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two-Way Table by Classification of the Individuals and Attributes*. Ecology and Systematics Cornell University, Ithaca, New York, USA. 60 p.
- INEGI, 2002. *Síntesis de información geográfica del estado de San Luis Potosí*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 112 p.
- INEGI, 2015. *Guía para la interpretación de cartografía. Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie V*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 195 p.
- Instituto de Geología UASLP, 2011. *Atlas de Riesgo para los Municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Secretaría de Desarrollo Social, Ayuntamientos de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez. San Luis Potosí, SLP, México. 67 p.
- Kraft, N. J., y D. D. Ackerly, 2014. *Assembly of plant communities*. En: R. K. Monson (ed.) *Ecology and the Environment*. Springer. New York. pp. 67-88.
- Labarthe-Hernández, G., 1978. "Algunos Xalapazcos de San Luis Potosí". *Instituto de Geología y Metalurgia, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México*. Folleto Técnico. **58**: 1-17.
- Labarthe-Hernández, G.; M. Tristán-González, y J. J. Aranda-Gómez, 1982. "Revisión estratigráfica del Cenozoico de la parte central del Estado de San Luis Potosí". *Instituto de Geología y Metalurgia, Universidad Autónoma de San Luis Potosí*, Folleto Técnico. **85**: 208-209.
- Lot, A., y F. Chiang, 1986. *Manual de herbario*. Departamento de Botánica Instituto de Biología, UNAM. México DF, 142 p.
- López-Galindo, F.; D. Muñoz-Iniestra, M. Hernández-Moreno, A. Soler-Aburto, M. C. Castillo-López, e I. Hernández-Arzate, 2003. "Análisis integral de la toposecuencia y su influencia en la distribución de la vegetación y la degradación del suelo en la Subcuenca de Zapotitlán Salinas, Puebla". *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. **56**(1):19-41.
- Lozada-Silva, F. A.; J. D. Pinzo-Gonzales, y E. E. Cantillo, 2006. *Diseño metodológico de restauración de la reserva forestal Cárpatos Guasca – Cundinamarca, Colombia. Proyecto curricular de ingeniería forestal*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Bogotá, 62 p.
- Maren, I. E.; S. Karki, C. Prajapati, R. Kailash-Yadav, y B. Babu Shrestha, 2015. "Facing north or south: Does slope aspect impact forest stand characteristics and soil properties in a semiarid trans-Himalayan valley". *Journal of Arid Environments*, **121**: 112-123.
- Mazzola, M. B.; A. G., Kin, E. F. Morici, F. J. Babinec, y G. Tamborini, 2008. "Efecto del gradiente altitudinal sobre la vegetación de las sierras de Lihue Calel (La Pampa, Argentina)". *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. **43**: 103-119.
- Meagher, W. L., 2007. "Revisión y actualización del inventario de la flora espontánea del jardín botánico "El Charco del Ingenio", San Miguel de Allende, Guanajuato (México)". *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. **17**: 7-68.
- Medrano-Echalar, A. M., 2010. *Expansión del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y calidad de los suelos. Análisis en un contexto de sostenibilidad en el Intersalar boliviano*. Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales. Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí e Institute for Technology

Recibido:
21/agosto/2017

Aceptado:
6/abril/2018

- and Resources Management in the Tropics and Subtropics, Cologne University of Applied Sciences. San Luis Potosí, S.L.P. 133 p.
- Moo-Puc, J. A.; Z. Martín-Quintal, G. Mirón-López, R. E. Moo-Puc, L. Quijano, y G. J. Mena-Rejón, 2014. "Isolation and antitrichomonal activity of the chemical constituents of the leaves of *Maytenus phyllanthoides* Benth. (Celastraceae)". *Quim Nova*, **37**(1): 85-88.
- Nicolson, M., 2013. "Community concepts in plant ecology: from Humboldtian plant geography to the superorganism and beyond". *Web Ecology*, **13**: 95-102.
- Pimienta-Barrios, E.; M. E. González del Castillo-Aranda, A. Muñoz-Urías, y P. S. Nobel, 2003. "Effects of benomyl and drought on the mycorrhizal development and daily net CO₂ uptake of a wild platyopuntia in a rocky semi-arid environment". *Annals of Botany*, **92**(2): 239-245.
- Ramírez-González, A., 2006. *Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia, 271 p.
- Rzedowski, J., 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432 p.
- Saucedo, R.; J. L. Macías, Y. Z. E. Ocampo-Díaz, W. Gómez-Villa, E. Rivera-Olguín, R. Castro-Govea, J. M. Sánchez-Núñez, P. W. Layer, J. R. Torres-Hernández, y G. Carrasco-Núñez, 2017. "Mixed magmatic-phreatomagmatic explosions during the formation of the Joya Honda maar, San Luis Potosi, Mexico". The Geological Society of London, Special Publication **446**: 255-279.
- Salehi, M. H.; I. Esfandiarpour, y M. Sarshogh, 2011. "The Effect of Aspect on Soil Spatial Variability in Central Zagros, Iran". *Procedia Environmental Sciences*, **7**: 293-298.
- Snyman, A. H., 2004. "Effects of various water application strategies on root development of *Opuntia ficus-indica* and *Opuntia robusta* under greenhouse growth conditions". *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, **6**: 35-61.
- Sternberg, M., y Shoshany, M., 2001. "Influence of slope aspect on Mediterranean woody formations: comparison of a semiarid and an arid site in Israel". *Ecological Research*, **16**(2): 335-345.
- Vega-Vilca, J. C., 2011. *Introducción al análisis multivariado*. Universidad de Puerto Rico, San Juan, Puerto Rico.
- <http://cicia.uprrp.edu/publicaciones/Papers/IntroduccionAlAnalisisMultivariado.pdf> Fecha de consulta: enero de 2017.
- Velázquez M., E. 2010. "Pteridaceae". *Flora del Valle Tehuacán-Cuicatlán. Universidad Nacional Autónoma de México*. **80**: 1-96.

Anexo 1. Plantas registradas en La Joya Honda de febrero a septiembre de 2012, por Luis Manuel López-Palacios, José García Pérez y Javier Fortanelli Martínez (*recolectadas; ** sólo registradas).

Especies	Familia
<i>Dicliptera peduncularis</i> Nees*	Acanthaceae
<i>Amaranthus hybridus</i> L.**	Amaranthaceae
<i>Atriplex canescens</i> (Pursh) Nutt.*	Amaranthaceae
<i>Chenopodium album</i> L.*	Amaranthaceae
<i>Iresine interrupta</i> Benth.*	Amaranthaceae
<i>Salsola tragus</i> L.**	Amaranthaceae
<i>Iresine schaffneri</i> S.Watson*	Amaranthaceae
<i>Rhus microphylla</i> Engelm.*	Anacardiaceae
<i>Agave lechuguilla</i> Torr**	Asparagaceae
<i>Agave striata</i> Zucc.**	Asparagaceae
<i>Dasyilirion acrotrichum</i> (Schiede) Zucc.*	Asparagaceae
<i>Agave salmiana</i> Otto*	Asparagaceae
<i>Yucca decipiens</i> Trel.**	Asparagaceae
<i>Yucca carnerosana</i> (Trel.) McKelvey**	Asparagaceae
<i>Agave lechuguilla</i> Torr.*	Asparagaceae
<i>Berberis trifoliolata</i> Moric.*	Berberidaceae
<i>Hechtia glomerata</i> Zucc.*	Bromeliaceae
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.**	Bromeliaceae
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.**	Bromeliaceae
<i>Tillandsia achyrostachys</i> E.Morren ex Baker*	Bromeliaceae
<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.*	Burseraceae
<i>Astrophytum crassispinum</i> (H.Moeller) W.Haage & Sadovsky**	Cactaceae
<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) F.M.Knuth**	Cactaceae
<i>Opuntia hyptiacantha</i> F.A.C. Weber**	Cactaceae
<i>Opuntia leucotricha</i> DC.*	Cactaceae
<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto*	Cactaceae
<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.*	Cactaceae
<i>Opuntia robusta</i> H.L. Wendl. ex Pfeiff.*	Cactaceae
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.*	Cactaceae
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> Console*	Cactaceae
<i>Opuntia rastrera</i> Weber*	Cactaceae
<i>Mammillaria crinita ssp.leucanta</i> (boed) D.R. Hunt*	Cactaceae
<i>Opuntia tunicata</i> Hort.Berol. ex Pfeiff.*	Cactaceae
<i>Celtis pallida</i> Torr.*	Cannabaceae
<i>Maytenus phyllanthoides</i> Benth.*	Celastraceae
<i>Commelina coelestis</i> Willd.*	Commelinaceae
<i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni**	Compositae
<i>Bidens odorata</i> Cav.**	Compositae
<i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A.Gray*	Compositae

Especies	Familia
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.*	Compositae
<i>Piqueria trinervia</i> Cav.**	Compositae
<i>Senecio praecox</i> (Cav.) DC.*	Compositae
<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers.**	Compositae
<i>Stevia serrata</i> Cav.**	Compositae
<i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.) Cass.**	Compositae
<i>Verbesina crocata</i> (Cav.) Less.**	Compositae
<i>Baccharis ramulosa</i> A.Gray*	Compositae
<i>Gochmatia hypoleuca</i> (DC.) A.Gray*	Compositae
<i>Jefea lantanifolia</i> (Schauer) Strother*	Compositae
<i>Zaluzania triloba</i> (Ortega) Pers.*	Compositae
<i>Trixis angustifolia</i> DC.*	Compositae
<i>Cucurbita pedatifolia</i> L.H.Bailey*	Cucurbitaceae
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.*	Euphorbiaceae
<i>Jatropha dioica</i> cerv.*	Euphorbiaceae
<i>Croton cortesianus</i> Kunth*	Euphorbiaceae
<i>Koerberlinia spinosa</i> Zucc.*	Koerberliniaceae
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.*	Lamiaceae
<i>Salvia ballotiflora</i> Benth.*	Lamiaceae
<i>Desmodium acanthocladum</i> F.Muell.**	Leguminosae
<i>Erythrina flabelliformis</i> Kearney*	Leguminosae
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.*	Leguminosae
<i>Dalea minutifolia</i> (Rydb.) Harms*	Leguminosae
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C.Johnst.*	Leguminosae
<i>Painteria elachistophylla</i> S.watson & Rose*	Leguminosae
<i>Senna wislizeni</i> (A.Gray) H.S.Irwin & Barneby*	Leguminosae
<i>Mentzelia hispida</i> Willd.**	Loasaceae
<i>Hibiscus martianus</i> Zucc*	Malvaceae
<i>Abutilon trisulcatum</i> (Jacq.) Urb.**	Malvaceae
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.*	Orobanchaceae
<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link**	Poaceae
<i>Leptochloa dubia</i> (Kunth) Nees**	Poaceae
<i>Muhlenbergia microsperma</i> (DC.) Trin.**	Poaceae
<i>Pappophorum bicolor</i> E. Fourn.*	Poaceae
<i>Setaria grisebachii</i> E.Fourn.*	Poaceae
<i>Setaria macrostachya</i> Kunth*	Poaceae
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen*	Poaceae
<i>Sporobolus wrightii</i> Munro ex Scribn.*	Poaceae
<i>Portulaca oleracea</i> L.*	Portulacaceae
<i>Astrolepis sinuata</i> (Lag. ex Sw.) D.M.Benham & Windham*	Pteridaceae
<i>Karwinskia mollis</i> Schldtl.*	Rhamnaceae

Especies	Familia
<i>Purshia plicata</i> (D.Don) Henrickson*	Rosaceae
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltl.*	Rubiaceae
<i>Esenbeckia berlandieri</i> Baill.*	Rutaceae
<i>Helietta parvifolia</i> (A.Gray) Benth.*	Rutaceae
<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.*	Sapindaceae
<i>Buddleja scordioides</i> Kunth*	Scrophulariaceae
<i>Solanum cardiophyllum</i> Lindl.*	Solanaceae

Nota: Todas las plantas registradas fueron identificadas por el taxónomo José García Pérez, curador del herbario Isidro Palacios de la UASLP. La nomenclatura científica se basó en The Plant List. (<http://www.theplantlist.org/>).

Anexo 2. Especies recolectadas por Graciela Calderón de Rzedowski en la Joya Honda (Calderón de R., 1957).

Especies	Familia
<i>Agave lechuguilla</i> Torr	Asparagaceae
<i>Atriplex canescens</i> (Pursh) Nutt.	Amaranthaceae
<i>Chenopodium album</i> L.	Amaranthaceae
<i>Iresine schaffneri</i> S. Watson	Amaranthaceae
<i>Dasyllirion acrotrichum</i> (Schiede) Zucc.	Asparagaceae
<i>Yucca filifera</i> Chabaud	Asparagaceae
<i>Hechtia glomerata</i> Zucc.	Bromeliaceae
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	Bromeliaceae
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	Bromeliaceae
<i>Opuntia leucotricha</i> DC.	Cactaceae
<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	Cactaceae
<i>Celtis pallida</i> Torr.	Cannabaceae
<i>Maytenus phyllanthoides</i> Benth.	Celastraceae
<i>Eupatorium</i> sp.	Compositae
<i>Gochmatia hypoleuca</i> (DC.) A.Gray	Compositae
<i>Jefea lantanifolia</i> (Schauer) Strother	Compositae
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Compositae
<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) L.	Compositae
<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	Compositae
<i>Zaluzania triloba</i> (Ortega) Pers.	Compositae
<i>Croton torreyanus</i> Müll.Arg.	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Quercus tinkhamii</i> C.H.Mull.	Fagaceae
<i>Koerberlinia spinosa</i> Zucc.	Koerberliniaceae
<i>Leptochloa dubia</i> (Kunth) Nees	Koerberliniaceae
<i>Salvia circinnata</i> Cav.	Lamiaceae
<i>Salvia microphylla</i> Kunth	Lamiaceae

Especies	Familia
<i>Dalea bicolor</i> Willd.	Leguminosae
<i>Erythrina flabelliformis</i> Kearney	Leguminosae
<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M.C.Johnst.	Leguminosae
<i>Senna wislizeni</i> (A.Gray) H.S.Irwin & Barneby	Leguminosae
<i>Forestiera phillyreoides</i> (Benth.) Torr.	Oleaceae
<i>Fraxinus greggii</i> A.Gray	Oleaceae
<i>Rivina humilis</i> L.	Phytolaccaceae
<i>Plumbago pulchella</i> Boiss.	Plumbaginaceae
<i>Setaria grisebachii</i> E.Fourn.	Poaceae
<i>Sporobolus wrightii</i> Scribn.	Poaceae
<i>Amelanchier denticulata</i> (Kunth) K.Koch	Rosaceae
<i>Lindleya mespiloides</i> Kunth	Rosaceae
<i>Purshia plicata</i> (D.Don) Henrickson	Rosaceae
<i>Vauquelinia corymbosa</i> Humb. & Bonpl.	Rosaceae
<i>Esenbeckia berlandieri</i> Baill.	Rutaceae
<i>Helietta parvifolia</i> (A.Gray) Benth.	Rutaceae
<i>Ptelea trifoliata</i> L.	Rutaceae
<i>Iresine cassiniiformis</i> Schauer	Amaranthaceae
<i>Capsicum annuum</i> L.	Solanaceae
<i>Physalis</i> sp.	Solanaceae
<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	Solanaceae

Nota: Nomenclatura original corregida con base en The Plant List. (<http://www.theplantlist.org/>).