

Reyes-Olivas, A., V. Apodaca-Ovalle, J.H. Cota-Sánchez y P. Casillas-Álvarez, 2008, Relación del suelo y la topografía con la diversidad y la estructura de la vegetación insular en el desierto costero de Sinaloa, México. pp 53-66. *En*: Estudios de las Islas del Golfo de California. Flores-Campaña, L.M. (ed). Universidad Autónoma de Sinaloa-Gobierno del Estado de Sinaloa-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México. 221 p.

RELACIÓN DEL SUELO Y LA TOPOGRAFÍA CON LA DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN INSULAR EN EL DESIERTO COSTERO DE SINALOA, MÉXICO

Relationship of soil and topography with diversity and structure
of island vegetation in the coastal desert of Sinaloa, Mexico

Álvaro Reyes-Olivas^{1*}, Venus Apodaca-Ovalle², J. Hugo Cota-Sánchez³, Pedro Casillas-Álvarez¹.
¹Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte, Universidad Autónoma de Sinaloa.
²Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Occidente. ³Department of Biology, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada. *reyes_olivas@hotmail.com

RESUMEN

Las islas son el escenario de procesos evolutivos que favorecen la especiación y el endemismo, sirven de refugio a la vida silvestre y mantienen poblaciones, comunidades y procesos ecológicos en áreas valiosas desde el punto de vista de la biodiversidad. El conocimiento de las especies es indispensable para precisar el valor biológico de las islas y fundamentar otros estudios concernientes a su conservación y aprovechamiento. Dentro del sistema insular de la bahía de Ohuira, isla Patos es la de mayor extensión (23 has), predominantemente cubierta por un matorral crasicaule de *Opuntia* donde anida la migratoria "espátula rosada" (*Platalea ajaja* L.) y otras 29 especies de aves. Entre mayo de 2005 y junio de 2006, se colectaron e identificaron alrededor de 100 muestras botánicas y se registraron datos de cobertura en 15 unidades de muestreo con la técnica de Canfield. En cada sitio de muestreo se registraron un total de 21 variables edáficas para correlacionarse con la vegetación. Se estimó que la flora de la isla es cercana a las 60 especies, y entre ellas sobresalen por su número las cactáceas, asteráceas y poáceas. El análisis de la vegetación mediante ordenación polar reveló que el 78% de la varianza total de la comunidad puede resumirse en dos ejes. El primero (con 51 %) es un gradiente de aridez relacionado con la exposición de ladera, la profundidad del suelo y la cobertura de piedras; el segundo (con 27 %) es un gradiente químico determinado por el guano de aves marinas. Isla Patos tiene seis veces más nitrógeno, > 100 veces más fósforo y cuatro veces más potasio que otra isla de la bahía no colonizada por aves. Esta situación no sólo determina una dinámica dependiente respecto del ecosistema marino, si no que explica la baja diversidad vegetal de la isla y la gran cobertura/productividad de *Opuntia* spp.

Palabras clave: Topolobampo, flora insular, guano, aves marinas, gradientes

ABSTRACT

The islands are setting of evolutionary processes that favor the speciation and endemism; they serve as wildlife refuge and maintain natural populations, communities and ecological processes in valuable areas from the point of view of biodiversity. The taxonomical identification of the species is requisite to clarify the biological value of the islands and to carry on other studies related to its use and conservation. In the insular system of Ohuira, Patos Island is that of greater extension (23 has), predominantly covered by a crasicaule shrubland of *Opuntia* where nests the migratory "roseate spoonbill" (*Platalea ajaja* L.) and other 29 species of birds. Around 100 plant samples were collected and identified between May 2005 and June 2006; cover data were recorded with the Canfield technique in 15 sampling units. A total of 21 soil variables were measured for each sampling unit to be correlated with vegetation data. The estimated flora of the island is nearby 60 species, and among them excels for their number the Cactaceae, Asteraceae and Poaceae. The analysis of the vegetation by means of polar ordination revealed that 78% of total variance in community data can be summarized in two axes. The first one (with 51%) is a gradient of aridity related to aspect, soil depth and stone cover; the second one (with 27%) is a chemical gradient determined by the guano of the sea birds. Patos Island has 6 times more nitrogen, > 100 times more phosphorus and 4 times more potassium than a neighbor island free of bird colonies. This situation does not only determine a dependent dynamics from the marine ecosystem, but it also explains the low plant diversity of the island and the high cover/productivity of *Opuntia* spp.

Key words: Topolobampo, island flora, guano, seabirds, chemical gradient

INTRODUCCIÓN

Los sistemas insulares son importantes zonas de estudio debido a sus particularidades geológicas, climáticas y biogeográficas. El aislamiento relativo determina una evolución particular y algunas especies son endémicas estrictas. En Sinaloa, es posible que las islas sean refugio natural y corredor biológico de

especies vegetales y animales desplazadas por la agricultura y las granjas acuícolas.

El inventario biológico de las islas permite conocer la diversidad de estos ecosistemas para fundamentar su aprovechamiento y conservación. Dentro del Golfo de California, las islas cercanas a las costas de Baja

California Norte y Sonora han recibido mayor atención que las de Sinaloa y disponen de un gran número de estudios biológicos. Algunas de ellas han sido declaradas Zonas de Reserva Natural, como isla Tiburón y Rasa; otras son consideradas Parque Nacional, como la isla Isabel.

Las razones más importantes por las cuales se ha dado prioridad a la conservación biológica en estas islas son la presencia de especies endémicas estrictas y el hecho de que estos ecosistemas son con frecuencia destinos turísticos. La introducción de especies extrañas a las islas, así como la extracción de recursos y la perturbación humana son factores que ponen en riesgo el equilibrio y la conservación de estos refugios naturales.

Para las islas de Sinaloa los estudios florísticos son más limitados. Menos de una decena de las cerca de 400 islas localizadas en las costas del estado cuentan con alguna investigación de su flora. De la bahía de Mazatlán se han publicado listados de la Isla Venados (Toledo *et al.*, 1989; Flores-Campaña *et al.*, 1996), isla Pájaros e isla Lobos (Vega-Aviña *et al.*, 2001). En la bahía de Ohuira, Preciado (1994) identificó algunas cactáceas en las seis islas del sistema lagunar y Reyes-Olivas (2002) realizó un inventario de todas las plantas vasculares de la Isla Mazocahui. Estos trabajos dan idea sobre su riqueza vegetal en relación con otras islas del Golfo de California y aportan algunas evidencias sobre su estado de conservación. La isla Mazocahui es refugio de cactáceas endémicas raras como *Peniocereus marianus* (Gentry) Sánchez-Mejorada y *Echinocereus sciurus* subesp. *floresii* (Backeberg) Taylor.

El sistema insular de la bahía de Ohuira también ha sido objeto de estudio de otras disciplinas y otros grupos taxonómicos que han contribuido a comprender mejor la biología de estos ecosistemas. Guevara-Estrada (2006) reconoció 29 especies de aves marinas en isla Patos, donde la comunidad aviar está representada por unos 10 mil individuos. La vegetación de esta isla provee un escenario natural para la anidación de la migratoria espátula rosada *Platalea ajaja* L. (obs. pers.), ave tropical que sufrió el colapso de algunas poblaciones en Estados Unidos a finales del siglo pasado.

Otros trabajos se refieren a aspectos

ecológicos de ciertas especies, como lo es la distribución espacial de la cactácea endémica *Echinocereus sciurus* subesp. *floresii*, cuya permanencia en el desierto costero de Sinaloa depende más del sombreado que le proporcionan las piedras que del nodricismo vegetal (Sánchez-Soto y Nolasco-Sánchez, 1999). Sobre el mismo tema hay un informe de Reyes-Olivas (2002), en el cual se estudian las interacciones bióticas de varias cactáceas y su correlación con piedras superficiales.

Los experimentos de consumo herbívoro en la isla Mazocahui realizados por Lugo-García (2005), sugieren que el ratón doméstico *Mus musculus*, los insectos y las aves percheras, son consumidores determinantes en la demografía y estructura espacial de las poblaciones de cactáceas. Algunas especies de la misma isla se han sometido a experimentos de germinación para hacer inferencia sobre su distribución ecológica (Sánchez-Soto, 2003) o para determinar los factores que participan en el control de la latencia (Urías-Castillo, 2005).

Al igual que la Isla Mazocahui, Patos está invadida por roedores introducidos (obs. pers.) y, dada su importancia como zona de anidación, el conocimiento de su flora es indispensable para fundamentar otras investigaciones y orientar su aprovechamiento. En razón del aislamiento y la limitada intervención humana, muchas islas están colonizadas por aves marinas. Estas suelen tener más nutrimentos y mayor productividad que aquellas no colonizadas por aves, en tanto que la diversidad vegetal es menor y la composición de especies es diferente. Aparentemente la causa de ello es el alto nivel de nitrógeno, la toxicidad o el pH ácido (Sánchez-Piñero y Polis, 2000; Wait *et al.*, 2005).

En esta investigación se plantearon como objetivos: 1) elaborar un listado de las especies vasculares de la isla Patos y, 2) determinar factores relacionados con la estructura/composición de la comunidad vegetal. El trabajo está sustentado en la hipótesis de que las islas de Sinaloa tienen mejor estado de conservación que otros ecosistemas de la entidad y sirven de refugio y corredor biológico a muchas especies cuyos hábitats y rutas de dispersión o migración han sido impactados fuertemente por la agricultura y la construcción de granjas acuícolas. Por otra parte, los patrones de riqueza y

productividad vegetal correlacionados con la presencia de aves marinas en otras islas del Golfo de California, podrían confirmarse en esta isla particular a través de un enfoque de gradiente directo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La isla Patos forma parte de las seis islas de la bahía de Ohuira, en la costa noroccidental de México. Tiene por centro las coordenadas de 25° 37' 10.8" N y 109° 00' 45.7" O, y su área es de unas 23 ha. El clima es seco desértico, con precipitación anual de 240 mm y temperatura promedio de 25° C. Las temperaturas mínimas extremas son de 5° a 13° C y las máximas extremas pueden alcanzar los 43° C (García, 1973). La vegetación corresponde a un matorral xerófito dominado por nopales (*Opuntia* spp.) en codominancia con "copal" *Bursera laxiflora* S. Watson, "maguey" *Agave angustifolia* Haw. y "garambullo" *Ziziphus pedunculata* (Brandege) Standl.

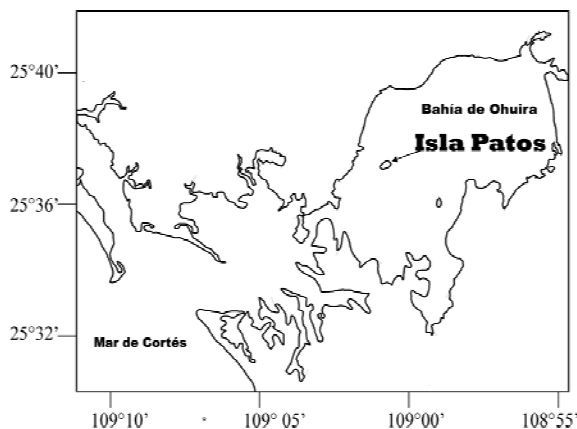


Figura 1. Localización geográfica de Isla Patos en la Bahía de Ohuira.

Métodos de campo. Desde mayo de 2005 hasta junio de 2006 se realizaron colectas botánicas, que fueron documentadas con información convencional de campo relativa a la planta, el sitio de colecta y su localización geográfica. Las muestras fueron prensadas, secadas y conservadas con los métodos usuales y se depositaron en el herbario de la Universidad de Occidente.

Para el análisis de la vegetación se registró la cobertura vegetal de las especies arbustivas y algunas variables edáficas de interés. La isla se dividió arbitrariamente en cinco lotes de muestreo con base en la exposición de ladera: noreste (0-90°), sureste (90°-180°), suroeste (180°-270°), noroeste (270°-360°) y cima (área

plana superior). En cada lote se localizaron tres sitios de muestreo separados a 100 m, representados cada uno por dos cuerdas de 50 m espaciadas a 10 m. La cobertura vegetal se determinó con base en la proporción del dosel interceptado en relación con la longitud total de las cuerdas, como se sigue en la técnica de la línea de Canfield (Barbour *et al.*, 1999).

En los mismos sitios se registró la profundidad del suelo con una barrena tipo tornillo (tres lecturas por unidad de muestreo), así como la cobertura de piedras por intercepción lineal de dos cuerdas transversales a la pendiente de 10 m de longitud con una separación de 5 m. Se colectaron también muestras de suelo a profundidad de 5-15 cm, las cuales fueron embolsadas y etiquetadas para su análisis en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas del Distrito de Riego 075, Río Fuerte, de la Comisión Nacional del Agua (CNA).

Métodos de laboratorio. Las muestras de suelo fueron analizadas para determinar un total de 19 variables físico-químicas. Las fracciones de arena, limo y arcilla se determinaron por el método del hidrómetro (Day, 1965). La conductividad eléctrica se midió en el extracto de saturación (Richards, 1954) y el pH en una suspensión con proporción 1:2 de suelo/ agua. El sodio intercambiable (SI), al igual que el potasio, se determinaron en extractos de suelo con acetato de amonio por flamometría; se determinó también el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y la relación entre el sodio soluble e intercambiable, conocida usualmente como razón de adsorción de sodio (RAS) (Richards, 1954):

$$PSI = \frac{SI}{CIC - SI}$$

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca^{++} + Mg^{++})}} \cdot 2$$

donde CIC es la capacidad de intercambio catiónico.

Los cationes (Ca y Mg) se determinaron por titulación con versenato, en tanto que los aniones HCO₃ y Cl por titulación con ácido sulfúrico y SO₄ por precipitado de sulfato de bario con centrifugación (Richards, 1954).

El carbón orgánico se determinó por el método de combustión húmeda modificado por Walkley y Black y el nitrógeno en nitratos se determinó con un espectrofotómetro por el método de la brucina (Bremner, 1965). El fósforo soluble fue determinado en un extracto de fluoruro de amonio 0.03 N con ácido clorhídrico 0.025 N por el método Bray I, utilizando una relación 1:10 suelo/solución (CSTPA, 1980).

Identificación de especies y análisis de datos. La identidad taxonómica de las muestras se determinó con base en la consulta de floras regionales, monografías, cotejo con especímenes de herbarios y apoyo de personal experto del Herbario UAS. El listado se estructuró por familias en orden alfabético y se documentó en la literatura con sinónimos, forma vital y origen de cada taxón. Los nombres científicos corresponden a los binomios aceptados por ITIS (<http://itis.gov/index.html>) y la base de datos W3 Tropicos del Jardín Botánico de Missouri (<http://mobot.org/W3T/search/vast.html>). Los nombres de las cactáceas son los aceptados en la segunda edición de la referencia CITES *Cactaceae Checklist* compilada por Hunt (1999)

Los datos obtenidos en los muestreos de vegetación se capturaron en una matriz

primaria de sitios por especies. Luego la matriz se sometió al análisis de conglomerados con la técnica de ligamiento promedio y los grupos formados se traslaparon en un gráfico de ordenación polar para hacer inferencia sobre los factores ambientales involucrados. Los ejes de ordenación se interpretaron por asociación con las variables edáficas a través de los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman, según el caso después de aplicar la prueba de normalidad de Shapiro y Wilk. Ambos índices se consideraron significativos con $P \leq 0.05$. Tanto la clasificación como la ordenación de las muestras de vegetación se hicieron con ayuda del programa PC-ORD ver. 4.01 (McCune y Mefford, 1999), en tanto que las correlaciones se hicieron con el programa SAS (SAS Institute, 1999).

RESULTADOS

La flora vascular identificada de isla Patos asciende a 48 especies agrupadas en 39 géneros y 21 familias (Apéndice I). Sin embargo, al menos 12 muestras colectadas estériles o incompletas quedaron pendientes de identificar, por lo que se estima que las familias podrían ascender a 22, mientras que los géneros podrían variar alrededor de 42 y las especies alrededor de 60. Las familias con mayor número de especies serían las cactáceas (11), poáceas (7), asteráceas (5), solanáceas (4) y euforbiáceas (4).

Tabla 1. Registros de cobertura vegetal en diferentes sitios de la isla Patos, Topolobampo, Sinaloa.

Especies	Sitios de muestreo															\bar{X}	s
	Sureste					Suroeste				Cima			Noreste				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Espacio abierto	63	63	62	36	49	48	50	62	41	24	53	29	16	12	20	41.9	18.0
<i>Bursera laxiflora</i>	5	4	0	0	0	0	0	0	8	11	16	15	2	9	0	4.7	5.8
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	1	0	0	1	0	7	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0.9	1.9
<i>Opuntia</i> spp.	31	30	38	59	47	46	43	36	34	37	25	27	46	30	41	38.0	9.1
<i>Encelia farinosa</i>	0	3	0	0	0	0	7	0	9	6	0	0	2	0	0	1.8	3.1
<i>Stenocereus alamosensis</i>	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.8
<i>Pithecellobium ungui-catis</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.8
<i>Agave angustifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	5	17	0	0	0	2.7	5.3
<i>Chrisothamnus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0.3	0.6
<i>Forchameria watsonii</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	7	0	0	0	0.7	1.9
<i>Guaiaacum coulteri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0.4	1.3
<i>Phaulothamnus spinescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	17	35	34	5.9	12.4
<i>Ziziphus pedunculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	17	15	0	2.2	5.6
<i>Ziziphus sonorensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0.1	0.5
<i>Malpighia emarginata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0.3	0.8
Cobertura total del dosel	37	38	38	63	51	53	51	38	59	78	46	72	84	89	80	----	----

Por forma vital, las hierbas anuales son las más diversas con 27 % de las especies; les siguen las crasicaules con 23 %, los arbustos leñosos con 21 % y las hierbas perennes con 14 %. En conjunto estas representan el 85 % de la flora. En cuanto a su origen, predominan

las especies nativas con 67 %, le siguen las endémicas con 29 % y las introducidas con 4 %. Dos especies están listadas en la NOM en la categoría de protegidas: *Avicennia germinans* (L.) L. y *Guaiaacum coulteri* A. Gray. El dosel vegetal cubre casi el 58.1 % del

terreno y se incrementa desde un 37-38 % en laderas orientadas al sureste hasta un 80-88 % en laderas orientadas al noreste (Tabla 1).

Entre todas las especies del matorral, las predominantes son el complejo formado por las especies del género *Opuntia* (Cactaceae), con una cobertura del 38 %. La dominancia fue máxima en laderas expuestas al suroeste (46-59 %) y mínima en sitios de la cima (25-37 %). La segunda especie en importancia fue *Phaulothamnus spinescens* (Achatocarpaceae), cuya cobertura promedio fue de 5.9 %, seguida de *Bursera laxiflora* (Burseraceae), cuya cobertura vegetal promedio fue de 4.7 %. Aunque el copal está presente en algunas laderas de la isla, es en la cima donde alcanza valores máximos de 11-16 % de cobertura.

La interpretación de los agrupamientos se

consideró al segundo nivel de ramificación del árbol (Figura 2) para mantener grupos de al menos dos unidades de muestreo. En general, se observa que los sitios con igual orientación de la pendiente (exposición de ladera) pertenecen a un mismo grupo. Al primer nivel de ramificación del árbol, los sitios de la cima (10, 11 y 12) se unen con los de las laderas expuestas al sureste, suroeste y noroeste para formar el grupo BC, en tanto que los del noreste (13, 14, 15) se separan claramente para formar el grupo A. En el segundo nivel de ramificación, el grupo BC se divide en dos subgrupos, el primero (B) incluye a dos sitios de la cima y el segundo (C) al resto de los sitios. En este caso, la correspondencia con la orientación de la pendiente no es tan clara debido a que un sitio de la cima (11) permanece agrupado con sitios que tienen otra exposición.

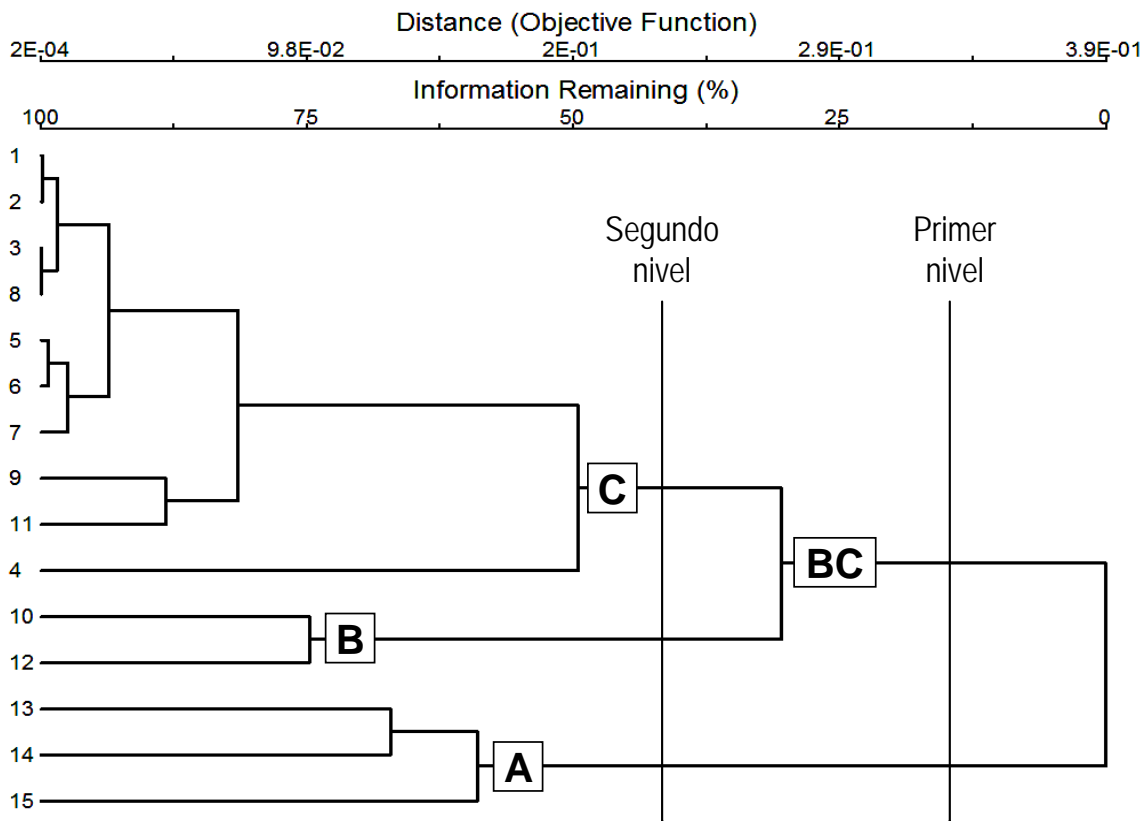


Figura 2. Dendrograma que muestra los agrupamientos de sitios de muestreo de la vegetación de la isla Patos con el análisis de conglomerados. Disponible en PC-ORD, versión 4.01.

El análisis de ordenación polar muestra que el primer eje (OP1) separa claramente los tres grupos resultantes del análisis de conglomerados (Figura 3a), con una varianza

explicada de 50.9 %. El segundo eje (OP2) explica el 27.3 % de la variación total de la comunidad y separó bien a los grupos A y B, mientras el grupo C tiene una posición

intermedia en traslape parcial con aquellos. Ambos ejes explicaron el 78.2 % de la varianza total de la matriz de datos.

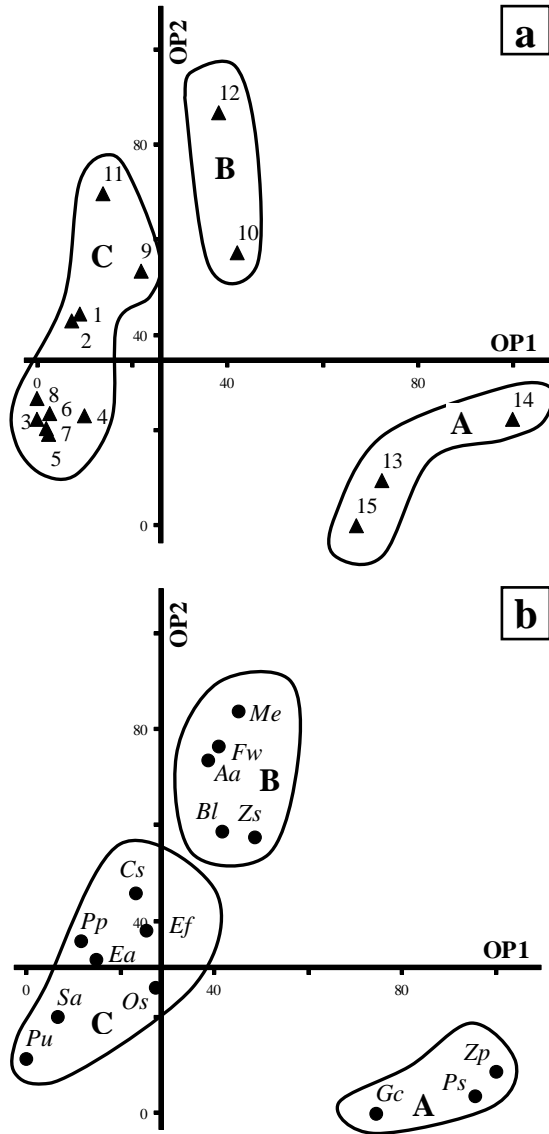


Figura 3. Distribución de muestras (a) y especies vegetales (b) de la isla Patos en relación con los ejes de la ordenación polar. Las etiquetas de los sitios y de las especies (iniciales de los binomios) corresponden con los números y nombres anotados en el Cuadro 1).

Como se aprecia en la Figura 3b, las especies se encuentran ampliamente distribuidas en el espacio de ordenación y muy cercanas a los sitios en los cuales aparecieron. Sobre el primer eje, los espacios desprovistos de vegetación, así como las especies *Pithecellobium unguis-cati* (L.) Benth., *Stenocereus alamosensis* (J.M. Coult.) A.C. Gibson & K.E. Horak y *Pachycereus pecten-aboriginum* (Engelm. ex S. Watson) Britton &

Rose, aparecieron con más frecuencia y/o con mayor cobertura en los sitios del grupo C localizados en laderas de exposición sureste, suroeste y noroeste.

Encelia farinosa A. Gray ex Torr. y diversas especies de *Opuntia* también se localizaron a la izquierda, aunque su preferencia por estos sitios fue menos clara. Su cobertura vegetal en laderas orientadas al noroeste (derecha de la Figura 3a) fue semejante a la de los sitios previos, razón por la cual se localizaron cerca del centroide.

Ziziphus pedunculata, *Phaulothamnus spinescens* y *Guaiaacum coulteri* se registraron principalmente en los sitios del grupo A localizados en laderas orientadas al noreste, en tanto que *Malpighia emarginata* DC., *Forchammeria watsonii* Rose, *Agave angustifolia*, *Bursera laxiflora* y *Ziziphus sonorensis* tuvieron mayor abundancia o aparecieron exclusivamente en sitios del grupo B localizados en la cima de la isla.

Sobre el segundo eje, se observa que las especies de la cima polarizan con las de la ladera noreste y en menor grado con las de otras laderas que toman una posición intermedia. Algunas cactáceas columnares, como *P. pecten-aboriginum*, *Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb. y *S. alamosensis*, quedaron pobremente representadas en los muestreos por ser escasas y no contribuyeron significativamente en la clasificación y ordenación de los sitios.

En el perfil de vegetación de la Figura 4 se muestra que estas especies ocupan la porción inferior y media de las laderas. *S. alamosensis* forma grupos densos de 3-4 m de diámetro y sus tallos arqueados frecuentemente cuelgan en los acantilados del borde de la isla; *S. thurberi* y *P. pecten aboriginum* son más frecuentes en la parte intermedia, igual que *Opuntia*, pero esta última se extiende más profusamente en la ladera, con una cobertura mayor en su parte media.

El análisis de correlación de las variables edáficas con los ejes de ordenación (Tabla 2) nos muestra que hay siete variables relacionadas con ellos. Sobre el primer eje se incrementa la profundidad del suelo ($r=0.75$), mientras la cobertura de piedras superficiales decrece ($r=-0.85$). Los suelos más someros se observaron en pendientes orientadas al

sureste y suroeste, con profundidades que variaron entre 4.5 y 31.0 cm, en laderas expuestas al noroeste se incrementó ligeramente con lecturas de barrena de 6.5-42.0 cm, y alcanzó su máxima profundidad en la cima y en el noreste de la isla, donde se registraron suelos de 18.5-50.0 cm y 33.0-58.5 cm, respectivamente.

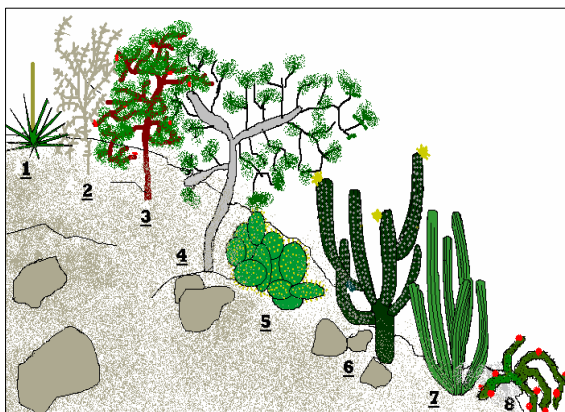


Figura 4. Perfil que muestra los elementos representativos de la vegetación en isla Patos. 1) *Agave angustifolia*, 2) *Phaulothamnus spinescens*, 3) *Bursera laxiflora*, 4) *Forchammeria watsonii*, 5) *Opuntia* sp., 6) *Pachycereus pecten-aboriginum*, 7) *Stenocereus thurberi* y 8) *Stenocereus alamosensis*.

La cobertura de piedras fue mínima en sitios expuestos al noreste (12.0-25.8 %), se incrementó hacia la cima (23.5-43.6 %) y alcanzó sus valores máximos en laderas orientadas al sureste, suroeste y noroeste, con lecturas cercanas o superiores al 50 %.

El nitrógeno en nitratos correlaciona positivamente con este eje ($r = 0.48$) y, aunque no mostró significancia ($P = 0.06$), al igual que otros nutrientes tuvo concentraciones altas en toda la isla. Su concentración es >400 meq/L en la ladera noreste donde la cobertura vegetal tuvo valores máximos de 80-88 %. En contraste, la ladera expuesta al sureste tuvo concentraciones < 100 meq/L y la cobertura vegetal fue de 37-38 %.

Con el segundo eje correlacionó negativamente el carbono orgánico ($r = -0.608$) y su distribución es heterogénea. En laderas de exposición suroeste tiene porcentajes de 7.2-8.4, superados sólo por un sitio de exposición noreste que tuvo 9.0 %, mientras que en la cima el porcentaje fue de 2.9-3.8. También correlacionaron negativamente la conductividad eléctrica ($r = -0.50$), el calcio ($r = -0.54$), el magnesio ($r = -0.53$) y el potasio ($r = -0.54$).

Tabla 2. Correlaciones de las variables edáficas de la Isla Patos con los primeros dos ejes de la ordenación polar (OP1 y OP2).

Variables	Ejes	
	OP1	OP2
Arena (%)	-0.120	0.005
Limo (%)	0.433	-0.231
Arcilla (%)	-0.168	0.154
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	0.170	-0.501*
PH	0.327	-0.116
Sodio (meq/L)	0.206	-0.367
Sodio intercambiable (% calculado)	0.336	-0.145
Razón de adsorción de sodio	0.275	-0.206
Calcio (meq/L)	0.131	-0.544*
Magnesio (meq/L)	0.077	-0.531*
Total de cationes (meq/L)	0.086	-0.496
HCO ₃ (meq/L)	0.041	-0.479
Cloruros (meq/L)	-0.068	-0.258
Sulfatos (meq/L)	0.146	-0.466
Total de aniones (meq/L)	0.086	-0.496
Carbono orgánico (%)	0.198	-0.608**
Nitratos (ppm)	0.476	-0.293
Fósforo soluble (ppm)	-0.242	-0.344
Potasio extraíble (ppm)	0.187	-0.535*
Profundidad de suelo (cm)	0.751**	0.002
Cobertura pedregosa (%)	-0.854**	0.055

DISCUSIÓN

La isla Patos, con una superficie de 23 has y una distancia al continente de 1,400 m, tiene una riqueza de plantas vasculares cercana a las 60 especies. En comparación con la isla Mazocahui, segunda en extensión con 18 has y 103 especies vasculares (Reyes-Olivas, 2002), Patos tiene una riqueza vegetal significativamente menor. Si bien la primera está separada 200 m de la sierra de Navachiste, que es la fuente de especies más cercana, la causa más probable son las propiedades químicas del suelo. En contraste con la isla Mazocahui, Patos es más fértil debido a que recibe un ingreso sustancial de nutrientes y sales y minerales en forma de guano de aves marinas. Más de diez mil aves residen en la isla o la visitan en alguna época del año (Guevara-Estrada, 2006).

Con relación a otras islas de Sinaloa, se dispone de información sobre características biogeográficas y riqueza de especies vegetales, pero esta es insuficiente para hacer

una comparación razonable. Los datos existentes no muestran una relación clara con el área y la distancia al continente. En la bahía de Mazatlán, isla Lobos tiene una distancia de 1,900 m, 10.5 has y 57 especies (Vega-Aviña *et al.*, 2001); su riqueza vegetal es igual a la de la isla Pájaros con una distancia de 820 m y 48 has. Sin embargo, la primera está prácticamente unida a isla Venados (su fuente), cuya distancia a tierra es de 1,275 m y tiene 54 ha con 126 especies (Flores-Campaña *et al.*, 1996). La riqueza vegetal de isla Patos es del mismo orden que la de Pájaros con el doble de superficie, sin embargo tiene menos de la mitad del área y de las especies que posee la Isla Venados.

La importancia de los variables biogeográficas en las islas de Sinaloa parece estar atenuada por factores ecológicos cuyo conocimiento es necesario para entender sus patrones de riqueza. Esta relativa independencia de factores biogeográficos se ha observado principalmente en islas pequeñas, donde podrían cobrar importancia la diversidad de hábitats, la elevación, la edad geológica, las variables climáticas y edáficas, las interacciones bióticas y la perturbación (Lomolino, 2001; Koh *et al.*, 2002; Morrison, 2002; Badano *et al.*, 2005).

Aunque existe gran heterogeneidad en la distribución de nutrimentos y la mayoría de las variables edáficas analizadas no correlacionaron claramente con la cobertura vegetal, este trabajo concuerda con otros estudios en islas del Golfo de California y manifiesta la importancia de gradientes químicos del suelo en los patrones de diversidad y en la membresía de la comunidad vegetal de las islas de Sinaloa.

Los estudios que incorporan varias islas tienen gran resolución en cuanto a las correlaciones directas de la fertilidad con la riqueza vegetal e indirectas con la riqueza de especies en otros niveles tróficos (Anderson y Polis, 1999). Las altas concentraciones de guano en islas del Golfo de California están relacionadas con una baja diversidad de la comunidad vegetal y diferencias notables en la composición de especies, debido al alto nivel de nitrógeno, toxicidad o pH ácido (Sánchez-Piñero y Polis, 2000; Wait *et al.*, 2005). En cambio, la cobertura del dosel y la productividad vegetal se incrementan debido al enriquecimiento de nutrimentos, lo cual favorece a consumidores

como los escarabajos, cuya abundancia es seis veces mayor en islas de anidación que en islas no colonizadas por aves. Relaciones semejantes productividad-diversidad se han observado también en el matorral espinoso tamaulipeco (Espinoza-Bretado y Návar, 2005). La contribución de las aves en el presupuesto de nutrimentos de la isla Patos es significativa, ya que tiene seis veces más nitrógeno, >100 veces más fósforo y 4 veces más potasio que la isla Mazocahui localizada a 6 km de aquella.

Una característica sobresaliente de isla Patos es la amplia cobertura vegetal de las especies de *Opuntia*, posibles beneficiarias directas del guano aportado por las aves marinas. A semejanza de otras islas de la entidad, carece de endémicas estrictas, en contraste con las islas del golfo pertenecientes a Baja California. Rzedowski (1978) incluye dentro del matorral xerófilo las comunidades vegetales de porte arbustivo propias de las zonas secas y semisecas de México, inclusive el matorral crasicaule, formado por plantas suculentas crasas (cactáceas). Hasta donde se tiene conocimiento, ningún autor ha reconocido la existencia en Sinaloa de este tipo de matorral dominado por cactáceas. Constituye una aportación de este trabajo el reconocimiento del matorral crasicaule en la isla Patos, ya que las especies de *Opuntia* llegan a representar en promedio el 38 % del área mientras que en algunos sitios cubren hasta el 59 % del terreno y el 94 % de la comunidad vegetal.

La composición específica del matorral y su distribución en isla Patos están determinadas por dos gradientes mayores, los cuales explican el 78 % de la varianza total de los datos de la comunidad. El primero está orientado en dirección suroeste-noreste sobre el eje mayor de la isla y tiene una varianza asociada de 51 %. En la misma dirección, la vegetación transita de un matorral abierto de *Opuntia* a un matorral denso de tipo mixto con *Opuntia*, *Phaulotamnus* y *Ziziphus*, a la vez se incrementa la profundidad del suelo, disminuye la cobertura de piedras superficiales (no las del subsuelo) y la radiación solar. Debido a que estas variables determinan en gran parte la capacidad de almacenamiento de agua del suelo (Kosmas *et al.*, 2000) y reducen sus pérdidas por evaporación (Pérez, 1991; Nobel, *et al.*, 1992; Reyes-Olivas, 2002), claramente pueden interpretarse como un gradiente de aridez.

El segundo gradiente tiene una varianza explicada de 27.3 % y sobre el se incrementa la cobertura vegetal de *Bursera laxiflora*, *Agave angustifolia*, *Forchammeria watsonii* y *Malpighia emarginata*. Otras especies como *Opuntia* spp. y *Phaulothamnus* disminuyeron su cobertura. Las variables edáficas correlacionadas con el cambio de la vegetación en esta dirección son la salinidad y la materia orgánica, por lo que su interpretación es posible como un gradiente químico. Por lo que se refiere a las correlaciones ecológicas de la vegetación, tanto la exposición de ladera como la profundidad del suelo y la cobertura de piedras son variables cuya importancia se ha manifestado en otros desiertos y semi-desiertos continentales (Nyssen, *et al.*, 2001; Sternberg y Shoshany, 2001; Huerta-Martínez y García-Moya, 2004). Sin embargo, la productividad determinada por energía subsidiaria en forma de guano constituye un elemento muy singular en las islas del desierto costero, que impone una dinámica dependiente con respecto al ecosistema marino.

Los hallazgos de este trabajo, aunque modestos y aproximados por la escasez de datos, sin duda ayudarán a orientar otras investigaciones para comprender la dinámica de este ecosistema tan singular, especialmente en lo que se refiere a la membresía de la comunidad vegetal y la diversidad biológica en otros niveles de la cadena alimenticia. El conocimiento biológico bien administrado ayudará a mejorar la calidad de los servicios turísticos relacionados con la observación de la vida silvestre. Por otra parte, las islas de la bahía de Ohuira no están consideradas dentro del sistema estatal de Áreas Naturales Protegidas. Sin embargo, en la medida que conozcamos más sus recursos naturales y tengamos elementos de juicio para apreciar su importancia biológica y social, existirá la oportunidad de convencer a las autoridades responsables de establecer las medidas regulatorias necesarias.

Agradecimientos: A Ilián Gómez, Jesús Urías, Mario Palacios, Jairo Manuel López y Leobardo Luque por su colaboración en el trabajo de campo. Así como al M.C. Cosme Bojórquez por el análisis de las muestras de suelo.

LITERATURA CITADA

Anderson, W. B. y G. A. Polis (1999). Nutrient fluxes from water to land: seabirds affect

- plant nutrient status on Gulf of California islands. *Oecologia*, 118: 324-332.
- Badano, E. I., H. A. Regidor, H. A. Núñez, R. Acosta y E. Gianoli (2005). Species richness and structure of ant communities in a dynamic archipelago: Effects of island area and age. *Journal of Biogeography*, 32: 221-227.
- Barbour, M.G., J. H. Burk, W. D. Pitts, F. S. Gilliam y M.W. Schwartz (1999). *Terrestrial Plant Ecology*. California, USA: Addison Wesley Longman Inc. 649 p.
- Bremner, J. M. (1965). Inorganic forms of nitrogen. p. 1179-1237. *In* C.A. Black et al. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 2. Agronomy Monographs 9. ASA, Madison, WI.
- Council on Soil Testing and Plant Analysis (CSTPA). (1980). *Handbook on reference methods for soil testing*. Revised edition. University of Georgia, Athens, Georgia, USA.
- Day, P. R. (1965). Particle fractionation and particle-size analysis. p. 545-567. *En*: C.A. Black, et al. (ed.). *Methods of Soil Analysis: Part 1*. Agronomy Monographs 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Espinoza-Bretado, R. y J. Návar (2005). Producción de biomasa y diversidad ecológica de especies en un gradiente de productividad en el matorral espinoso tamaulipeco del nordeste de México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 11: 25-31.
- Flores-Campaña L. M., R. Vega-Aviña, D. Benitez-Pardo y F. Hernández-Aguilera (1996). Flora de la isla Venados de la bahía Mazatlán, Sinaloa, México. *Anales del Instituto de Biología de la UNAM, Serie Botánica*, 67: 283-301.
- García, E. (1973). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana)*. México, D F: Instituto de Geografía, UNAM, 245 pp.
- Guevara-Estrada, A. (2006). Riqueza y abundancia de aves en Isla Patos, Bahía de Ohuira, Sinaloa, México, 2003. *Tesis profesional*. Los Mochis, Sinaloa: Universidad de Occidente, 40 pp.
- Huerta-Martínez, F. M. y E. García-Moya (2004). Diversidad de especies perennes y su relación con el ambiente en un área semiárida del centro de México: implicaciones para la conservación. *Interciencia*, 29: 435-441.
- Hunt, D. 1999. *CITES Cactaceae checklist*, 2nd. Edition. Royal Botanic Gardens Kew,

- London, 315 p.
- Koh, L. P., N. S. Sodhi, H. T. W. Tan y K. S. H. Peh (2002). Factors affecting the distribution of vascular plants, springtails, butterflies and birds on small tropical islands. *Journal of Biogeography*, 29: 93-108.
- Kosmas, C., St. Gerontidis y M. Marathianou (2000). The effect of land use change on soil properties and vegetation establishment under various lithological formations in the Lesvos island. *Catena*, 40:51-68.
- Lomolino, M. V. (2001). The species-area relationship: new challenges for an old pattern. *Progress in Physical Geography*, 25: 1-21
- Lugo-García, G. A. (2005). Mortalidad de cactáceas causada por herbívoros en una Isla de Topolobampo, Sinaloa. *Tesis profesional*. Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa: Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte (UAS), 61 pp.
- McCune, B. y M. J. Mefford (1999). *PC-ORD for Windows. Multivariate analysis of ecological data V. 4.01. MjM Software*, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Morrison, L.W. (2002). Determinants of plant species richness on small Bahamian islands. *Journal of Biogeography*, 29: 931-941.
- Nobel, P. S., P. M. Miller y E. A. Graham (1992). Influences of rocks on soil temperature, soil water potential, and rooting patterns for desert succulents. *Oecologia*, 92: 90-96.
- Nyssen, J., M. Haile, J. Poesen, J. Deckers y J. Moeyersons (2001). Removal of rock fragments and its effect on soil loss and crop yield, Tigray, Ethiopia. *Soil Use and Management*, 17: 179- 187.
- Pérez, Francisco L. (1991). Soil moisture and the distribution of giant Andean rosettes on talus slopes of a desert paramo. *Climate Research*, 1: 217-231.
- Preciado, G. E. (1994). Determinación y descripción de las cactáceas de las islas de la Bahía de Ohuira, Topolobampo, Norte de Sinaloa. *Tesis profesional* de Biología, Instituto Tecnológico de Los Mochis. Los Mochis, Sinaloa, 105 pp.
- Reyes-Olivas, A. (2002). Patrones espaciales de cactáceas en el desierto costero de Topolobampo. *Tesis doctoral*. Colegio de Postgraduados Montecillo, Estado de México, 184 pp.
- Richards, L. A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alcali soils. *Agricultural Handbook No: 6 USA*
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. LIMUSA, México, D. F., 432 pp.
- Sánchez-Piñero, F. y G. A. Polis (2000). Bottom-up dynamics of allochthonous input: direct and indirect effects of seabirds on islands. *Ecology*, 81: 3117-3132.
- Sánchez-Soto, B. y M. J. Nolasco-Sánchez (1999). Relación de *Echinocereus sciurus* var. *floresii* (Backeb.) N. P. Taylor (Cactaceae) con arbustos y rocas en el desierto costero de Topolobampo, Ahome, Sinaloa. *Tesis profesional*. Los Mochis, Sinaloa: Universidad de Occidente, 61 pp.
- Sánchez-Soto, B. H. (2003). Germinación de semillas de cinco especies de cactáceas del desierto costero de Topolobampo, Ahome, Sinaloa. *Tesis de maestría*. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, 90 pp.
- SAS Institute (1999). *SAS/STAT® User's Guide, Version 8*, Cary, NC: SAS Institute Inc., 3698 pp.
- Sternberg, M. y M. Shoshany (2001). Influence of slope aspect on Mediterranean woody formations: comparison of a semiarid and an arid site in Israel. *Ecological Research*, 16: 335–345.
- Toledo, C., Rojas, A Navarro, L. León, J. Rojas y A. Deffis (1989). Estudio de impacto ambiental del desarrollo turístico ecológico de las islas Lobos y Venados. *In: Deffis, A. (ed.) Arquitectura ecológica tropical*. Editorial Concepto, México, D. F. 69 p.
- Urías-Castillo, J. (2005). Ecología de la germinación de *Ferocactus herrerae* J. G. Ortega, una cactácea endémica de la costa noroccidental del México. *Tesis profesional*. Universidad de Occidente. Los Mochis, Sinaloa, 58 pp.
- Vega-Aviña, R., D. Benitez-Pardo, L. M. Flores-Campaña y F. Hernández-Álvarez (2001). Vegetación y flora de la Isla Pájaros e Isla Lobos de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. *Listados Florísticos de México*, 21: 1-19.
- Wait, D. A., D. P. Aubrey y W. B. Anderson (2005). Seabird guano influences on desert islands: soil chemistry and herbaceous species richness and productivity. *Journal of Arid Environments*, 60: 681-695.

Apéndice I. Listado florístico de isla de Patos, bahía de Ohuira, Sinaloa, México.

FAMILIA/ Nombre científico/ Sinonimia	Forma vital	Distribución
ACHATOCARPACEAE		
<i>Phaulothamnus spinescens</i> A. Gray	AI	N
AGAVACEAE		
<i>Agave angustifolia</i> Haw.	R	N
<i>Agave aboriginum</i> Trel.		
<i>Agave bergeri</i> Trel. ex A. Berger		
<i>Agave breedlovei</i> Gentry		
<i>Agave costaricana</i> Gentry		
<i>Agave donnell-smithii</i> Trel.		
<i>Agave elongata</i> Jacobi		
<i>Agave endlichiana</i> Trel.		
<i>Agave exselsa</i> Baker		
<i>Agave ixtli</i> Karw. ex Salm-Dyck		
<i>Agave ixtloides</i> Hook.		
<i>Agave jacquiniana</i> Schult.		
<i>Agave kirchneriana</i> A. Berger		
<i>Agave lespinassei</i> Trel.		
<i>Agave letonae</i> F.W. Taylor ex Trel.		
<i>Agave letonae</i> var. <i>marginata</i> Trel.		
<i>Agave owenii</i> I.M. Johnst.		
<i>Agave pacifica</i> Trel.		
<i>Agave panamana</i> Trel.		
<i>Agave prainiana</i> A. Berger		
<i>Agave sicaefolia</i> Trel.		
<i>Agave spectabilis</i> Tod.		
<i>Agave wightii</i> J.R. Drumm. & Prain		
<i>Agave wrightii</i> J.R. Drumm.		
<i>Agave yaquiiana</i> Trel.		
<i>Agave zapupe</i> Trel.		
AIZOACEAE		
<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	Ha	N
<i>Portulacastrum monogynum</i> (L.) Medik.		
<i>Portulacastrum monogynum</i> (L.) Medik.		
<i>Trianthema flexuosa</i> Schumach. & Thonn.		
<i>Trianthema littoralis</i>		
<i>Trianthema monanthogyna</i> L.		
<i>Trianthema monogyna</i> L.		
<i>Trianthema procumbens</i> Mill.		
ASCLEPIADACEAE		
<i>Cynanchum pringlei</i> (A. Gray) Henrickson	He	N
<i>Cynanchum barbigerum</i> var. <i>breviflorum</i> Schinners		
<i>Metastelma pringlei</i> Gray		
ASTERACEAE		
<i>Encelia farinosa</i> A. Gray ex Torr.	AI	N
<i>Encelia farinosa</i> var. <i>phenicodonta</i> (S.F. Blake) I.M. Johnst.		
<i>Perityle microglossa</i> Benth.	Ha	N
<i>Perityle spilantheidoides</i> (Schultz-Bip.) Rydb.		
<i>Perityle palmeri</i> S. Watson	Hp	E
<i>Pectis linifolia</i> var. <i>marginalis</i> Fernald	Ha	N
<i>Pectidium punctatum</i> Less.		
<i>Pectis linifolia</i> var. <i>marginalis</i> Fernald.		
<i>Pectis punctata</i> Jacq.		
<i>Verbesina linifolia</i> L.		
<i>Porophyllum pinifolium</i> Rydb.	Hp	N
AVICENNIACEAE		
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	AI	N
<i>Avicennia nitida</i> Jacq.		

<i>Bontia germinans</i> L.		
BORAGINACEAE		
<i>Cordia greggii</i> Torr.	Al	E
BURSERACEAE		
<i>Bursera laxiflora</i> S. Watson	As	E
CACTACEAE		
<i>Ferocactus herrerae</i> J.G. Ortega	Ac	E
<i>Mammillaria mazatlanensis</i> K. Schum. subesp. <i>mazatlanensis</i>	Ac	E
<i>Mammillaria occidentalis</i> (Britton & Rose) Boedeker		
<i>Opuntia alamosensis</i> Britton & Rose	Ac	E
<i>Opuntia thurberi</i> var. <i>alamosensis</i> (Britton & Rose) Bravo		
<i>Cylindropuntia alamosensis</i> (Britton & Rose) Backeb.		
<i>Opuntia fulgida</i> Engelm.	Ac	N
<i>Cylindropuntia fulgida</i> (Engelm.) F. Knuth		
<i>Opuntia phaeacantha</i> Engelm.	Ac	N
<i>Opuntia angustata</i> Engelm. & J.M. Bigelow		
<i>Opuntia phaeacantha</i> var. <i>brunnea</i> Engelm.		
<i>Opuntia phaeacantha</i> var. <i>laevis</i> (J.M. Coult.) L.D. Benson		
<i>Opuntia phaeacantha</i> var. <i>major</i> Engelm.		
<i>Opuntia superbospina</i> Griffiths		
<i>Opuntia rileyi</i> J.G. Ortega	Ac	E
<i>Opuntia spraguei</i> J.G. Ortega	Ac	E
<i>Opuntia wilcoxii</i> Britton & Rose	Ac	E
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S. Watson) Britton & Rose	Ac	E
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> ssp. <i>tehuantepecanus</i> (MacDougall & Bravo) P.V. Heath		
<i>Pachycereus tehuantepecanus</i> MacDougall & Bravo		
<i>Stenocereus alamosensis</i> (J.M. Coult.) A.C. Gibson & K.E. Horak	Ac	E
<i>Rathbunia alamosensis</i> (J. Coulter) Britton & Rose		
<i>Rathbunia neosonorensis</i> Backeberg		
<i>Rathbunia sonorensis</i> (Runge) Britton & Rose		
<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb.	Ac	N
<i>Cereus thurberi</i> Engelm.		
<i>Lemaireocereus thurberi</i> (Engelm.) Britt. & Rose		
<i>Pachycereus thurberi</i> (Engelm.) H. Bravo		
CAPPARACEAE		
<i>Forchammeria watsonii</i> Rose	Á	E
<i>Polanisia dodecandra</i> (L.) DC subsp. <i>trachysperma</i> (Torr. & Gray) Iltis	Ha	N
<i>Polanisia trachysperma</i> Torr. & A. Gray		
CONVOLVULACEAE		
<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	Hp	N
EUPHORBIACEAE		
<i>Argythamnia neomexicana</i> Muell.-Arg.	Ha	N
<i>Ditaxis neomexicana</i> (Müll. Arg.) A. Heller		
<i>Chamaesyce pediculifera</i> (Engelm.) Rose Standl.	Hp	N
<i>Euphorbia pediculifera</i> Engelm.		
<i>Chamaesyce petrina</i> (S. Watson) Millsp.	Hp	E
<i>Euphorbia petrina</i> S. Watson		
<i>Jatropha cinerea</i> (Ortega) Muell.-Arg.	As	N
<i>Mozinna cinerea</i> Ortega		
FABACEAE		
<i>Pithecellobium unguis-cati</i> (L.) Benth.	Al	N
<i>Inga microphylla</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		
<i>Inga rosea</i> (Vahl)		
<i>Inga unguis-cati</i> (L.) Willd.		
<i>Mimosa rosea</i> Vahl		
<i>Mimosa unguis-cati</i> L.		
<i>Pithecellobium laevis</i> L. Cárdenas		
<i>Pithecellobium microchlamys</i> Pittier		
<i>Pithecellobium microphyllum</i> Benth.		
<i>Pithecellobium pulchellum</i> Pittier		
<i>Zygia unguis-cati</i> (L.) Sudw.		
MALPIGHIACEAE		

Malpighia emarginata DC.	AI	N
<i>Malpighia puniceifolia</i> var. <i>obovata</i> Nied.		
<i>Malpighia puniceifolia</i> var. <i>vulgaris</i> Nied.		
<i>Malpighia retusa</i> Benth.		
<i>Malpighia umbellata</i> Rose		
MALVACEAE		
Abutilon palmeri A. Gray	AI	N
<i>Abutilon aurantiacum</i> S. Watson		
<i>Abutilon macdougallii</i> Rose & Standl.		
NYCTAGINACEAE		
Boerhavia erecta L.	Ha	N
<i>Boerhavia discolor</i> Kunth		
<i>Boerhavia virgata</i> Kunth		
POACEAE		
Bouteloua aristidooides (Kunth) Griseb.	Ha	N
<i>Aristida unilateralis</i> Willd. Ex Steud.		
<i>Atheropogon aristidooides</i> (Kunth) Roem & Schult.		
<i>Bouteloua aristidooides</i> var. <i>aristidooides</i>		
<i>Bouteloua aristidooides</i> var. <i>arizonica</i> M. E. Jones		
<i>Bouteloua ciliata</i> Griseb.		
<i>Bouteloua gracilis</i> Vasey		
<i>Dinebra hirsuta</i> J. Presl.		
<i>Dinebra aristidooides</i> Kunth		
Chloris virgata Sw.	Ha	N
<i>Agrostomia barbata</i> Cerv.		
<i>Bouteloua curtispindula</i> (Michx.) Torr.		
<i>Chloris alba</i> J. Presl		
<i>Chloris alba</i> var. <i>aristulata</i> Torr.		
<i>Chloris albertii</i> Regel		
<i>Chloris barbata</i> var. <i>decora</i> (Nees ex Steud.) Benth.		
<i>Chloris brachystachys</i> Andersson		
<i>Chloris caudata</i> Trin. ex Bunge		
<i>Chloris compressa</i> DC.		
<i>Chloris curtispindula</i> Michx.		
<i>Chloris decorata</i> Nees ex Steud.		
<i>Chloris elegans</i> Kunth		
<i>Chloris gabriellae</i> Domin		
<i>Chloris gracilis</i> P. Durand		
<i>Chloris madagascariensis</i> Steud.		
<i>Chloris meccana</i> Hochst. ex Steud.		
<i>Chloris multiradiata</i> Hochst.		
<i>Chloris notocoma</i> Hochst.		
<i>Chloris penicillata</i> Willd. ex Steud.		
<i>Chloris penicillata</i>		
<i>Chloris polydactyla</i> subsp. <i>multiradiata</i> (Hochst.) Chiov.		
<i>Chloris pubescens</i> Lag.		
<i>Chloris rogeoni</i> A. Chev.		
<i>Chloris tetrastachys</i> Hack. ex Hook. f.		
<i>Chloris tibetica</i> Quézel		
<i>Chloris virgata</i> var. <i>elegans</i> (Kunth) Stapf		
<i>Lepeocercis serrata</i> (Retz.) Trin.		
<i>Rabdochloa virgata</i> (Sw.) P. Beauv.		
<i>Rabdochloa virgata</i> (Sw.) P. Beauv.		
Eriochloa aristata Vasey	Ha	N
<i>Eriochloa boxiana</i> Hitchc.		
<i>Eriochloa punctata</i> var. <i>aristata</i> (Vasey) M.E. Jones		
Pennisetum ciliare var. ciliare (L.) Link	Hp	I
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.		
Melinis repens (Willd.) Zizka	Hp	I
<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E. Hubbard		
<i>Rhynchelytrum roseum</i> (Nees) Stapf & C.E. Hubbard ex Bews		
<i>Saccharum repens</i> Willd.		
<i>Tricholaena repens</i> (Willd.) A.S. Hitchc.		
<i>Tricholaena rosea</i> Nees		

<i>Setaria liebmannii</i> Fourn.	Ha	N
<i>Urochloa fasciculata</i> (Sw.) R. Webster	Ha	N
<i>Brachiaria fasciculata</i> (Sw.) Parodi		
<i>Brachiaria fasciculata</i> var. <i>reticulata</i> (Torr.) Beetle		
<i>Panicum fasciculatum</i> Sw.		
<i>Panicum fasciculatum</i> var. <i>reticulatum</i> (Torr.) Beal		
<i>Urochloa fasciculata</i> var. <i>reticulata</i> (Torr.) R. Webster		
POLYGONACEAE		
<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	Ht	N
<i>Corculum leptopum</i> (Hook. & Arn.) Stuntz		
RHAMNACEAE		
<i>Ziziphus pedunculata</i> (Brandege) Standl.	Al	E
<i>Condalia pedunculata</i> Brandege, 1909		
<i>Ziziphus pedunculata</i> (Brandege) Standl.		
SOLANACEAE		
<i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> (Dunal) Spooner, J. Anderson & R.K. Jansen	Ha	N
<i>Lycopersicon cerasiforme</i> Dunal		
<i>Lycopersicon esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i> (Dunal) Alef.		
<i>Lycopersicon esculentum</i> ssp. <i>galenii</i> (P. Mill.) Luckwill		
<i>Lycopersicon esculentum</i> var. <i>leptophyllum</i> (Dunal) D'Arcy		
<i>Lycopersicon lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> (Dunal) Alef.		
<i>Lycium andersonii</i> Gray	Al	N
<i>Lycium richii</i> Gray	Al	N
<i>Lycium brevipes</i> Benth.		
<i>Physalis angulata</i> L.	Ha	N
<i>Physalis angulata</i> var. <i>lanceifolia</i> (Nees) Waterfall		
<i>Physalis angulata</i> var. <i>pendula</i> (Rydb.) Waterfall		
<i>Physalis angulata</i> fo. <i>ramosissima</i> (Mill.) Stehlé		
<i>Physalis angulata</i> var. <i>capsicifolia</i> (Dunal) Griseb.		
<i>Physalis angulata</i> var. <i>ramosissima</i> (Mill.) O.E. Schulz		
<i>Physalis capsicifolia</i> Dunal		
<i>Physalis esquirolii</i> H. Lév. & Vaniot		
<i>Physalis lanceifolia</i> Nees		
<i>Physalis linkiana</i> Nees		
<i>Physalis pendula</i> Rydb		
<i>Physalis ramosissima</i> Mill.		
ZYGOPHYLLACEAE		
<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	Al	N

Formas vitales: A=árbol, Al=arbusto leñoso, As=arbusto sarcocaulo, Ac=arbusto crasicaule, Ha=hierba anual, Hp=hierba perenne, He=hierba escandente, Ht=hierba trepadora, R=rosetófila.

Distribución: E=endémica; N=nativa; I=introducida