

# Flora de la isla Monserrat, Baja California Sur, México

## Flora of the Island Monserrat, Baja California Sur, México



Víctor Ortiz-Ávila<sup>1</sup>, Gustavo Alberto Arnaud-Franco<sup>\*1</sup>, Eduardo Estrada-Castillón<sup>2</sup>,  
Miguel Ángel Mellado-Bosque<sup>3</sup>, Eloy Alejandro Lozano-Cavazos<sup>3</sup>,  
Guillermo Romero-Figueroa<sup>4</sup> y José Ángel Villarreal-Quintanilla<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, B.C.S. México. CP 23096. Tel.: 01 (612) 123 8484 Ext. 3318, garnaud04@cibnor.mx (\*Autor responsable). <sup>2</sup> Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Nacional Km. 145, Linares, Nuevo León, México. <sup>3</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

<sup>4</sup>Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias, Ensenada, Baja California, México.

### RESUMEN

Con el propósito de identificar la distribución y abundancia de la flora de la isla Monserrat considerando las geoformas presentes: laderas, mesetas, terrazas marinas, cañadas, arroyos y playas, se establecieron 66 transectos de muestreo, a partir de lo cual se registraron 114 especies pertenecientes a 92 géneros y 38 familias, incluidas seis formas de crecimiento. Un total de 69 especies presentaron alguna categoría especial, 34 de ellas son endémicas y sólo dos forman parte de la NOM-059-Semarnat-2010, mientras que doce están incluidas en los listados del CITES, de las cuales once son cactáceas. Las cañadas son las geoformas en las que se obtuvieron los mayores índices de Valor de Importancia, Shannon-Wiener,  $H'$ , IVI, y donde se desarrollan especies únicas con formas de crecimiento principalmente arbóreo. En contraste, las terrazas marinas presentan una comunidad de matorral xerófilo poco desarrollada. Las cañadas son las áreas de mayor afectación antrópica por lo que se consideraron como sitios críticos.

### ABSTRACT

Based on the geoforms of the Island Monserrat, a study of the description was carried out, distribution and revision of the status: endemics, Mexican Official Norm ECOL-059-2010 [NOM] of the Semarnat and in the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora [CITES] of the flora was carried out, for this study, vegetation belt transects as well as random sampling were established, registering a total of 114 plant, in 92 genera, and 38 families of vascular plants included in six growth forms; 69 species reported are under special category, of which 34 are endemic (peninsula or islands), two are in the nom and 12 in cites list. From 66 vegetation belt transects established in the study area, Shannon-Wiener,  $H'$  and Lloyd-Gheraldi indexes were obtained, which indicate a high diversity, resulting the gullies with the highest diversity indexes and important value indexes values and also with more species under a special category compared with other geoforms, and for instant, they can be considered as critical areas. The study of Monserrat island flora permits us to have a general knowledge of its natural resources in order to carrying out a better management, in such a way, directly in its biological conservation, to permit the continuation of the biological and process in it, under of most minimum human interference conditions.

**Palabras clave:** Parque Nacional Bahía de Loreto, geoformas, áreas críticas, islas, península de Baja California, comunidades vegetales.

**Key words:** Parque Nacional Bahía de Loreto, topoforms, critical areas, islands, Península of Baja California, vegetation communities.

## INTRODUCCIÓN

**E**l aislamiento geográfico de los ecosistemas isleños origina que la biodiversidad presente no tenga un flujo genético al exterior o interior, lo cual favorece su diferenciación y, consecuente, el endemismo de las plantas (Salm y Clark, 1994), pero al mismo tiempo, los expone a factores estocásticos (como huracanes) y a la acción del hombre, lo que hace que las islas sean consideradas ecosistemas frágiles. Para comprender la existencia de la flora en estas áreas, Radhakrishnan *et al.* (1998) y Mueller-Dombois (1999) remarcan la importancia de su relación con la geomorfología, dado que esto proporciona un mayor entendimiento de los procesos de desarrollo de las comunidades vegetales. Por otra parte, García (1993), Osorio *et al.* (1996), Valiente-Banuet *et al.* (1995), López y Morales (1993), Key *et al.* (1984) y McAuliffe *et al.* (1991 y 1994) mostraron la importancia de la relación de la vegetación y geoformas en regiones continentales.

La isla Monserrat forma parte del Parque Nacional Bahía de Loreto (PNBL), que se localiza en el municipio de Loreto, B.C.S. Presenta un alto número de endemismos, principalmente de flora (Anónimo, 1999); sin embargo, el desconocimiento de su vegetación en términos de su abundancia y diversidad, así como del estado de conservación en que se encuentra, es casi nulo. Sólo Shreve y Wiggins (1964), Wiggins (1980) y Case *et al.* (2002), hacen referencia de su flora, pero únicamente en cuanto a la descripción de especies. La isla no cuenta con fuentes de agua y no está habitada, aunque es frecuentemente visitada por pescadores y turistas, lo que origina diversas problemáticas derivadas de la tala de vegetación (para obtener leña), introducción de especies exóticas (flora y fauna) y uso de áreas para campismo (que origina la formación de senderos y compactación de suelos), lo que propicia modificaciones del suelo (erosión), así como la extracción de frutos y semillas de cactáceas.

En este contexto, el objetivo de este estudio fue identificar la relación de las geoformas presentes en la isla Monserrat con la distribución y abundancia de su vegetación, además de identificar áreas que pudieran ser consideradas críticas.

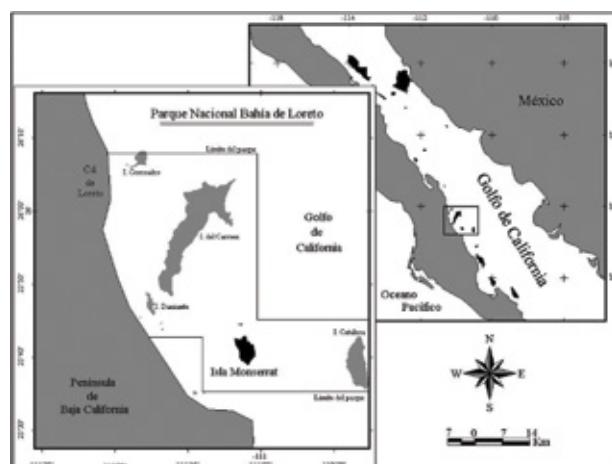
## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La isla Monserrat ( $25^{\circ}41'00''$  N y  $111^{\circ}03'00''$  O) se localiza en el golfo de California a 13.70 km de la pe-

nínsula de Baja California, presenta una elevación de 223 msnm y una superficie de  $19.86 \text{ km}^2$  (Figura 1) (Carreño y Helnes, 2002); con base en la clasificación de Köppen modificada por García (1973), el clima de la isla corresponde al tipo Bw(h") hW (e), el cual es muy seco, cálido y extremoso; la precipitación ocurre en dos períodos del año, mayormente en verano y en menor grado en invierno, con un promedio de precipitación total del mes más lluvioso (septiembre) de 59.9 mm, y de los meses más secos (abril-mayo) de 0.2 mm; la precipitación anual es de 185 mm y la temperatura media anual es de  $33.02^{\circ}$ .

El origen de la isla fue resultado de un proceso tectónico de elevación y movimiento de fallas del suelo marino; está compuesta, en su mayoría, por rocas volcánicas del mioceno y sedimentos marinos del plioceno y pleistoceno; probablemente su separación de la península de Baja California se dio en el pleistoceno tardío (Gastil y Krummenacher, 1977; Gastil *et al.*, 1983). La isla está constituida por una cadena montañosa que la recorre a lo largo: tiende a ser inclinada hacia la vertiente occidental, pero más abrupta hacia la vertiente oriental y hacia su parte sur, donde se localizan los cerros más altos; sus playas son poco desarrolladas y pedregosas, con cantos rodados de 1-30 cm de diámetro. Sólo existe una playa arenosa. La presencia de terrazas marinas en las partes altas de la isla están compuestas de sedimentos calcáreos marinos; son zonas planas, con pendientes de no más de  $4^{\circ}$  de inclinación y con rocas que van de los 30 cm a los 2 m de diámetro que se localizan en zonas elevadas de la isla, las cuales tienen cortes abruptos que forman desfiladeros.



**Figura 1.** Ubicación de la isla Monserrat del Parque Nacional Bahía de Loreto, en el municipio de Loreto, B. C. S. México.

Rzedowski (1981) describe la vegetación de la isla del tipo Desierto Sonorense, con dominancia de matorral espinoso y cactáceas columnares. El matorral más desarrollado se encuentra en las cañadas, cuyas especies más comunes son: *Opuntia* sp., *Cylindropuntia* sp., *Pachycereus pringlei* y *Bursera microphylla*. La única zona con dunas arenosas (al norte de la isla) presenta una vegetación de matorral costero.

### Muestreo

Los sitios de muestreo se seleccionaron con base en fotografías aéreas, escala 1:70,000, que se corroboraron en campo. Se identificaron las geoformas presentes y su distribución en la isla, las cuales se denominaron: laderas, mesetas, terrazas marinas, cañadas, arroyos y playas. Se ubicaron 66 transectos de 5 x 40 m, en los cuales se registraron todos los individuos perennes, a los que se les midió la altura y la cobertura; se registró cada geoforma así como el crecimiento de los individuos que en ellas habitan y se agruparon en: árboles (Ar), arbustos (Ab), herbáceas perennes (Hp), suculentas (Su) y trepadoras (Tr); además se registró la vegetación circundante al transecto. Con los datos obtenidos se estimaron los índices de abundancia (IVI) e índices de diversidad (Shannon-Wiener,  $H'$  y  $J'$ ), con el fin de realizar comparaciones entre las geoformas y, por último, se identificaron las especies presentes en la NOM-059-Semarnat-2001 y en el listado del Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Descripción florística

De los transectos realizados de diciembre de 2003 a mayo de 2005 en la isla Monserrat, se registraron un total de 114 especies pertenecientes a 92 géneros y 38 familias. Las familias más abundantes fueron: Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Cactaceae y Poaceae, y los géneros con mayor diversidad de especies: *Euphorbia*, *Porophyllum*, *Opuntia* y *Perityle*. Las herbáceas perennes y arbustos fueron las formas de crecimiento más representativas. De las 69 especies (60.52%) con algún tipo de categoría, 34 fueron endémicas en diverso grado: a la península e islas 32 y sólo dos a las islas; cinco géneros fueron monoespecíficos y 16 estuvieron reportados con una especie para la isla y península (Wiggins, 1980; Case *et al.*, 2002, Herbario: Annetta Mary Carter del Cibnor) (Cuadro 1). En la NOM-059-Semarnat-2010 se encontraron listadas dos especies que existen en la isla y península, mientras que fueron 12 en la lista del CITES, de las cuales once son cactáceas.

El matorral xerófilo es la vegetación dominante en la isla: en algunos sitios prevalecen las herbáceas del género *Marina*, *Atriplex* y algunas gramíneas, mientras que en otras zonas predominan los arbustos de los géneros: *Gossypium*, *Jatropha*, *Encelia*, *Simmondsia*, *Fouquieria*, y árboles de *Bursera*, los cuales son más abundantes en las zonas con pendientes poco inclinadas (menores de 25°). En las laderas con pendientes pronunciadas (mayores de

**Cuadro 1.** Resumen de taxa con alguna categoría especial.

Categoría	#	A la península e islas	A las islas	Más de una categoría
Una especie	16			
Endémicas	34	32	2	
Género monotípico	5			
NOM-059-Semarnat	2			
CITES	12			
<b>Total</b>	<b>69</b>			<b>9</b>

45°), el desarrollo de la vegetación es escaso. En las laderas de exposición norte la vegetación es más abundante, con mayores coberturas. En términos generales, el matorral de la isla es una comunidad con dominancia de herbáceas perennes y arbustivas, donde la matacora (*Jatropha cuneata*) es la especie dominante.

Un tipo de matorral xerófilo sarcocaule se desarrolla principalmente en cañadas y fondos de cañadas, donde predominan: *Lysiloma candida*, *Bursera microphylla*, *Jatropha cuneata*, y trepadoras como: *Antigonon leptopus*, *Passiflora arida*, *Janusia californica* y *Matelea pringlei*.

En los arroyos la vegetación es más copiosa, ya que presenta una mayor cantidad de especies, de las cuales algunas son únicas; los árboles son la forma de crecimiento más abundante y característica, ya que el palo blanco (*Lysiloma candida*) alcanza alturas de más de 5 m, mientras que el palo fierro (*Olneya tesota*), llega a medir de 4 a 5 metros de altura y a tener una cobertura de más de 5 m<sup>2</sup>.

En las zonas de abanicos aluviales, donde el suelo presenta una capa de materia orgánica, la vegetación es predominantemente del tipo arbustivo y domina el lomboy blanco (*Jatropha cinerea*).

El matorral costero se desarrolla en suelos arenosos de las dunas al norte de la isla, y está compuesto principalmente por el pasto grama (*Jouvea pilosa*) y el cenizo (*Atriplex barclayana*), y por diversas herbáceas anuales que crecen en época de lluvias. El matorral toma diversas composiciones florísticas y formas de crecimiento, que van desde el matorral xerófilo hasta un matorral de tipo sarcocaule.

Las terrazas marinas presentan una comunidad de matorral xerófilo poco desarrollada, con un promedio de 50 cm de altura y coberturas promedio de 1.60 m<sup>2</sup>. En estas zonas, la dominancia está dada por el palo adán (*Fouquieria diguetii*) y la matacora (*Jatropha cuneata*), además se registran los únicos individuos de la biznaga gigante (*Ferocactus digueti*). En la costa norte se presenta el único individuo de mangle rojo (*Rizophora mangle*) de Monserrat.

### Vegetación de los transectos de estudio

Con el muestreo de los 66 transectos se cubrió una superficie de 13,200 m<sup>2</sup> y se registraron en total 5,607 individuos pertenecientes a 51 especies. Los arbustos y las herbáceas perennes fueron los más abundantes (18 y 15 especies, respectivamente), seguidos por las suculentas y árboles con nueve y siete, respectivamente, y por las trepadoras con sólo dos.

La especie más abundante en todas las geofomas fue: *Jatropha cuneata*, la cual registró 503 individuos. *Encelia farinosa* se desarrolla en mesetas con poca pendiente (menores de 10°) y es abundante en el norte de la isla; *Stenocereus gumosus* en manchones que abarcan amplias extensiones, los cuales se pueden observar principalmente en las laderas con poca pendiente (15-20°) de la vertiente este y norte de la isla, y *Lysiloma candida*, una de las pocas especies arbóreas de la isla, es típica de arroyos y algunos fondos de cañada.

El índice de Shannon-Wiener muestra una alta diversidad en la isla ( $H = 2.95$ ); sin embargo, la distribución de la vegetación es heterogénea, así como la morfología de cada especie, la cual varía según las condiciones ambientales que predominen en el microambiente de cada geoforma. En este sentido, destacan los efectos de los componentes abióticos que forman y caracterizan a cada una de las especies.

El índice de valor de importancia más alto se registró para las especies: *Fouquieria diguetii*, *Olneya tesota*, *Jatropha cinerea*, *Bursera microphylla*, *Cercidium microphyllum*, *Stenocereus thurberi*, *Bursera hindsiana*, *Colubrina viridis* y *Maytenus Phyllanthoides*, las cuales en su mayoría son arbóreas y sus doseles sobresalen del dosel medio de la vegetación que caracteriza al matorral xerófilo de la isla. En algunas de estas especies como *J. cinerea*, *B. microphylla*, *C. microphyllum* y *B. hindsiana* se observó pseudonodricismo (protección contra las condiciones medioambientales adversas), importante en la protección, germinación y establecimiento de otras especies vegetales.

En el estrato vertical, las especies dominantes son: *Pachycereus pringlei*, *Stenocereus thurberi*, *Fouquieria diguetii*, *Olneya tesota* y *Jatropha cinerea*, a pesar de que en las cañadas *Lysiloma candida* alcanza alturas de hasta 5 m; sin embargo, en este estrato la altura promedio fue de 64.65 cm, debido al gran número de individuos menores de un metro que se presentan en los transectos.

### Cañadas y otras geoformas

El Cuadro 2 presenta los valores estadísticos de las especies, tanto de las cañadas como de las otras geofomas agrupadas, donde los índices obtenidos fueron mayores para las cañadas; sin embargo, los índices de Shannon-Wiener muestran alta diversidad; en las cañadas (incluidos los arroyos) se desarrollan especies únicas y de crecimiento principalmente arbóreo, y es donde se presentaron los mayores IVI (Cuadro 3).

**Cuadro 2.** Comparación de los valores estadísticos de las especies registradas entre cañadas y otras geoformas.

Índices	Cañadas	Otras geoformas
$H'$	2.97	2.41
$H' \max$	3.56	3.40
$J'$	0.84	0.71

El análisis de la composición estructural de las cañadas muestra una vegetación exuberante, donde el promedio de altura es de 1.60 m y el de cobertura de 4.19 m<sup>2</sup>. La asociación de especies característica de estas zonas es: *Lysiloma candida*, *Jatropha cuneata*, *Colubrina viridis*, *Cercidium praecox* y *C. microphyllum*. En estos sitios, durante la época de lluvias las trepadoras como *Antigonon leptopus* y *Cardiospermum corindum* crecen abundantemente sobre los dobleces de otras especies. Por su parte, el conjunto de las otras geoformas (playas, mesetas, terrazas marinas y laderas) presentan un promedio de alturas de 93.07 cm y de cobertura (dosel) de 2.59 m<sup>2</sup> (Cuadro 3).

#### Estatus de las especies

Del listado que se presenta, 41 especies vegetales (53.51%) tienen una categoría especial, de las cuales los endemismos y las categorías presentes en la NOM-059-Semarnat-2010 y CITES son las más importantes. De los 28 endemismos que presenta la isla, sólo *Ferocactus digueti* var. *digueti* y *Salvia platycheilia* son exclusivas de las islas del golfo de California. Las otras 26 son endémicas a la isla y península. *F. digueti*, que es poco abundante, se distribuye únicamente en cuatro de las ocho terrazas marinas presentes en la isla con sólo 32 individuos, y tiene alturas promedio de 1.30 m. Por su parte, *S. platycheilia* no es abundante y sólo se reporta como observada, y su distribución se presenta en las cañadas de la vertiente oriental, y en menor grado, en la vertiente occidental de la isla. De las especies endémicas a la isla y península, se encuentra *Peniocereus johnstonii*, cactácea que no presenta ninguna categoría de conservación y su distribución y abundancia es escasa; *Lysiloma candida* presenta su mayor abundancia y distribución en las cañadas, mientras que *Ebenopsis confinis* (falso palo fierro) está bien representada tanto en las cañadas como en algunas mesetas de la isla, y se asocia con suelos de origen volcánico.

Entre las especies presentes en la NOM-059-Semarnat-2010 se encuentran el palo fierro (*Olneya tesota*) representada en arroyos, y el mangle rojo (*Rizophora mangle*), del cual solo está presente un individuo en la isla. En lo que respecta al listado del CITES, se encuentran presentes 12 especies: 11 cactáceas y *Euphorbia xantii*, que es abundante en las cañadas.

#### CONCLUSIONES

La isla Monserrat presenta una topografía (geoformas) que le da un carácter especial para el desarrollo de su vegetación, por lo que se considera, junto con otras islas del golfo, uno de los ecosistemas insulares ecológicamente menos perturbado del mundo (Anónimo, 1999). El aislamiento geográfico ha provocado que en mayor o menor grado, la biodiversidad se encuentre aislada genéticamente (Salm y Clark, 1994), lo que ha favorecido un alto endemismo de plantas.

Si bien la literatura que relaciona geomorfología y flora es aún escasa, resulta evidente su relación, lo cual implica un mayor entendimiento de los ecosistemas y de los procesos de desarrollo de las comunidades vegetales. En este sentido, Radhakrishnan *et al.* (1998) y Mueller-Dombois (1999) refirman la importancia de las geoformas en el estudio de la vegetación y de sus procesos de adaptación y desarrollo como una nueva estrategia para la investigación y conservación de los ecosistemas isleños. Por otra parte, García (1993), Osorio *et al.* (1996), Valiente-Banuet *et al.* (1995), López y Morales (1993), Key *et al.* (1984), McAuliffe *et al.* (1991 y 1994), mostraron la importancia de la relación de vegetación y geoformas en regiones continentales.

Los resultados muestran que las cañadas, fondos de cañada y arroyos presentan los índices de diversidad, abundancia de especies y promedios morfométricos más altos, así como especies únicas; cabe mencionar que estas geoformas son las que presentan mayor actividad antrópica, en su mayoría por pescadores, quienes aprovechan el recurso principalmente para combustible (Obs. Per.). Se desconoce hasta el momento el daño que estas actividades provocan a las geoformas y la vegetación que sustentan, por lo que se pueden considerar áreas críticas.

Este estudio sirve de base para entender los procesos de adaptación y distribución de las comunidades vegetales en condiciones geomórficas particulares, como es el caso de las islas, de tal manera que las

**Cuadro 3.** Comparación del número de individuos, promedios e IVI de las especies registradas en las diversas geoformas de isla Monserrat.

Clave	Cañadas				Otras geoformas			
	n	PA(m)	PC(m <sup>2</sup> )	IVI	n	PA(m)	PC(m <sup>2</sup> )	IVI
ANTLEP	1	0	5.06	0	*	*	*	*
ATRBAR	*	*	*	*	54	0.25	0.49	0.44
BURHIN	1	1.45	4.34	34.92	6	1.73	4.59	28.44
BURMIC	18	1.89	11.11	116.82	16	1.06	3.77	14.26
CARCOR	3	0.34	1.14	0.00	*	*	*	*
CARARI	9	0.94	2.10	11.00	*	*	*	*
CERMIC	13	1.47	6.97	56.96	4	1.29	4.75	21.80
CERPRA	19	1.15	3.97	25.37	33	0.99	2.77	9.82
CITFLA	11	1.32	2.89	21.16	6	0.97	1.49	5.19
COCPOS	*	*	*	*	1	0.20	0.01	0
COLVIR	31	1.84	4.14	42.27	4	1.20	3.43	14.71
CROCAL	11	0.97	0.22	1.21	*	*	*	*
DESFRU	11	1.37	0.22	1.65	5	0.93	0.27	0.91
DITLAN	44	0.37	0.11	0.23	2	0.33	0.12	0.14
ENCFAR	*	*	*	*	149	0.61	0.34	0.74
EUPMAG	4	1.66	0.25	2.29	1	0.55	0.44	0.86
EUPXAN	19	1.11	0.79	4.87	*	*	*	*
FOUDIG	10	2.58	5.86	83.81	38	2.12	6.83	51.71
GOSHAR	6	0.74	1.10	4.54	58	0.90	2.32	7.45
HIBDEN	25	0.52	0.72	2.08	18	0.49	0.20	0.36
JANCAL	21	0.54	0.97	2.91	1	1.00	0.50	1.80
JATCIN	16	2.13	6.25	73.89	*	*	*	*
JATCUN	162	0.95	2.13	11.27	341	0.84	1.96	5.93
JOUPIL	*	*	*	*	10	0.32	0.91	1.04
LIPPAL	17	0.97	0.98	5.29	*	*	*	*
LOPSCH	53	1.38	1.44	11.01	*	*	*	*
LYCBER	28	1.08	2.02	12.07	11	1.28	2.69	12.29
LYSCAN	??	0.65	1.22	4.36	0	*	*	*
MAMDIO	14	0.17	0.04	0.04	34	0.14	0.01	0.00
MARPAR	*	*	*	*	8	0.18	0.48	0.31
MAYPHY	13	1.58	4.45	39.07	*	*	*	*

OLNTES	?	2.49	6.37	88.23	4	1.60	6.40	36.58
OPUCHO	14	0.54	0.17	0.49	62	0.79	1.03	2.90
PACPRI	6	3.18	0.24	4.16	1	2.00	0.06	0.44
PALLEU	*	*	*	*	8	0.08	0.03	0.01
PEDMAC	*	*	*	*	?	0.49	0.13	0.22
POROCH	3	0.56	0.21	0.64	26	0.33	0.08	0.09
SIMCHI	13	0.85	0.95	4.49	59	0.68	0.70	1.71
STEHAL	2	1.10	1.92	11.76	*	*	*	*
STEGUM							2.23	7.03
STETHU	4	3.03	3.15	52.96	2	1.85	3.25	21.46
VIGDEL	13	0.78	1.00	4.33	*	*	*	*
<b>Total</b>	<b>787</b>				<b>990</b>			

n = abundancia, PA = Promedio de altura, PC = Promedio de cobertura, IVI = Índice de valor de importancia

características abióticas, y en particular las geológicas, son importantes para considerarlas en la planificación de proyectos de conservación (Wilson, 1994; Sharples, 1998; Barettono *et al.*, 1999, 2000; Osborne, 2000). Además, esta investigación demuestra que se requiere un mayor conocimiento de los recursos presentes para permitir la continuación de los procesos biológicos y evolutivos, sobre todo en ecosistemas frágiles como los isleños, a fin de realizar un mejor manejo del área, de tal manera que incida directamente en su conservación biológica, así como de su paisaje, para el disfrute, esparcimiento y elevación de la calidad de vida de sus habitantes y visitantes.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo forma parte del proyecto: Conservación de las Islas del Golfo de California, del Cibnor, financiado por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C., y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt); se agradece a los Sres. Reymundo Domínguez Cadena y Miguel Salvador Domínguez León, del Herbario: Annetta Mary Carter del Cibnor, por la ayuda en la identificación de las plantas; al personal del Parque Nacional Bahía de Loreto por el apoyo logístico, al técnico Abelino Cota Castro por su valioso apoyo en campo y a las personas de las poblaciones de Ligüi y Loreto por su hospitalidad y ayuda con las lanchas.

## LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 1999. Programa de Manejo de las Islas del Golfo de California. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 216 pp.
- ANÓNIMO. 2005. Convenio Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre. 2005. página de Internet: <http://www.cites.org/>.
- BARETTINO, D., Vallejo, M. y Gallegos, E. 1999. Towards the Balances Management and Conservation of the Geological Heritage in the New Millenium. Sociedad Geológica de España. Madrid, Spain: 459 pp.
- BARETTINO, D., W. A. P. Wimbleton y E. Gallegos. 2000. Geological Heritage: its Conservation and Management: Instituto Tecnológico Geominero de España: Madrid, Spain. 212 pp.
- CARREÑO, A. L. y J. Helenes. 2002. Geology and ages of the islands. Pp14-40. En: Case, T. J.; M. L. Cody y E. Ezcurra (editores). Island Biogeography of the Sea of Cortés. Oxford Unive. Press. Nueva York.
- CASE, T. J. M. L. Cody y E. Ezcurra. 2002. Island Biogeography of the Sea of Cortés. Oxford Unive. Press. Nueva York. 669 pp.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 85 pp.

- GARCÍA, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación de Koeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 2<sup>a</sup> Ed. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. México. 252 pp.
- GARCÍA, F. O. 1993. Influencia de la dinámica del paisaje en la distribución de las comunidades vegetales en la cuenca del río Zapotitlán, Puebla. Centro de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 53-70.
- GASTIL, R. G. y D. Krummenacher. 1977. Reconnaissance geology of coastal Sonora between Puerto Lobos and Bahía Kino. Geological Society of American Bulletin 88: 189-198.
- GASTIL, R. G. y J. Minch y R. P. Phillips. 1983. The geology and ages of islands. In: T. J. Case y M. L. Cody (eds.), Island Biogeography in the sea of Cortez. University of California Press. Berkeley. 13 -15.
- KEY, L. J., L. F. Delph, D. B. Thompson y E. P. Van Hoogenstyn. 1984. Edaphic and the perennial plant community of Sonora Desert Bajada. Southwestern Naturalist. 29:211-222.
- KREBS, C. J. 1989. Ecological Methodology. Harper & Row, New York. 268-290 p.
- LÓPEZ, R. B. y F. O. Morales. 1993. Ecología del paisaje en la parte noroccidental de la Sierra Nevada. Investigaciones Geográficas: Boletín- Instituto de Geografía, UNAM. Special Issue. 75-87.
- McAULIFFE, J. R. 1991. Demographic shifts and plant succession along a late Holocene Soil chronosequence in the Sonoran Desert of Baja California. Journal of Arid Environment. 20: 165-178.
- McAULIFFE, J. R. 1994. Landscape evolution, soil formation and ecological patterns and processes in Sonora Desert Bajadas. Ecological Monographs. 64: 111-148.
- MUELLER-DOMBOIS, D. 1999. Biodiversity and environmental gradients across the tropical Pacific Islands: A new strategy for research and conservation. Naturwissenschaften. 86 (6):253-261.
- OSBORNE, R. A. L. 2000. Geodiversity: "green" geology in action. Proceedings of the Linnean Society of New South Wales. 122: 149-173.
- OSORIO, O. B. A. Valiente-Banuet, P. Dávila y R. Medina. 1996. Tipos de vegetación y diversidad beta en el valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. Bol. Soc. Bot. 59: 35-58.
- RADHAKRISHNAN K., A. G. Pandurangan., S. Rajasekharan y P. Pushpangadan. 1998. Ecofloristic studies of Lakshadweep Islands, India. Journal of Economic and Taxonomic Botany. 22 (1): 37-48.
- RZEDOWSKI, J. 1981. Vegetación de México. Ed. Limusa, D. F. 186 pp.
- SALM R. Y R. CLARK. 1994. A Guide for Managing Marine Protected Area. I. U. C. N. Gland, Switzerland. 222 pp.
- SHARPLES, C. 1998. Concepts and Principles of Geoconservation. Tasmania, Australia: Parks and Wildlife Services. Department of Environment and Land Management. Tasmania, Australia. 86 pp.
- SHREVE, F. y I. L. Wiggins. 1964. Vegetation and flora of the Sonoran Desert. 2 vols. Stanford University Press. 1740 pp.
- VALIENTE-BANUET, A., P. Dávila., M. C. Arizmendi., J. L. León., A. Breceda, y J. Cancino. 1995. Influencia de la evolución de una pendiente de piemonte en una vegetación de cardonal de *Pachycereus pringlei* en Baja California Sur, México. Investigaciones Geográficas. Número especial. 3: 101-113.
- WIGGINS, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. 1706 pp.
- WILSON, C. 1994. Heath heritage conservation. Milton Keynes, UK. The Open University: 222 pp.