

FLORA VASCULAR DE PLAYAS Y DUNAS COSTERAS DEL ESTADO DE SONORA, MÉXICO**VASCULAR FLORA OF BEACHES AND COASTAL DUNES OF THE STATE OF SONORA, MEXICO****FLORA DE PLAYAS Y DUNAS COSTERAS DE SONORA**José Jesús Sánchez-Escalante¹ & Manuel Higinio Sandoval-Ortega^{1,*}¹ Universidad de Sonora, DICTUS, Herbario USON. Niños Héroes, entre Rosales y Pino Suárez, Col. Centro, Hermosillo, Sonora, México, C.P. 83000.*Autor para Correspondencia: m.higinio.s@hotmail.com

RECIBIDO: 10/Junio/2022

RESUMEN

ACEPTADO: 6/Julio/2022

PALABRAS CLAVE:Vegetación costera,
marismas costeras,
hondonadas,
Desierto de Sonora.**KEYWORDS:**Coastal vegetation, coastal
marshes,
hollows,
Sonoran Desert.

En el país, el estudio de playas y dunas costeras se ha realizado principalmente en el Golfo de México y el Caribe. Existen pocos trabajos sobre la flora de este tipo de ecosistema en el pacífico norte, donde ha sido estudiada principalmente en la península de Baja California. De julio de 2010 a marzo de 2012 se visitaron 17 sitios distribuidos a lo largo del litoral del estado de Sonora. En cada sitio se registraron las plantas vasculares en playas y dunas costeras. Se colectaron 500 ejemplares botánicos que fueron identificados con bibliografía especializada y cotejados con material de herbario. La flora vascular de playas y dunas costeras del estado de Sonora está integrada por 397 especies, 259 géneros y 77 familias, principalmente angiospermas de las familias Asteraceae, Poaceae y Fabaceae. Aun cuando la flora vascular de playas y dunas costeras de Sonora representa un pequeño porcentaje del total de taxones registrados para el estado, este trabajo incluye varios elementos que habitan solamente en este tipo de ecosistemas, así como algunos endémicos del país o del estado, por lo que es necesario generar estrategias para conservar estas especies y sus hábitats en esta entidad federativa.

ABSTRACT

In the country, the study of beaches and coastal dunes has been carried out mainly in the Gulf of Mexico and the Caribbean. There are few works on the flora of this type of ecosystem in the North Pacific, where it has been studied mainly in the Baja California peninsula. From July 2010 to March 2012, 17 sites distributed along the coast of the state were visited. In each site, vascular plants distributed on beaches and coastal dunes were recorded. 500 specimens were collected and identified with specialized bibliography and collated with herbarium material. The vascular flora of beaches and coastal dunes in the state of Sonora is made up of 397 species of vascular plants, 259 genera and 77 families, especially angiosperms of the families Asteraceae, Poaceae y Fabaceae. Even though the taxa that make up the vascular flora of beaches and coastal dunes of Sonora represent a small percentage of the total registered in the state, it includes several elements that only inhabit this type of ecosystem, as well as some endemic to the country or the state, so it is necessary to generate strategies to conserve these species and its habitats in this federal entity.

INTRODUCCIÓN

México se encuentra flanqueado por los océanos Pacífico y Atlántico y es uno de los países con mayor extensión de litorales: 11,122 km (sin incluir litorales insulares), de los cuales el 70% corresponden al océano Pacífico, y 30% al Golfo de México y mar Caribe en el océano Atlántico (DOF 2018).

En alrededor del 80% del litoral mexicano, existen cerca de 800,000 ha de dunas costeras, que representan el 1% de la superficie del país (Jiménez-Orocio et al. 2015). Las dunas costeras son acumulaciones de arena arrastrada por el viento ubicadas detrás de la playa, donde los depósitos eólicos se entremezclan con arenas de playa depositadas por las olas (NSW Department of Land and Water Conservation 2001), por lo que

son sistemas dinámicos que dependen principalmente del transporte de sedimentos por el viento y, en menor grado, del efecto combinado de la marea de tormenta, de la marea astronómica, y del oleaje, por lo tanto, son vulnerables a las variaciones de cualquiera de estos elementos o procesos, así como a las actividades humanas (SEMARNAT 2013).

Entre los distintos beneficios que las dunas costeras proporcionan se encuentra la captación de agua, servir como amortiguadores contra la intrusión salina (Martínez et al. 2004, Tripathy et al. 2016), barreras de defensa ante fenómenos hidrometeorológicos extremos e inundaciones (SEMARNAT 2013), además de ser sitios de alimentación y de anidación de diversas especies de fauna (Tripathy et al. 2016), como aves y tortugas marinas, sin mencionar su valor paisajístico y cultural.

Pese a su importancia biológica y ecológica, son uno de los ecosistemas más alterados a causa de la creciente presión humana sobre los espacios litorales, que en las últimas décadas se han convertido en un producto turístico (Martín-Prieto 2016).

A nivel nacional, el estudio de estos ecosistemas se ha realizado principalmente en la región del Golfo de México y el Caribe, mientras que solo el 28% de las investigaciones publicadas hasta el momento corresponde a las dunas costeras del Pacífico, aun cuando estas últimas se consideran prácticamente intactas, mientras que las del Golfo de México han sido afectadas por el establecimiento de puertos industriales y comerciales (Jiménez-Orocio et al. 2015). Así mismo, la mayoría de los trabajos florísticos de playas y dunas costeras en el país se han realizado en las costas del atlántico (Álvarez-Molina et al. 2012, Castillo et al. 1991, Castillo y Moreno-Casasola 1998, Collantes-Chávez-Costa et al. 2019, Espejel 1984, 1986, Infante-Mata et al. 2011, Moreno-Casasola et al. 2011), mientras que los pocos trabajos realizados en el pacífico corresponden principalmente a la península de Baja California (Johnson 1977, 1982, Romero-López et al. 2006).

Por lo anterior, es necesario llevar a cabo más trabajos que permitan dar a conocer la riqueza biológica de estos ecosistemas en las costas del noroeste del país, una zona importante debido a su heterogeneidad ambiental y especies endémicas (Jiménez-Orocio et al. 2015), particularmente en el Golfo de California.

Hasta la fecha, no se había realizado un estudio enfocado únicamente a la flora de las playas y dunas costeras de Sonora. El objetivo del presente trabajo fue elaborar un listado y una base de datos de las plantas vasculares presentes en las playas y dunas costeras de este estado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio.- Sonora se localiza al NW de la República Mexicana, cuenta con 184,934 Km², está situado por arriba del paralelo 26°00' y limita al N con los Estados Unidos de Norteamérica, al E con Chihuahua, por el SE con Sinaloa, al S y W con el Golfo de California y al NW con Baja California (INEGI 2017). El territorio litoral del estado se extiende por 13 municipios (Figura 1) ubicados sobre la provincia biogeográfica Sonorense (Morrone et al. 2017), tiene una longitud aproximada de 1,207 km (INEGI 1993) y cuenta con un total de 42,551 ha de dunas costeras, que en general se encuentran en un buen estado de conservación (Jiménez-Orocio et al. 2014). El clima es predominantemente árido-cálido, temperaturas máximas entre 28 y 29°C y las mínimas entre 10.2 y 11.9°C, aunque hay días durante el verano en los que se pueden alcanzar temperaturas extremas de más de 50°C, con precipitaciones anuales entre 0.1 y 94 mm (García 1964, Jiménez-Orocio et al. 2014).

Recolecta e identificación de ejemplares vegetales.- El trabajo de campo se llevó a cabo entre julio de 2010 a marzo de 2012, con apoyo del proyecto: *Flora de Playas y Dunas Costeras de México* (HJ007 CONABIO). Se visitaron 17 sitios distribuidos a lo largo del territorio costero estatal (Fig. 1). En cada sitio se efectuaron exploraciones de recolecta de plantas con base en la metodología propuesta por Engelmann (1986). Se colectaron 500 ejemplares, con hasta tres duplicados que fueron identificados mediante literatura especializada (Felger 2000, Felger et al. 2001, FNA Editorial Committee 1993+), cotejados con material depositado en el Herbario de la Universidad de Sonora (USON) y depositados en el mismo; adicionalmente se consultaron los registros en las colecciones digitales de los herbarios ARIZ, DES, UCR, UNM y ASU (acrónimos de los herbarios de acuerdo con Thiers 2022) vía Red de Herbarios del Noroeste de México (Sánchez-Escalante & Gilbert 2018).

Se sigue la circunscripción de las familias aceptada por el APG (Stevens 2001+) y la validez de los nombres científicos fue corroborada mediante WFO (2022), POWO (2022) y TROPICOS (2022).

Listado de especies y base de datos.- Se realizó un listado de los taxones registrados, en donde se indica si se trata de una especie no nativa (POWO 2022, Van Devender et al. 2009a, Villaseñor y Espinosa-García 2004), endémica de México (Villaseñor 2016) o en una categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Adicionalmente, se elaboró una base de datos en el portal de la Red de Herbarios del Noroeste de México

(Sánchez-Escalante & Gilbert 2018), donde se muestran los taxones identificados y los registros de ejemplares obtenidos de los herbarios consultados, y que fueron recolectados a lo largo de la costa del estado. Una lista actualizada se puede consultar en el enlace siguiente: <https://herbanwmex.net/portal/checklists/checklist.php?clid=3405&pid=&dyncid=0>

RESULTADOS

La flora vascular de playas y dunas costeras del estado de Sonora está integrada por al menos 397 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 259 géneros y 77 familias (Cuadro 1). La gran mayoría de los taxones registrados corresponde a angiospermas excepto por una especie de gimnosperma, *Ephedra trifurca* Torr. ex S. Watson.

Cerca del 57% de las familias registradas está representada por una o dos especies, Fabaceae es la que presenta el mayor número (42 spp), seguida por Asteraceae (40 spp) y Poaceae (38 spp).

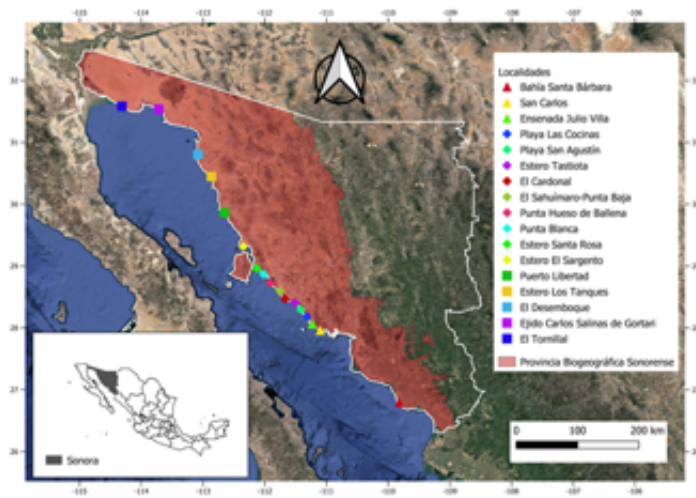


Figura 1. Localidades visitadas, durante el trabajo de campo, en playas y dunas costeras del estado de Sonora, México.

Entre los taxones más representativos de las costas del estado se encuentran *Abronia maritima* Nutt. ex S. Watson, *Sesuvium portulacastrum* (L.) L., *Palafoxia arida* B.L. Turner & M.I. Morris, *Allenrolfea occidentalis* (S. Watson) Kuntze (Fig. 2O) y *Atriplex barclayana* (Benth.) D. Dietr. (Fig. 2K), especies herbáceas o subarborescentes que crecen principalmente en playas arenosas y sobre dunas embrionarias, mientras que tierra adentro, en dunas estabilizadas, se encuentran especies arbustivas como *Koeberlinia spinosa* Zucc. (Fig. 2E) y *Lycium brevipes* Benth. (Fig. 2M).

En total se registraron 75 especies endémicas de México,



Figura 2. Algunas especies de plantas vasculares distribuidas en playas y dunas costeras del estado de Sonora. A= *Gossypium turneri* Fryxell, B= *Triteleiopsis palmeri* (S. Watson) Hoover, C= *Loeseliastrum schottii* (Torr.) Timbrook, D= *Cryptantha maritima* (Greene) Greene, E= *Koeberlinia spinosa* Zucc., F= *Dithyrea californica* Harv., G= *Coreocarpus sonoranus* Sherff, H= *Eulobus californicus* Nutt. ex Torr. & A. Gray, I= *Ambrosia dumosa* (A. Gray) W.W. Payne, J= *Tiquilia plicata* (Torr.) A.T. Richardson, K= *Atriplex barclayana* (Benth.) D. Dietr., L= *Helianthus niveus* (Benth.) Brandegees, M= *Lycium brevipes* Benth., N= *Frankenia palmeri* S. Watson, O= *Allenrolfea occidentalis* (S. Watson) Kuntze.

46 de estas se encuentran solamente en los estados que rodean el golfo de California (Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora) y tres se distribuyen exclusivamente en Sonora: *Dicoria argentea* Strother, *Physalis purpurea* Wiggins y *Gossypium turneri* Fryxell, esta última de distribución restringida a la localidad de San Carlos, municipio de Guaymas, un área altamente impactada por actividades humanas, principalmente la construcción de inmuebles.

Adicionalmente, se identificaron seis especies protegidas: el mangle negro (*Avicennia germinans* (L.) L.), el mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.), mangle blanco (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn.), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus* L.), palo fierro (*Olneya tesota*) y el guayacán (*Guaiacum coulteri* A. Gray).



Figura 3. Algunas especies no nativas e invasoras en playas y dunas costeras de Sonora: A= *Mesembryanthemum crystallinum* L., B= *Brassica tournefortii* Gouan, C= *Tamarix chinensis* Lour., D= *Cenchrus ciliaris* L.



Figura 4. Amenazas de playas y dunas en el estado de Sonora. A= Basura en dunas al sur de Puerto Libertad, Pitiquito, B= Dunas de playa Los Algodones, Guaymas, impactadas por vehículos todo terreno, C= Granja acuícola, en Punta Baja, Hermosillo, D= Duna erosionada por las olas en El Cardonal, Hermosillo.

Por otro lado, se registró un total de 23 especies no nativas, entre las cuales debemos mencionar los hielitos (*Mesembryanthemum crystallinum* L.), la mostaza del Sahara (*Brassica tournefortii* Gouan), el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) y el pino salado (*Tamarix chinensis* Lour.), por su comportamiento invasor (Fig. 3).

Además de la flora exótica, durante las expediciones de recolecta se observaron otras amenazas para las playas y dunas costeras del estado, generadas principalmente por algunas actividades humanas como el turismo, la agricultura y la acuicultura, aunque también hay sitios en donde la erosión natural ha afectado a estos ecosistemas (Fig. 4).

DISCUSIÓN

En las playas y dunas costeras de Sonora se registró

el 50% de las familias, 29% de los géneros y 19% de las especies reportadas a nivel nacional para este tipo de ecosistemas (Espejel et al. 2017) y el 41% de las familias, 23% de los géneros y únicamente el 11% de las especies de plantas vasculares hasta ahora reportadas para el estado (Van Devender et al. 2009b).

No solo en Sonora la proporción de taxones que habitan en las costas es baja en comparación con el total de especies reportadas para el estado. A nivel nacional, la flora de playas y dunas costeras representa solo el 9.5% de la flora vascular del país (Espejel et al. 2017). Esta baja riqueza puede deberse a que son pocas las plantas vasculares capaces de subsistir en las condiciones de salinidad e inestabilidad del sustrato, así como al impacto del viento y las olas, por lo que usualmente se trata de especies anuales de crecimiento rápido (De Araujo y Alvarez-Pereira 2009, Calvã o et al. 2013).

Las familias Asteraceae, Fabaceae y Poaceae, presentan la mayor cantidad de especies distribuidas en las costas del estado y son también las mejor representadas en playas y dunas de México (Espejel et al. 2017) y otras regiones del planeta (Abdelal et al. 2019, Mahklouf 2020, Sarika 2012).

En el país, solo gimnospermas del género *Zamia* L. habían sido reportadas anteriormente para las costas (Espejel et al. 2017). No obstante, además de registrarse en el litoral sonorense, *Ephedra trifurca* ha sido recolectada en dunas costeras del estado de Baja California, donde se extiende su distribución (Villaseñor 2016): *J. Rebman 2231* (BCMEX) *M.A. Macías 545* (BCMEX, SD), *M.A. Macías 577* (BCMEX), *R.S Felger 06-26* (BCMEX, SD).

Aunque algunas de las especies registradas, como *Abronia maritima*, *Sesuvium verrucosum* Raf. Y *Euphorbia leucophylla* Benth., han sido reconocidas como mayoritariamente de dunas (Espejel et al. 2017), gran parte de los taxones que integran la flora de dunas costeras no son exclusivos de este tipo de ambientes y, en Sonora, muchos son también elementos de la vegetación de otro tipo de ecosistemas como marismas, manglares y matorral xerófilo.

A nivel mundial, las playas y dunas costeras se encuentran en riesgo alto, principalmente por el turismo y el desarrollo urbano, que alteran el paisaje, además de los efectos del cambio climático, en especial el aumento del nivel del mar (Calvã o et al. 2013, Defeo et al. 2008, Martín-Prieto 2016). En Sonora, las principales actividades que ponen en riesgo este tipo de ecosistemas son las granjas acuícolas y la agricultura (Jiménez-Orocio et al. 2014), pero, aunque el turismo no es una amenaza en todas las dunas de Sonora, el impacto por actividades como el uso de vehículos

todo terreno y el abandono de residuos sólidos puede observarse en distintos sitios de las costas del estado, por lo que se debe crear conciencia entre la población acerca de la importancia de estos ecosistemas y su biodiversidad.

Cuadro 1. Plantas vasculares de playas y dunas costeras del estado de Sonora. *= endémica de México, **= Endémica de los estados que rodean el Golfo de California (Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora), ***= endémica del estado de Sonora, 1= Protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010, 2= no nativa.

Familia	Género	Especie
ACANTHACEAE	<i>Avicennia</i>	¹ <i>A. germinans</i> (L.) Stearn
	<i>Dicliptera</i>	<i>D. resupinata</i> (Vahl) Juss.
	<i>Elytraria</i>	<i>E. imbricata</i> (Vahl) Pers.
	<i>Holographis</i>	** <i>H. virgata</i> (Harvey ex Benth. & Hook. f.) Daniel
	<i>Justicia</i>	<i>J. californica</i> (Benth.) D. Gibson <i>J. candicans</i> (Nees) L. Benson
	<i>Ruellia</i>	** <i>R. californica</i> I.M. Johnst. <i>R. ciliatiflora</i> Hook.
ACHATOCARPACEAE	<i>Phaulothamnus</i>	<i>P. spinescens</i> A. Gray
AIZOACEAE	<i>Mesembryanthemum</i>	² <i>M. crystallinum</i> L.
		² <i>M. nodiflorum</i> L.
	<i>Sesuvium</i>	<i>S. portulacastrum</i> L. <i>S. verrucosum</i> Raf.
	<i>Trianthema</i>	<i>T. portulacastrum</i> L.
AMARANTHACEAE	<i>Allenrolfea</i>	<i>A. occidentalis</i> (S. Watson) Kuntze
	<i>Alternanthera</i>	* <i>A. stellata</i> Uline et Bray.
	<i>Amaranthus</i>	<i>A. fimbriatus</i> (Torr.) Benth. ex S. Watson
		<i>A. palmeri</i> S. Watson
		<i>A. watsonii</i> Standl.
	<i>Aphanisma</i>	<i>A. blitoides</i> Nutt. ex Moq.
	<i>Arthroceras</i>	<i>A. subterminale</i> (Parish) Piirainen & G. Kadereit
	<i>Atriplex</i>	** <i>A. barclayana</i> D. Dietr.
		<i>A. canescens</i> (Pursh) Nutt. <i>A. polycarpa</i> (Torr.) S. Wats.
	<i>Chenopodiastrum</i>	² <i>C. murale</i> (L.) S. Fuentes-B., Uotila & Borsch
	<i>Iresine</i>	** <i>I. alternifolia</i> S. Watson
	<i>Nitrophila</i>	<i>N. occidentalis</i> (Moq.) S. Watson.
	<i>Salicornia</i>	<i>S. bigelovii</i> Torr.
<i>S. europaea</i> L.		
<i>S. virginica</i> L.		
<i>Sarcobatus</i>	<i>S. vermiculatus</i> (Hook.) Torr.	
<i>Suaeda</i>	<i>S. esteroa</i> W.R. Ferren & S.A. Whitmore	
	<i>S. fruticosa</i> Forssk. ex J.F. Gmel.	
	<i>S. nigra</i> (Raf.) J.F. Macbr.	
	<i>Tidestromia</i>	<i>T. lanuginosa</i> (Nutt.) Standl.
APIACEAE	<i>Bowlesia</i>	<i>B. incana</i> Ruiz & Pav.
APOCYNACEAE	<i>Asclepias</i>	<i>A. albicans</i> S. Watson

		** <i>A. subaphylla</i> Woodson
		<i>A. subulata</i> Decne.
	<i>Cryptostegia</i>	² <i>C. grandiflora</i> R. Br.
	<i>Funastrum</i>	<i>F. clausum</i> Schltr.
		<i>F. cynanchoides</i> (Decne.) Schltr.
		<i>F. heterophyllum</i> (Engelm. ex Torr.) Standl.
	<i>Marsdenia</i>	* <i>M. edulis</i> S. Watson
	<i>Metastelma</i>	* <i>M. californicum</i> Benth.
		** <i>M. cuneatum</i> Brandegee
ASPARAGACEAE	<i>Agave</i>	** <i>A. aktites</i> Gentry
		<i>A. angustifolia</i> Haw.
		<i>A. deserti</i> Engelm.
		** <i>A. felgeri</i> Gentry
	<i>Dichelostemma</i>	<i>D. capitatum</i> (Benth.) Alph. Wood
	<i>Hesperocallis</i>	<i>H. undulata</i> A. Gray
	<i>Triteleopsis</i>	<i>T. palmeri</i> (S. Wats.) Hoover
ASTERACEAE	<i>Aldama</i>	** <i>A. congesta</i> (Rose ex Ralph Hoffm.) E.E. Schill. & Panero
	<i>Ambrosia</i>	<i>A. confertiflora</i> DC.
		<i>A. cordifolia</i> (A. Gray) W.W. Payne
		<i>A. deltoidea</i> (Torr.) W.W. Payne
		** <i>A. divaricata</i> (Brandegee) Payne
		<i>A. dumosa</i> (A. Gray) W.W. Payne
	<i>Baccharis</i>	<i>B. sarothroides</i> A. Gray
	<i>Baileya</i>	<i>B. pleniradiata</i> Harv. & A. Gray
	<i>Bebbia</i>	<i>B. juncea</i> (Benth.) Greene
	<i>Chaenactis</i>	<i>C. carphoclinia</i> A. Gray
		<i>C. stevioides</i> Hook. & Arn.
	<i>Chloracantha</i>	<i>C. spinosa</i> (Benth.) G.L. Nesom
		* <i>C. sagittata</i> (A. Gray) R.M. King & H. Rob.
	<i>Coreocarpus</i>	** <i>C. sonoranus</i> Sherff
	<i>Dicoria</i>	*** <i>D. argentea</i> Strother
		<i>D. canescens</i> A. Gray
	<i>Eclipta</i>	<i>E. prostrata</i> (L.) L.
	<i>Encelia</i>	<i>E. farinosa</i> A. Gray ex Torr.
		** <i>E. halimifolia</i> Cav.
	<i>Geraea</i>	<i>G. canescens</i> Torr. & A. Gray
	<i>Gundlachia</i>	** <i>G. diffusa</i> (Benth.) Urbatsch & R.P. Roberts
	<i>Helianthus</i>	<i>H. niveus</i> (Benth.) Brandegee
	<i>Hofmeisteria</i>	** <i>H. crassifolia</i> S. Watson
		** <i>H. fasciculata</i> Walp.
	<i>Isocoma</i>	<i>I. acradenia</i> (Greene) Greene
	<i>Malacothrix</i>	<i>M. glabrata</i> (A. Gray ex D.C. Eaton) A. Gray
	<i>Palafoxia</i>	<i>P. arida</i> B.L. Turner & Morris
	<i>Pectis</i>	<i>P. coulteri</i> Harv. & A. Gray
		<i>P. papposa</i> Harv. & A. Gray

	<i>Perityle</i>	<i>P. rusbyi</i> Greene ex A. Gray ** <i>P. californica</i> Benth. <i>P. emoryi</i> Torr. ** <i>P. leptoglossa</i> Harv. & A. Gray
	<i>Pluchea</i>	<i>P. sericea</i> (Nutt.) Coville
	<i>Porophyllum</i>	<i>P. gracile</i> Benth. ** <i>P. pausodinum</i> B.L. Rob. & Greenm.
	<i>Sonchus</i>	² <i>S. oleraceus</i> (L.) L.
	<i>Stephanomeria</i>	<i>S. exigua</i> Nutt. <i>S. pauciflora</i> (Torr.) A. Nels.
	<i>Trixis</i>	<i>T. californica</i> Kellogg
BATACEAE	<i>Batis</i>	<i>B. marítima</i> L.
BORAGINACEAE	<i>Cryptantha</i>	<i>C. marítima</i> (Greene) Greene
	<i>Eremocarya</i>	<i>E. micrantha</i> (Torr.) Greene
	<i>Johnstonella</i>	<i>J. angustifolia</i> (Torr.) Hasenstab & M.G. Simpson ** <i>J. grayi</i> (Vasey & Rose) Hasenstab & M.G. Simpson <i>J. racemosa</i> (S. Watson ex A. Gray) Brand
BRASSICACEAE	<i>Brassica</i>	² <i>B. tournefortii</i> Gouan
	<i>Descurainia</i>	<i>D. pinnata</i> (Walter) Britton
	<i>Dithyrea</i>	<i>D. californica</i> Harv.
	<i>Lepidium</i>	² <i>L. didymum</i> L. <i>L. lasiocarpum</i> Nutt. <i>L. coulteri</i> Hook. & Harv.
	<i>Lyrocarpa</i>	<i>R. teres</i> (Michx.) R. Stuckey
	<i>Rorippa</i>	² <i>S. irio</i> L.
	<i>Sisymbrium</i>	** <i>T. excerta</i> Fernald
BROMELIACEAE	<i>Tillandsia</i>	<i>T. recurvata</i> (L.) L.
BURSERACEAE	<i>Bursera</i>	* <i>B. hindsiana</i> Engl. * <i>B. laxiflora</i> S. Watson <i>B. microphylla</i> A. Gray
CACTACEAE	<i>Carnegiea</i>	<i>C. gigantea</i> (Engelm.) Britton & Rose
	<i>Cylindropuntia</i>	<i>C. bigelovii</i> (Engelm.) Knuth <i>C. fulgida</i> (Engelm.) Knuth <i>C. leptocaulis</i> (DC.) Knuth <i>F. emoryi</i> (Engelm.) Orcutt <i>F. herrerae</i> Ortega
	<i>Ferocactus</i>	<i>L. schottii</i> (Engelm.) Britt. & Rose
	<i>Lophocereus</i>	<i>M. grahamii</i> Engelm. * <i>M. mazatlanensis</i> K. Schum.
	<i>Mammillaria</i>	* <i>P. pringlei</i> Britton & Rose
	<i>Pachycereus</i>	<i>P. striatus</i> (Brandeg.) Buxbaum
	<i>Peniocereus</i>	** <i>S. gummosus</i> (Engelm.) A.C. Gibson & K.E. Horak
	<i>Stenocereus</i>	<i>S. thurberi</i> (Engelm.) Buxbaum
CAMPANULACEAE	<i>Nemacladus</i>	<i>N. glanduliferus</i> Jepson
CAPPARACEAE	<i>Atamisquea</i>	<i>A. emarginata</i> Miers ex Hook. & Arn.

CARYOPHYLLACEAE	<i>Achyronychia</i>	<i>A. cooperi</i> Torr. & A. Gray
	<i>Drymaria</i>	<i>D. viscosa</i> S. Watson
	<i>Herniaria</i>	² <i>H. hirsuta</i> L.
CELASTRACEAE	<i>Maytenus</i>	<i>M. phyllanthoides</i> Benth.
CLEOMACEAE	<i>Cleome</i>	² <i>C. viscosa</i> L.
	<i>Wislizenia</i>	<i>W. refracta</i> Engelm.
COMBRETACEAE	<i>Conocarpus</i>	¹ <i>C. erectus</i> L.
	<i>Laguncularia</i>	¹ <i>L. racemosa</i> C.F. Gaertn.
COMMELINACEAE	<i>Commelina</i>	<i>C. diffusa</i> Burm. f. <i>C. erecta</i> L.
CONVOLVULACEAE	<i>Cressa</i>	<i>C. truxillensis</i> Kunth
	<i>Cuscuta</i>	<i>C. leptantha</i> Engelm.
	<i>Ipomoea</i>	<i>I. triloba</i> L.
	<i>Jacquemontia</i>	<i>J. pringlei</i> A. Gray
CORDIACEAE	<i>Cordia</i>	<i>C. parvifolia</i> A. DC.
	<i>Varronia</i>	<i>V. curassavica</i> Jacq.
CRASSULACEAE	<i>Dudleya</i>	<i>D. arizonica</i> Rose
CUCURBITACEAE	<i>Ibervillea</i>	** <i>I. sonora</i> Greene
	<i>Luffa</i>	<i>L. operculata</i> (L.) Cogn.
	<i>Echinopepon</i>	** <i>E. insularis</i> S. Watson
CYMODOCEACEAE	<i>Halodule</i>	<i>H. wrightii</i> Asch.
CYPERACEAE	<i>Cyperus</i>	<i>C. compressus</i> L.
		<i>C. esculentus</i> L.
		<i>C. hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.
		<i>C. odoratus</i> L.
		<i>C. squarrosus</i> L.
		* <i>B. sonora</i> S. Watson
EHRETIACEAE	<i>Bourreria</i>	<i>T. palmeri</i> (A. Gray) A. Richards.
	<i>Tiquilia</i>	<i>T. plicata</i> (Torr.) A. Richards.
EPHEDRACEAE	<i>Ephedra</i>	<i>E. trifurca</i> Torr. ex S. Watson
EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha</i>	<i>A. californica</i> Benth.
	<i>Chamaesyce</i>	<i>C. micromera</i> (Boiss. ex Engelm.) Woot. & Standl.
	<i>Croton</i>	<i>C. californicus</i> Muell.-Arg. <i>C. sonora</i> Torr. <i>C. wigginsii</i> L.C. Wheeler
	<i>Ditaxis</i>	<i>D. lanceolata</i> (Benth.) Pax & K. Hoffmann <i>D. neomexicana</i> (Müll. Arg.) A. Heller
	<i>Euphorbia</i>	<i>E. abramsiana</i> L.C. Wheeler * <i>E. californica</i> Boiss. <i>E. capitellata</i> Engelm. <i>E. eriantha</i> Benth. <i>E. florida</i> Engelm. <i>E. heterophylla</i> L. * <i>E. incerta</i> Brandegee ** <i>E. leucophylla</i> Benth.

FABACEAE

	<i>E. lomelii</i> V.W. Steinm.
	<i>E. marginata</i> Pursh
	<i>E. misera</i> Benth.
	<i>E. pediculifera</i> Engelm.
	* <i>E. petrina</i> S. Watson
	<i>E. polycarpa</i> Benth.
	<i>E. serpens</i> Kunth
	<i>E. setiloba</i> Engelm. ex Torr.
	** <i>E. tomentulosa</i> S. Watson
	** <i>E. xanti</i> Engelm. ex Boiss.
<i>Jatropha</i>	<i>J. cinerea</i> (Ortega) Müll. Arg.
	<i>J. cuneata</i> Wiggins & Rollins
<i>Ricinus</i>	² <i>R. communis</i> L.
<i>Sebastiania</i>	<i>S. bilocularis</i> S. Watson
<i>Stillingia</i>	<i>S. linearifolia</i> S. Watson
<i>Tragia</i>	** <i>T. jonesii</i> Radcl.-Sm. & Govaerts
<i>Astragalus</i>	<i>A. magdalenae</i> Greene
	<i>A. sabulonum</i> A. Gray
<i>Calliandra</i>	** <i>C. californica</i> (Benth.) D. Gibs.
	<i>C. eriophylla</i> Benth.
<i>Coulteria</i>	* <i>C. pumila</i> (Britton & Rose) Sotuyo & G.P.Lewis
<i>Coursetia</i>	<i>C. glandulosa</i> A. Gray
<i>Dalea</i>	<i>D. mollis</i> Benth.
	<i>D. mollissima</i> (Rydb.) Munz
<i>Desmanthus</i>	<i>D. covillei</i> (Britt. & Rose) Wiggins ex B.L. Turner
	** <i>D. fruticosus</i> Rose
<i>Ebenopsis</i>	** <i>E. confinis</i> Britton & Rose
<i>Erazurizia</i>	* <i>E. megacarpa</i> I.M. Johnst.
<i>Erythrostemon</i>	** <i>E. palmeri</i> (S. Watson) Gagnon & G.P.Lewis
<i>Haematoxylum</i>	<i>H. brasiletto</i> Karst.
<i>Havardia</i>	* <i>H. sonorae</i> Britton & Rose
<i>Lotus</i>	<i>L. strigosus</i> (Nutt.) Greene
<i>Lupinus</i>	<i>L. arizonicus</i> (S. Watson) S. Watson
<i>Lysiloma</i>	** <i>L. candidum</i> Brandegee
<i>Macroptilium</i>	<i>M. atropurpureum</i> (DC.) Urban
<i>Marina</i>	** <i>M. maritima</i> Brandegee
	<i>M. parryi</i> (Torr. & A. Gray) Barneby
	** <i>M. peninsularis</i> (Rose) Barneby
<i>Mariosousa</i>	<i>M. willardiana</i> (Rose) Seigler & Ebinger
<i>Melilotus</i>	² <i>M. indicus</i> (L.) All.
<i>Mimosa</i>	<i>M. distachya</i> Cav.
	<i>M. tricephala</i> Schltld. & Cham.
<i>Neptunia</i>	<i>N. plena</i> Lindl.
<i>Olneya</i>	¹ <i>O. tesota</i> A. Gray
<i>Parkinsonia</i>	<i>P. microphylla</i> Torr.

	<i>Phaseolus</i>	<i>P. praecox</i> (Ruiz & Pav.) J.A.Hawkins
	<i>Pithecellobium</i>	<i>P. filiformis</i> Benth.
	<i>Prosopis</i>	<i>P. dulce</i> (Roxb.) Benth.
		<i>P. glandulosa</i> Torr.
		<i>P. pubescens</i> Benth.
		<i>P. velutina</i> Wooton
	<i>Psorothamnus</i>	<i>P. emoryi</i> (A. Gray) Rydb.
	<i>Rhynchosia</i>	<i>R. precatoria</i> (Willd.) DC.
	<i>Senna</i>	<i>S. covesii</i> (A. Gray) H.S. Irwin & Barneby
	<i>Tephrosia</i>	<i>T. vicioides</i> Schltld.
	<i>Vachellia</i>	** <i>V. californica</i> (Brandege) Seigler & Ebinger
		<i>V. constricta</i> (Benth.) Seigler & Ebinger
		<i>V. farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.
FOUQUIERIACEAE	<i>Fouquieria</i>	** <i>F. columnaris</i> Kellogg ex Curran
		** <i>F. diguetii</i> (Tiegh.) I.M. Johnst.
		<i>F. splendens</i> Engelm.
FRANKENIACEAE	<i>Frankenia</i>	<i>F. palmeri</i> S. Watson
HELIOTROPACEAE	<i>Heliotropium</i>	<i>H. curassavicum</i> L.
HYDROPHYLLACEAE	<i>Phacelia</i>	<i>P. crenulata</i> Torr. ex S. Watson
JUNCACEAE	<i>Juncus</i>	<i>J. cooperi</i> Engelm.
KOEBERLINIACEAE	<i>Koeberlinia</i>	<i>K. spinosa</i> Zucc.
KRAMERIACEAE	<i>Krameria</i>	<i>K. bicolor</i> S. Watson
		<i>K. erecta</i> Willd. ex J.A. Schultes
LAMIACEAE	<i>Hyptis</i>	* <i>H. albida</i> Kunth
		<i>H. emoryi</i> Torr.
	<i>Teucrium</i>	<i>T. cubense</i> Jacq.
LOASACEAE	<i>Eucnide</i>	** <i>E. cordata</i> Kellogg ex Curran
	<i>Mentzelia</i>	** <i>M. adhaerens</i> Benth.
		<i>M. multiflora</i> (Nutt.) A. Gray
LORANTHACEAE	<i>Struthanthus</i>	* <i>S. palmeri</i> Kuijt
MALPIGHIACEAE	<i>Callaeum</i>	<i>C. macropterum</i> (Moc. & Sesse ex DC.) D.M. Johnson
	<i>Cottisia</i>	<i>C. californica</i> (Benth.) W.R. Anderson & C. Davis
		<i>C. gracilis</i> (A. Gray) W.R. Anderson
MALVACEAE	<i>Abutilon</i>	<i>A. abutiloides</i> (Jacq.) Garcke ex Britt. & Wilson
		<i>A. incanum</i> (Link) Sweet
		<i>A. palmeri</i> A. Gray
	<i>Gossypium</i>	*** <i>G. turneri</i> Fryxell
	<i>Herissantia</i>	<i>H. crispa</i> (L.) Briz.
	<i>Hibiscus</i>	<i>H. denudatus</i> Benth.
	<i>Malva</i>	² <i>M. parviflora</i> L.
	<i>Malvastrum</i>	<i>M. bicuspidatum</i> (S. Wats.) Rose
	<i>Malvella</i>	<i>M. leprosa</i> (Ortega) Krapov.
	<i>Melochia</i>	<i>M. tomentosa</i> L.
	<i>Sida</i>	<i>S. abutifolia</i> Mill.
	<i>Sphaeralcea</i>	<i>S. ambigua</i> A. Gray

		<i>S. coulteri</i> (S. Watson) A. Gray
		<i>S. orcuttii</i> Rose
MARTYNIACEAE	<i>Proboscidea</i>	<i>P. altheidifolia</i> (Benth.) Decne.
MOLLUGINACEAE	<i>Mollugo</i>	<i>M. verticillata</i> L.
MORACEAE	<i>Ficus</i>	* <i>F. petiolaris</i> Kunth
NAMACEAE	<i>Nama</i>	<i>N. demissa</i> A. Gray
		<i>N. hispida</i> A. Gray
NYCTAGINACEAE	<i>Abronia</i>	<i>A. maritima</i> Nutt. ex S. Watson
		<i>A. villosa</i> S. Watson
	<i>Allionia</i>	<i>A. incarnata</i> L.
	<i>Boerhavia</i>	<i>B. erecta</i> L.
		<i>B. gracillima</i> Heimerl
		<i>B. spicata</i> Choisy
		<i>B. triquetra</i> S. Watson
		** <i>B. xanti</i> S. Watson
	<i>Commicarpus</i>	<i>C. scandens</i> (L.) Standl.
	<i>Mirabilis</i>	<i>M. laevis</i> (Benth.) Curran
	<i>Okenia</i>	<i>O. hypogaea</i> Schltld. & Cham.
	<i>Salpianthus</i>	** <i>S. macrodontus</i> Standl.
ONAGRACEAE	<i>Chylismia</i>	<i>C. claviformis</i> (Torr. & Frém.) A.Heller
	<i>Eulobus</i>	<i>E. californicus</i> Nutt.
	<i>Oenothera</i>	<i>O. deltoides</i> Torr. & Frém.
		<i>O. drummondii</i> Walp.
		<i>O. kunthiana</i> (Spach) Munz
PAPAVERACEAE	<i>Argemone</i>	<i>A. gracilentata</i> Greene
	<i>Eschscholzia</i>	<i>E. minutiflora</i> S. Watson
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora</i>	* <i>P. arida</i> (Mast. and Rose) Killip
PETIVERIACEAE	<i>Rivina</i>	<i>R. humilis</i> L.
PLANTAGINACEAE	<i>Antirrhinum</i>	** <i>A. costatus</i> Wiggins
		<i>A. watsonii</i> Vasey & Rose
	<i>Mecardonia</i>	<i>M. procumbens</i> (P. Mill.) Small
	<i>Plantago</i>	<i>P. ovata</i> Forssk.
	<i>Pseudorontium</i>	<i>P. cyathiferum</i> Benth.
POACEAE	<i>Anthephora</i>	<i>A. hermaphrodita</i> Kuntze
	<i>Aristida</i>	<i>A. adscensionis</i> L.
	<i>Aristida</i>	<i>A. californica</i> Thurb.
	<i>Aristida</i>	<i>A. ternipes</i> Cav.
	<i>Arundo</i>	² <i>A. donax</i> L.
	<i>Bouteloua</i>	<i>B. aristidoides</i> (Kunth) Griseb.
		<i>B. barbata</i> Lag.
		<i>B. diversispicula</i> Columbus
		<i>B. erecta</i> (Vasey & Hack.) Columbus
	<i>Cenchrus</i>	² <i>C. ciliaris</i> L.
		<i>C. echinatus</i> L.
		<i>C. palmeri</i> Vasey

	<i>Chloris</i>	<i>C. spinifex</i> Cav.
		² <i>C. barbata</i> Sw.
		<i>C. virgata</i> Sw.
	<i>Cynodon</i>	<i>C. dactylon</i> (L.) Pers.
	<i>Distichlis</i>	<i>D. littoralis</i> (Engelm.) H.L.Bell & Columbus
		<i>D. palmeri</i> Fassett ex I.M.Johnst.
		<i>D. spicata</i> (L.) Greene
	<i>Echinochloa</i>	² <i>E. colonum</i> (L.) Link
	<i>Eragrostis</i>	<i>E. pectinacea</i> (Michx.) Nees ex Steud.
	<i>Hilaria</i>	<i>H. rigida</i> (Thurb.) Benth. ex Scribn.
	<i>Jouvea</i>	<i>J. pilosa</i> Scribn.
	<i>Leptochloa</i>	<i>L. crinita</i> (Lag.) P.M.Peterson & N.Snow
		<i>L. panicea</i> (Retz.) Ohwi
	<i>Melinis</i>	² <i>M. repens</i> (Willd.) Zizka
	<i>Muhlenbergia</i>	<i>M. microsperma</i> (DC.) Trin.
	<i>Panicum</i>	<i>P. hirticaule</i> J. Presl
	<i>Pappophorum</i>	<i>P. philippianum</i> Parodi
	<i>Phalaris</i>	² <i>P. minor</i> Retz.
	<i>Phragmites</i>	<i>P. australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.
	<i>Setaria</i>	<i>S. leucopila</i> (Scribn. & Merr.) K. Schum.
	<i>Sporobolus</i>	<i>S. airoides</i> (Torr.) Torr.
		<i>S. coromandelianus</i> (Retz.) Kunth
		<i>S. cryptandrus</i> (Torr.) A. Gray
		<i>S. virginicus</i> (L.) Kunth
	<i>Urochloa</i>	<i>U. arizonica</i> (Scribn. & Merr.) Morrone & Zuloaga
	<i>Vulpia</i>	<i>V. octoflora</i> (Walter) Rydb.
POLEMONIACEAE	<i>Langloisia</i>	<i>L. setosissima</i> (Torr. & A. Gray ex Torr.) Greene
POLYGONACEAE	<i>Antigonon</i>	<i>A. leptopus</i> Hook. & Arn.
	<i>Eriogonum</i>	<i>E. inflatum</i> Torr.
	<i>Nemacaulis</i>	<i>N. denudata</i> Nutt.
	<i>Polygonum</i>	² <i>P. argyrocoleon</i> Steud. ex Kunze
	<i>Rumex</i>	<i>R. inconspicuus</i> Rech.f.
PORTULACACEAE	<i>Portulaca</i>	<i>P. halimoides</i> L.
		<i>P. oleracea</i> L.
		<i>P. suffrutescens</i> Engelm.
PRIMULACEAE	<i>Bonellia</i>	<i>B. macrocarpa</i> (Cav.) B.Ståhl & Källersjö
RESEDACEAE	<i>Forchhammeria</i>	** <i>F. watsonii</i> Rose
	<i>Oligomeris</i>	<i>O. linifolia</i> (Vahl) J.F. Macbr.
RHAMNACEAE	<i>Colubrina</i>	* <i>C. viridis</i> (M.E. Jones) M.C.Johnst.
	<i>Condalia</i>	<i>C. globosa</i> I.M. Johnston
		<i>C. lycioides</i> (Gray) Weberb.
	<i>Ziziphus</i>	* <i>Z. amole</i> (Sessé & Moc.) M.C.Johnst.
		<i>Z. obtusifolia</i> (Hook. ex Torr. & A. Gray) A. Gray
RHIZOPORACEAE	<i>Rhizophora</i>	¹ <i>R. mangle</i> Roxb.
RUBIACEAE	<i>Galium</i>	<i>G. stellatum</i> Kellogg

	<i>Randia</i>	* <i>R. thurberi</i> S. Watson
RUPPIACEAE	<i>Ruppia</i>	<i>R. maritima</i> L.
RUTACEAE	<i>Amyris</i>	<i>A. balsamifera</i> L.
	<i>Esenbeckia</i>	* <i>E. hartmanii</i> Robins. & Fernald
SANTALACEAE	<i>Phoradendron</i>	<i>P. brachystachyum</i> (DC.) Oliv.
		<i>P. californicum</i> Nutt.
		<i>P. villosum</i> Nutt.
SAPINDACEAE	<i>Cardiospermum</i>	<i>C. corindum</i> L.
		<i>C. halicacabum</i> L.
SCHOEPFIACEAE	<i>Schoepfia</i>	** <i>S. shreveana</i> Wiggins
SIMMONDSIACEAE	<i>Simmondsia</i>	<i>S. chinensis</i> (Link) Schneid.
SOLANACEAE	<i>Datura</i>	<i>D. discolor</i> Bernh.
		<i>D. lanosa</i> Bye
	<i>Lycium</i>	<i>L. andersonii</i> A. Gray
		<i>L. brevipes</i> Benth.
		<i>L. californicum</i> Nutt. ex A. Gray
		<i>L. fremontii</i> A. Gray
		<i>L. parishii</i> A. Gray
	<i>Nicotiana</i>	<i>N. clevelandii</i> A. Gray
		² <i>N. glauca</i> Graham
		<i>N. obtusifolia</i> M. Martens & Galeotti
	<i>Physalis</i>	<i>P. crassifolia</i> Benth.
		*** <i>P. purpurea</i> Wiggins
	<i>Solanum</i>	* <i>S. houstonii</i> Martyn
		<i>S. elaeagnifolium</i> Cav.
		<i>S. hindsianum</i> Benth.
		* <i>S. tridynamum</i> Dun.
	<i>Stenosperma</i>	* <i>S. halimifolium</i> Bentham
TAMARICACEAE	<i>Tamarix</i>	² <i>T. chinensis</i> Lour.
TYPHACEAE	<i>Typha</i>	<i>T. domingensis</i> Pers.
URTICACEAE	<i>Parietaria</i>	<i>P. floridana</i> Nutt.
VERBENACEAE	<i>Aloysia</i>	** <i>A. sonorensis</i> Moldenke
	<i>Lantana</i>	<i>L. camara</i> L.
	<i>Lippia</i>	* <i>L. palmeri</i> S. Watson
	<i>Verbena</i>	<i>V. halei</i> Small
VITACEAE	<i>Cissus</i>	<i>C. trifoliata</i> (L.) L.
ZOSTERACEAE	<i>Zostera</i>	<i>Z. marina</i> Vis.
ZYGOPHYLLACEAE	<i>Fagonia</i>	<i>F. barclayana</i> Rydb.
		<i>F. laevis</i> Standl.
	<i>Guaiacum</i>	¹ <i>G. coulteri</i> A. Gray
	<i>Kallstroemia</i>	<i>K. californica</i> (S. Watson) Vail
		<i>K. grandiflora</i> Torr. ex A. Gray
	<i>Larrea</i>	<i>L. tridentata</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Coville
	<i>Tribulus</i>	² <i>T. terrestris</i> L.
	<i>Viscainoa</i>	** <i>V. geniculata</i> Greene

CONCLUSIONES

Aun cuando los taxones registrados representan a un pequeño porcentaje del total reportado para Sonora, la flora de playas y dunas costeras incluye varios elementos que habitan solamente en este tipo de ambientes, así como algunos endémicos del país o la región y es necesario generar estrategias para asegurar su presencia futura en el estado.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado gracias a una colaboración con la Universidad Autónoma de Baja California con fondos del proyecto HJ007, patrocinado por la Comisión para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad en México (CONABIO). Además, queremos hacer patente nuestro agradecimiento a las personas que apoyaron el trabajo de campo: Denise Zulema Ávila Jiménez y Nieves Castillo Amarillas (técnicos del proyecto); estudiantes de la Universidad de Sonora: David Alfredo Delgado Zamora, Stephanie Olivares, Noelia Encinas, Leonel García, José Maytorena, Mario Erandi Bonillas Monge, y Mónica Holguín Villa; voluntarios y gente de las localidades visitadas: Eduardo Gómez Limón, Gloria Guadalupe Morales Figueroa, Servando López Monroy, Elba Cecilia Navarro Reyes, Brisa Morales Navarro y Alejandro Cabrera Contreras.

LITERATURA CITADA

Abdelaal, M., Ahmed, D., Fois, M., Fenu, G., Bacchetta, G. (2019). Floristic patterns and ecological drivers of sand dune ecosystem along the Mediterranean coast of Egypt.

Arid Land Research and Management 33: 1–24. <https://doi.org/10.1080/15324982.2018.1564147>

Álvarez-Molina, L.L., Martínez, M.L., Pérez-Maqueo, O., Gallego-Fernández, J.B. y Flores, P. (2012). Richness, diversity, and rate of primary succession over 20 year in tropical coastal dunes. *Plant Ecology* 213: 1597–1608.

Calvão, T., Pessoa, M.F. y Lidon F. (2013). Impact of Human Activities on Coastal Vegetation – A Review. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 25(12): 926–944. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v25i12.16730>

Castillo, S. y Moreno-Casasola, P. (1998). Análisis de la Flora de Dunas Costeras del Litoral Atlántico de México. *Acta Botánica Mexicana* 45: 55–80.

Castillo, S., Popma, J. y Moreno-Casasola, P. (1991). Coastal sand dune vegetation of Tabasco and Campeche, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 2: 73–88.

Collantes-Chávez-Costa, A., Alanís-Rodríguez, E, Yam-Uicab, O., López-Contreras, C., Sarmiento-Muñoz, T. y

Tapia-Muñoz, J.L. (2019). Composition, Structure and Diversity of Coastal Vegetation in the Northeastern of Cozumel, Mexico. *Botanical Sciences* 97(2): 135–147. <http://dx.doi.org/10.17129/botsci.2044>

De Araujo, S.D. y Alvarez-Pereira, M.C. (2009). Sandy Coastal Vegetation. In: K. Del Claro, P.S. Oliveira y V. Rico-Gray (Eds.) *Tropical Biology and Conservation Management* Vol. 4. Pp 173–189. UNESCO-EOLSS, Oxford.

Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D.S., Schlacher, T., Dugan, J., Jones, A., Lastra, M., Scapini, F. (2008). Threats to sandy beach ecosystems: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81(1): 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.09.022>

DOF. (2018). Acuerdo mediante el cual se expide la Política Nacional de Mares y Costas de México. *Diario Oficial de la Federación, México*. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5545511&fecha=30/11/2018#gsc.tab=0 (Consultado mayo 2022).

Engelmann, G. (1986). Instructions for the collection and preservation of botanical specimens. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 73: 504–507.

Espejel, I. (1984). La vegetación de las dunas costeras de la península de Yucatán I. Análisis florístico del estado de Yucatán. *Biótica* 9: 183–210.

Espejel, I. (1986). La vegetación de las dunas costeras de la península de Yucatán II. Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. *Biótica* 11: 7–24.

Espejel, I., O. Jiménez-Orocio, G. Castillo-Campos, P.P. Garcillán, L. Álvarez, S. Castillo-Argüero, R. Durán, M. Ferrer, D. Infante-Mata, S. Iriarte, J.L. León de la Luz, H. López-Rosas, A. Medel-Narváez, R. Monroy, P. Moreno-Casasola, J.P. Rebman, N. Rodríguez-Revelo, J.J. Sánchez-Escalante & S. Vanderplank. (2017). Flora en playas y dunas costeras de México. *Acta Botánica Mexicana* 121: 39–81. <http://dx.doi.org/10.21829/abm121.2017.1290>

Felger, R.S. (2000). Flora of the Gran Desierto and Río Colorado of Northwestern Mexico. The University of Arizona Press, Arizona, 673 pp.

Felger, R.S., Johnson, M.B. y Wilson, M.F. (2001). The trees of Sonora, Mexico. Oxford University Press, New York, 400 pp.

FNA Editorial Committee. (1993+). Flora of North America North of Mexico [Online]. 22+ vols. New York and Oxford. <http://beta.floranorthamerica.org> (Consultado abril 2022)

García, E. (1964). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las

- condiciones de la República Mexicana). Offset Larios. México D.F.
- INEGI. (1993). Estudio Hidrológico del Estado de Sonora. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, 130 pp.
- INEGI. (2017). Anuario Estadístico y Geográfico de Sonora 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, 675 pp.
- Infante-Mata, D., Moreno-Casasola, P., Madero-Vega, C., Castillo-Campos, G. y Warner, B. G. (2011). Floristic composition and soil characteristics of tropical freshwater forested wetlands of Veracruz on the coastal plain of the Gulf of Mexico. *Forest Ecology and Management* 262: 1514–1531.
- Jiménez-Orocio, O., Espejel, I. y Martínez, M.L. (2015). La investigación científica sobre dunas costeras de México: origen, evolución y retos. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86:486–507. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2015.04.022>
- Jiménez-Orocio, O., Rodríguez-Revelo, N., Espejel, I., Martínez, M.L., Infante-Mata, D. y Monroy, R. (2014). Sonora. En: Martínez, M.L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Infante Mata, D. y Rodríguez-Revelo (Eds.). *Diagnóstico de las Dunas Costeras de México*. Pp. 277–288. SEMARNAT y CONAFOR, México.
- Johnson, A.F. (1977). A survey of the strand and dune vegetation along the Pacific and Southern gulf coasts of Baja California, Mexico. *Journal of Biogeography* 7: 83–99.
- Johnson, A.F. (1982). Dune vegetation along the Eastern shore of the Gulf of California. *Journal of Biogeography* 9: 317–330.
- Mahklouf, M.H. (2020). Biodiversity of the coastal flora of Tripoli Province. *Biodiversity Research and Conservation* 58: 13–19. <https://doi.org/10.2478/biorc-2020-0006>
- Martín-Prieto, J.A. (2016). In: Roig-Munar, F. X. y Quintana Pou, F. J. (eds.). *Restauración y Gestión de Sistemas Dunares. Estudio de casos. Colección Recerca i Territori*, 8. Cataluña: Càtedra d'Ecosistemes Litorals Mediterranis, Parc Natural de Montgrí, Illes Bledes i el Bai. *Investigaciones Geográficas* (66): 167–168. <https://doi.org/10.14198/INGEO2016.66.11>
- Martínez, M.L., Psuty, N.P. y Lubke, R.A. (2004). A perspective on coastal dunes. En: Martínez, M. L., Psuty, N.P. y Lubke, R.A. (Eds.). *Coastal dunes, ecology and conservation*. Pp. 3–10. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin.
- Moreno-Casasola, P., Castillo, S. y Martínez, M.L. (2011). Flora de las playas y ambientes arenosos (dunas) de las costas. En A. Cruz-Angón (Ed.), *La biodiversidad de Veracruz: estudio de estado* (pp. 229–238). Xalapa: Conabio, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C.
- Morrone, J., Escalante, T. & Rodríguez-Tapia, G. (2017). Mexican biogeographic provinces: Map and shapefiles. *Zootaxa* 4277(2):277–279. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4277.2.8>
- NSW Department of Land and Water Conservation. (2001). *Coastal Dune Management: A Manual of Coastal Dune Management and Rehabilitation Techniques*, Coastal Unit, DLWC, Newcastle, 96 pp.
- POWO. (2022). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet. <http://www.plantsoftheworldonline.org/> (Consultado mayo 2022).
- Romero-López, B.E., León-de la Luz, J.L., Pérez-Navarro, J.J. y de la Cruz Agüero, G. (2006). Estructura y composición de la vegetación de la barra costera El Mogote, Baja California Sur, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 79: 21–32
- Sánchez-Escalante, J.J. y Gilbert, E.E. (2018). Red de Herbarios del noroeste de México: Un esfuerzo colaborativo entre botánicos mexicanos. *Árido-Ciencia* 3(2):21–35. <https://herbanwmex.net/portal/> (Consultado febrero 2022)
- Sarika, M. (2012). Flora and vegetation of some coastal ecosystems of Sterea Ellas and eastern continental Greece. *Lazaroa* 33: 65–99. https://doi.org/10.5209/rev_LAZA.2012.v33.40281
- SEMARNAT. (2013). *Manejo de Ecosistemas de Dunas Costeras, Criterios Ecológicos y Estrategias*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ciudad de México, 96 pp.
- Stevens, P.F. (2001+). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/> (Consultado mayo 2022).
- Thiers, B. (2021) Index Herbariorum. A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih> (Consultado febrero 2022).
- Tripathy, B., Behera, S.R., Rajasekhar, P.S. y Mishra, A.K. (2016). Coastal dune flora and fauna of Arribada beach, Rushikulya in Ganjam district, Odisha, India. *e-planet* 14 (1): 28–32.
- TROPICOS. (2022). Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. <https://tropicos.org> (Consultado mayo 2022).

Van Devender, T.R., Felger, R.S., Reina-Guerrero, A.L. y Sánchez-Escalante, J.J. (2009a). Sonora: Non-native and invasive plants. Pp. 85-124 in T. R. Van Devender, F. J. Espinosa-García, B. L. Harper-Lore, and T. Hubbard (eds.), *Invasive Plants on the Move. Controlling them in North America. Proceedings of Weeds Across Borders 2006 Conference*, Hermosillo, Sonora, May 25-28, 2006; Tucson, AZ. <https://herbanwmex.net/portal/checklists/checklist.php?clid=5726&emode=0> (Consultado febrero 2022).

Van Devender, T.R., Sánchez-Escalante, J.J., Felger, R.S. & Reina-Guerrero, A.L. (2009b). *Biblioteca USON - Plantas vasculares del Estado de Sonora, México*. <https://herbanwmex.net/portal/checklists/checklist.php?clid=3816&pid=&dynclid=0> (Consultado febrero 2022)

Villaseñor, J.L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87(3): 559–902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>

Villaseñor, J.L. y Espinosa-García, F.J. (2004). The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and Distributions* 10:113–123. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2004.00059.x>

WFO. (2022). *World Flora Online*. Published on the Internet. <http://www.worldfloraonline.org> (Consultado mayo 2022).