



Especies clave y endemismo

Especies clave

- *Especies clave en la formación de dunas embrionarias y dunas frontales*
- *Especies clave en la estabilización de médanos móviles (pioneras)*
- *Especies clave por su capacidad para extenderse y cubrir la arena*
- *Especies clave por su asociación con las micorrizas y con bacterias fijadoras de nitrógeno*
 - *Especies clave en el proceso de nucleación*
- *Especies clave por su capacidad para atraer aves y enriquecer los matorrales*

Distribución de las principales especies de dunas costeras

Especies endémicas en las dunas

Especies en la NOM

Especies exóticas



Foto: Gerardo Sánchez Vigil

Patricia Moreno-Casasola
Ileana Espejel
Óscar Jiménez-Orocio
Dulce Infante Mata
Natalia Rodríguez-Revelo
Francisco Casillas-Figueroa
Gonzalo Castillo-Campos
Merari Ferrer Cervantes
José Luis León de la Luz
Hugo López Rosas
Jesús Sánchez Escalante
Jesús Pale
Miguel Domínguez
Rafael Durán



◀ a)



▲ b)



▲ c)



▲ d)

▲ ► figura 1 a.

Fotos de especies formadoras de dunas como pastos: a) *Sporobolus virginicus*, b) *Schizachyrium scoparium* var. *littoralis*, y otras herbáceas c) *Sesuvium portulacastrum*, d) *Ipomoea pes-caprae*. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil)

► Especies clave

El proceso de colonización de las dunas por las plantas es lento. Las condiciones ambientales de las dunas costeras son estresantes con una elevada aridez, escasez de nutrientes, temperaturas extremas y movimiento de arena. Por ello, son pocas las especies que pueden establecerse y reproducirse exitosamente en los diferentes ambientes. Aunque las especies características de las dunas costeras son tolerantes a su ambiente limitante, no por ello quiere decir que las especies de las playas y dunas son iguales. Estos ambientes se encuentran entre los ecosistemas más dinámicos del planeta y por ello en cada región hay conjuntos particulares de especies que participan en cada etapa del proceso de colonización y estabilización. Estas especies pueden considerarse como especies clave, ya que juegan un papel fundamental en los procesos que dan vida y mantienen la dinámica de las dunas.

Especies clave en la formación de dunas embrionarias y dunas frontales

Las especies que atrapan la arena, inducen el crecimiento de los médanos y ayudan a estabilizarlos en las dunas embrionarias cercanas a la playa, y son especies clave en la formación de dunas. La arena en movimiento estimula el crecimiento de estas especies, a pesar de ser cubiertas por arena y de hecho, tienen la capacidad de emerger después de ser enterradas. Estas especies aceleran su proceso fotosintético por lo que pueden entonces acumular más biomasa, crecer y finalmente emerger a la superficie después de un evento de enterramiento (Martínez y Moreno-Casasola, 1996; Maun, 1998). En zo-

nas tropicales las especies tolerantes al enterramiento pueden tener varias formas de crecimiento: gramíneas con estolones es decir tallos horizontales enterrados (*Sporobolus virginicus*) con capacidad de extenderse en una superficie muy grande; pastos amacollados como *Uniola paniculata*, *Schizachyrium scoparium*, *Jouvea pilosa* que forman ramilletes y se extienden mediante raíces enterradas de las cuales emerge otro ramillete a corta distancia; plantas con ramas rastreras que se extienden sobre la superficie de la arena (*Ipomoea pes-caprae* o *Canavalia rosea*) formando una especie de sábana o cubierta sobre la arena; hierbas que soportan el enterramiento como *Abronia maritima*; arbustos bajos como *Palafoxia lindenii*, *Chamaecrista chamaecristoides*, *Sesuvium portulacastrum*, *Scaevola plumieri*, *Coccoloba uvifera*, *Heliotropium gnaphalodes*, los cuales pueden extenderse sobre una superficie menor, por lo que es frecuente ver a numerosos individuos cercanos entre si, estabilizando la arena (figura 1 a y 1 b). Todas estas especies son fundamentales en la interfase entre las playas y las dunas y su papel es acumular la arena que el oleaje y las mareas acumulan en las playas y con ayuda del viento formar montículos que luego se unen para formar las dunas frontales. Algunas de estas especies también pueden vivir en las dunas frontales siempre y cuando sean móviles, y en estas zonas también acumulan arena, estabilizándolas.

Especies clave en la estabilización de médanos móviles (pioneras)

Algunas de las especies que ayudan a formar las dunas embrionarias y las dunas frontales, también pueden crecer dentro del sistema y jugar este mismo papel. Son especies fundamentales en el proceso de estabilización de los grandes sistemas de dunas móviles. En estos ambientes no solamente se produce enterramiento por la acumulación de arena (a veces hasta un metro en un año), sino también desenterramiento, y estas especies son capaces de tolerar ambas situaciones. Actúan como barreras que disminuyen la velocidad del viento, atrapando los granos de arena entre sus ramas y sobre todo cuando están sujetas a acumulación de arena, estas especies crecen con más vigor. Conforme acumulan biomasa y aumentan de tamaño, modifican el ambiente de manera que se disminuye el movimiento de arena, y la sombra que proporcionan reduce las fluctuaciones extremas de temperatura, incrementando a la vez la cantidad de nutrientes y la humedad en el suelo. Estos cambios ambientales crean las condiciones para que otras especies puedan establecerse y crecer, aumentando así la superficie cubierta por vegetación, de manera que se va estabilizando el sistema. Por su papel facilitador de la colonización de la arena desnuda, estas especies se conocen como “facilitadoras”. Entre las principales especies facilitadoras de las dunas costeras de México están en Golfo de México *Chamaecrista chamaecristoides*, *Palafoxia lindenii* y *Croton punctatus*. En las zonas áridas *Oenothera drummondii*, *Jouvea pilosa* y *Jatropha cinerea* (figura 2).



▲ figura 2.
En Baja California hay una gran diversidad de plantas que son clave para la estabilización de los grandes sistemas de dunas.
(Fotos: Gerardo Sánchez Vigil)

En este capítulo se reconoce, como se mencionó en el capítulo anterior, que hay más de 2000 especies de plantas que crecen en las dunas, pero que para proyectos de restauración/reforestación no se pueden reproducir todas. En principio, con proyectos de conservación y recuperación de las dunas, se esperaría que naturalmente las dunas volvieran a ser colonizadas por todas las especies, por medio de la restauración pasiva. En el caso de forzar la presencia de plantas, es importante seleccionar aquellas especies por su importancia para iniciar la sucesión del ecosistema, para favorecer procesos de colonización o simplemente para fijar la arena.

Especies clave por su capacidad para extenderse y cubrir la arena

La siguiente fase está representada por especies herbáceas, tanto gramíneas como de otras familias de plantas, con capacidad para extenderse, ya sea por el crecimiento rizomatoso, por sus ramas largas que cubren una cierta extensión o por su capacidad de reproducción vegetativa. Destacan las pioneras comunes de las playas y dunas tropicales como *Ipomoea pes-caprae* y *Canavalia rosea*. En el Golfo de México están el pasto *Schizachyrium scoparium*, y miembros de otras familias como *Commelina erecta*, *Pectis satureioides* y *Macroptilium atropurpureum* (figura 3). Durante el proceso de sucesión, las especies menos tolerantes a las condiciones ambientales de las dunas activas pueden

◀ figura 3.

Fotos de algunas de las especies que se extienden y cubren la arena:

a) *Ipomoea imperati* y b) *Ambrosia hispida*.

(Fotos: Gerardo Sánchez Vigil)

empezar a colonizar y extenderse una vez que las especies pioneras han comenzado a estabilizar los médanos móviles, el suelo ha comenzado a tener mayor cantidad de nutrientes y se presentan algunos microorganismos como las micorrizas y bacterias fijadoras de nitrógeno.

Especies clave por su asociación con las micorrizas y con bacterias fijadoras de nitrógeno

Se ha visto que las micorrizas son el elemento biótico más útil para la restauración de ambientes degradados (Allen et al., 1997). Esta asociación entre los hongos y la vegetación, presente en las raíces de las plantas, es frecuente en condiciones de restricción de nutrientes y su principal beneficio radica en que puede hacer más eficiente la captura del agua y de nutrientes como el fósforo con un costo relativamente bajo para la planta (Allen, 1991). *Chamaecrista chamaecristoides*, *Palafoxia lindenii* e *Ipomoea pes-caprae*, entre otras, muestran una alta dependencia micorrízica con hongos vesículo-arbusculares (Corkidi y Rincón, 1997; Koske et al., 2008). En el Caribe, las especies que presentan abundantes asociaciones con micorrizas son *Sesuvium portulacastrum*, *Fimbristylis spadicea*, *Suriana maritima*, *Chrysobalanus icaco* y *Coccoloba uvifera* (Parrota, 1994; Guadarrama-Chávez et al., 2011). En el Pacífico norte las micorrizas no son tan importantes en la pionera *Abronia maritima*, pero si en las plantas de dunas estabilizadas como *Abronia umbellata*, *Atriplex julacea*, *Eulobus californicus*, *Haplopappus venetus* y *Helianthus niveus* (Sigüenza et al., 1996). Estas autoras mencionan que en las zonas áridas, la presencia de las esporas es muy importante en los pocos meses de lluvias, por lo que es necesario considerar esto para proyectos de restauración/reforestación.

La materia orgánica que producen las plantas y los animales al morir y descomponerse junto con la asociación con micorrizas van enriqueciendo lentamente la arena, que en principio es pobre en nutrientes. Otro mecanismo es por medio de las bacterias fijadoras de nitrógeno presentes en algunas plantas. No hay información sobre la presencia de nódulos fijadores en las plantas de las dunas mexicanas. Sin embargo existen reportes para especies de estos ecosistemas en otras latitudes. Comparaciones de *Solidago sempervirens* y *Ammophila breviligulata*, la especie fijadora por excelencia en las dunas de Estados Unidos y Canadá, creciendo debajo y alejado del arbusto *Myrica pensylvanica* mostró que las plantas debajo del arbusto, o sea asociadas a éste, crecían más grandes, florecían más y con mayor número y más semillas y eran más eficientes al fotosintetizar. Este fenómeno se ha reconocido como nucleación, y aparte de involu-

crar condiciones menos estresantes bajo la planta como menor insolación, temperaturas más bajas sobre la arena, también mostraron que hay mayores niveles de nitrógeno (Shumway, 2000). En otro ejemplo se ha visto que las bacterias fijadoras de nitrógeno son determinantes en la estructura y diversidad de los pastizales de dunas templadas. En experimentos en los que los pastizales habían sido inoculados con una mezcla de estas bacterias, la productividad (crecimiento en biomasa) de la planta fue mayor y contenía más nitrógeno que el pastizal que no había sido inoculado. Además, tres de las cuatro especies de leguminosas requerían de estas bacterias para poder sobrevivir en la presencia de otras especies de plantas (van der Heijden et al., 2006).

Especies clave en el proceso de nucleación

Una vez que los médanos tienen una cubierta herbácea que estabiliza la arena, aparecen arbustos que inician la formación de matorrales. Algunas especies juegan un papel importante al actuar como núcleos, es decir como atractores de otras especies arbustivas y arbóreas, facilitando su establecimiento. Estas especies se denominan nodrizas o nucleadoras y modifican las condiciones ambientales bajo su copa. También es un proceso de facilitación como el mencionado en párrafos anteriores.

En las dunas costeras, al igual que en muchas otras comunidades de matorrales, bosques y selvas, las semillas se dispersan por diversos mecanismos: el viento las transporta, las aves y murciélagos comen frutos y luego las defecan en los sitios donde hay árboles que usan para descanso, caen por su propio peso o tienen vainas que se abren liberando a las semillas. Las especies nodriza generalmente son dispersadas por viento o por las aves. Una vez establecidas, las aves las usan para perchar y dejan caer semillas de otras especies, las cuales encuentran condiciones adecuadas para germinar y para establecerse. De esta manera se inicia el establecimiento de los primeros manchones de vegetación arbórea que posteriormente se convertirá en una selva, un encinar o un matorral, dependiendo de la región. En el Pacífico norte las cactáceas pueden crecer junto a arbustos como *Olneya tesota* (palo fierro), *Fouquieria splendens* y *Bursera hindsiana* en Sonora. En el Pacífico sur el mezquite *Prosopis juliflora* y *Pithecellobium dulce* son nucleadoras. En la región del Golfo de México una de las principales especies nucleadoras se llama palo amarillo *Diphysa americana* (*D. robinoides*). Esta leguminosa tiene vainas muy livianas dispersadas por el viento; otras especies nucleadoras son *Opuntia stricta*, *Acacia farnesiana*. En el Caribe mexicano *Coccoloba uvifera* es una especie nucleadora importante (figura 4).

◀ a)

◀ b)



▲ a)

▲ figura 4.

Fotos de plantas nucleadoras o nodriza de las dunas costeras: a) el cacto *Opuntia stricta*; b) *Abronia maritima*. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil)

Especies clave por su capacidad para atraer aves y enriquecer los matorrales

Las aves son magníficas dispersoras de semillas. Comen frutos y en su trayecto hacia otros árboles, o en los lugares de descanso regurgitan o defecan las semillas. De esta manera van contribuyendo a enriquecer con especies arbustivas y arbóreas los núcleos de vegetación iniciados por las especies nodriza. Entre las especies arbustivas que sirven de alimento a las aves y que se localizan frecuentemente como elemento de la vegeta-



▲ a)



▲ b)

ción de estos núcleos están en las regiones costeras tropicales la cactácea *Opuntia dillenii* y arbustos comunes como *Randia laetevirens*, *Chiococca alba*, *Lantana camara*. Varios árboles frecuentes en las selvas bajas caducifolias y selvas medianas también forman parte de estos núcleos y son dispersadas por aves: *Bursera simaruba*, *Psidium guajava*, *Eugenia acapulcensis*, *Coccoloba humboldtii*, *Nectandra coriacea*. En el Pacífico sur son *Diospyros aequoris*, *Bursera linanoe*, *Jacquinia macrocarpa*. En Sonora las especies del desierto se comparten con las dunas como las cactáceas: *Ferocactus wislizeni*, *Lophocereus schottii*, *Cylindropuntia bigelovii*, *Carnegiea gigantea* y *Pachycereus pringlei* (figura 5).



▲ b)

Distribución de las principales especies de dunas costeras

Desde el punto de vista de los tipos de especies y su distribución sobre las dunas costeras, así como para fines de restauración y/o reforestación, es conveniente separar a las comunidades vegetales de dunas costeras en tres grandes grupos en función de su distribución en las comunidades vegetales (Castillo y Moreno-Casasola, 1996):

- Grupo de especies costeras, son aquellas distribuidas de manera preferencial en el litoral sobre suelos arenosos, unas pocas también en los ecotonos o bordes de manglares y marismas con las dunas. Están claramente adaptadas a sobrevivir y reproducirse ventajosamente bajo las condiciones ambientales y biológicas imperantes en las dunas, como es el movimiento de arena. Para fines de restauración de dunas, éstas son las plantas con las que se debe comenzar un proyecto.
- Grupo de especies propias de la vegetación secundaria o ruderales, frecuentemente localizadas en zonas perturbadas o alteradas por las actividades humanas, como son cultivos, orillas de carreteras, parcelas abandonadas, comunidades en regeneración. Estas especies pueden colonizar y establecerse exitosamente en las zonas semiestabilizadas de las dunas, o bien en las partes más estabilizadas, con suelos relativamente pobres. Son especies tolerantes aún a condiciones limitantes, pero que se dispersan fácilmente y contribuyen a enriquecer la flora de dunas. Algunas de estas especies son importantes en los proyectos de restauración porque son plantas introducidas y sería necesario eliminarlas o al menos buscar formas de controlarlas. También pueden llegar a ser especies invasoras como por ejemplo el pasto exótico *Rhynchelitrum repens*.
- Grupo de especies que habitan preferentemente otros tipos de vegetación tierra adentro como vegetación madura o en etapas tardías de la sucesión y que también pueden establecerse en ambientes estabilizados de las dunas. A este grupo corresponden muchas de las especies leñosas que se comparten entre los matorrales, bosques y selvas establecidos en dunas costeras y en valles, colinas y montañas tierra adentro. La presencia de estas especies frecuentemente se ve favorecida por la vecindad con comunidades vegetales cuyas plantas puedan dispersarse a los ambientes estabilizados de las dunas.

▲ figura 5.

Muchas plantas son dispersadas por aves y ayudan a formar manchones de matorrales que continúan atrayendo más aves. a) *Jacquinia macrocarpa*; b) *Bursera simaruba*. (Fotos: a) Gerardo Sánchez Vigil; b) O. Jiménez-Orocio)

Para ejemplificar estos conceptos y poder entender mejor la flora de las dunas costeras se presenta un análisis realizado con la flora del litoral Atlántico del país, en que se aplicó esta caracterización a 655 especies registradas en 44 sitios. El 11% de las especies se categorizaron como costeras, 37% como propias de comunidades secundarias y 52% propias de comunidades no costeras (Castillo y Moreno-Casasola, 1996). La proporción de especies en estos dos últimos grupos muestran la importancia que ha tenido el contacto de las dunas con otras comunidades establecidas tierra adentro. Esta vecindad tiene una gran influencia en la riqueza de especies en sitios particulares. Sin embargo, estos contactos entre vecinos son cada vez menos frecuentes debido a la intensidad de uso del suelo en el que dominan potreros, cultivos de caña de azúcar, mango, piña, entre otros. Ello hace que en gran parte del país predomine actualmente un paisaje sumamente fragmentado con pequeños manchones arbóreos sobre las dunas, aislados de los manchones de bosques y selvas (figura 6). Esta fragmentación representa una limitante para la recolonización y enriquecimiento de los matorrales y selvas sobre dunas, ya que los propágulos de estos fragmentos tienen que cruzar mayores distancias para encontrar zonas adecuadas para establecerse.

La distribución de las especies de plantas de dunas es muy heterogénea. Hay un conjunto ampliamente distribuido y otras que solamente se localizan en una o en muy pocas áreas. La figura 7 muestra la distribución de especies a lo largo de 44 sistemas de dunas del Golfo y Caribe de México. Puede apreciarse que pocas especies aparecen en la

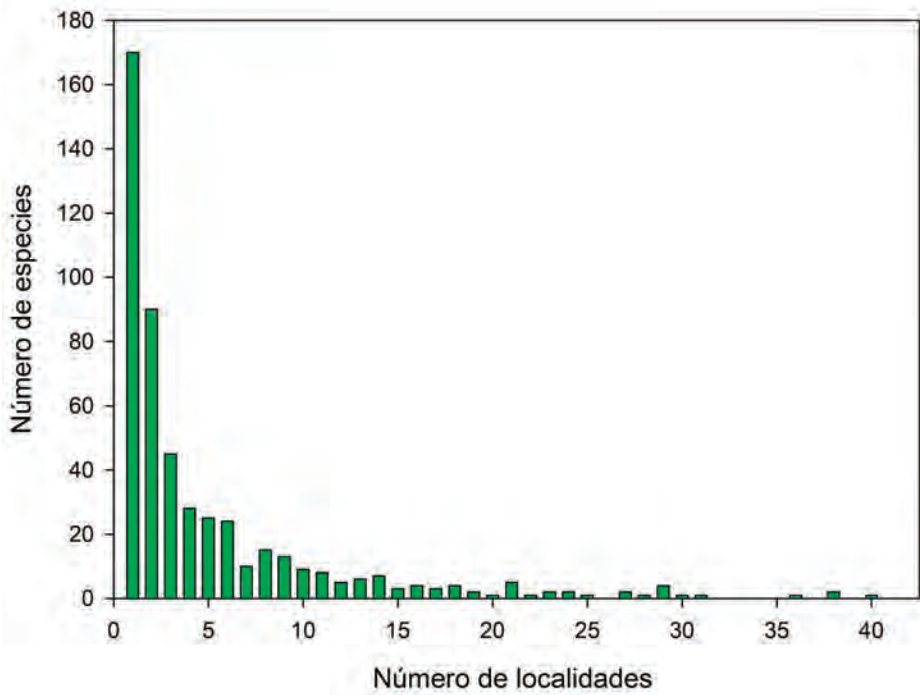


figura 7. Sobre el eje X, cada barra representa el número de especies que aparecen en una localidad, en dos, en tres, y hasta en 40 localidades. Puede verse que más de 170, aparecen en una sola localidad y muy pocas aparecen en más de 10 localidades.
Redibujado: Castillo y Moreno-Casasola (1998).

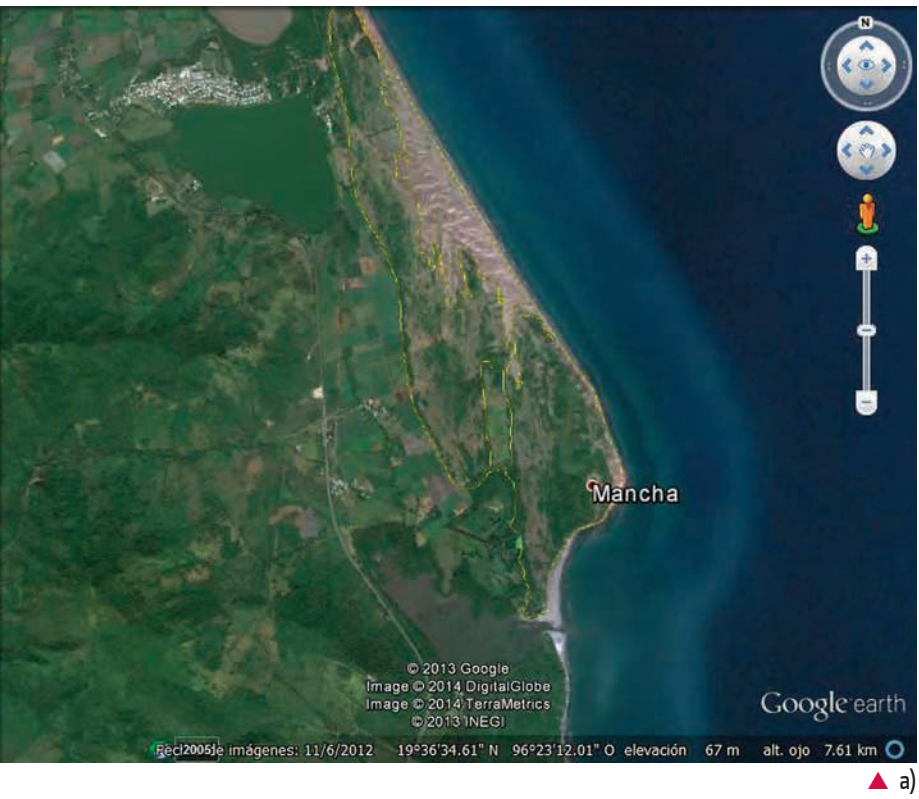


figura 6a. En esta imagen de Google Earth de las dunas de La Mancha, Veracruz, se observa un sistema de dunas móviles que se continúa con uno estabilizado hacia el sur. Colindan con campos de cultivo cubiertos con caña de azúcar y maíz. La vegetación arbórea es uno de los remanentes de selva sobre dunas único en el país.

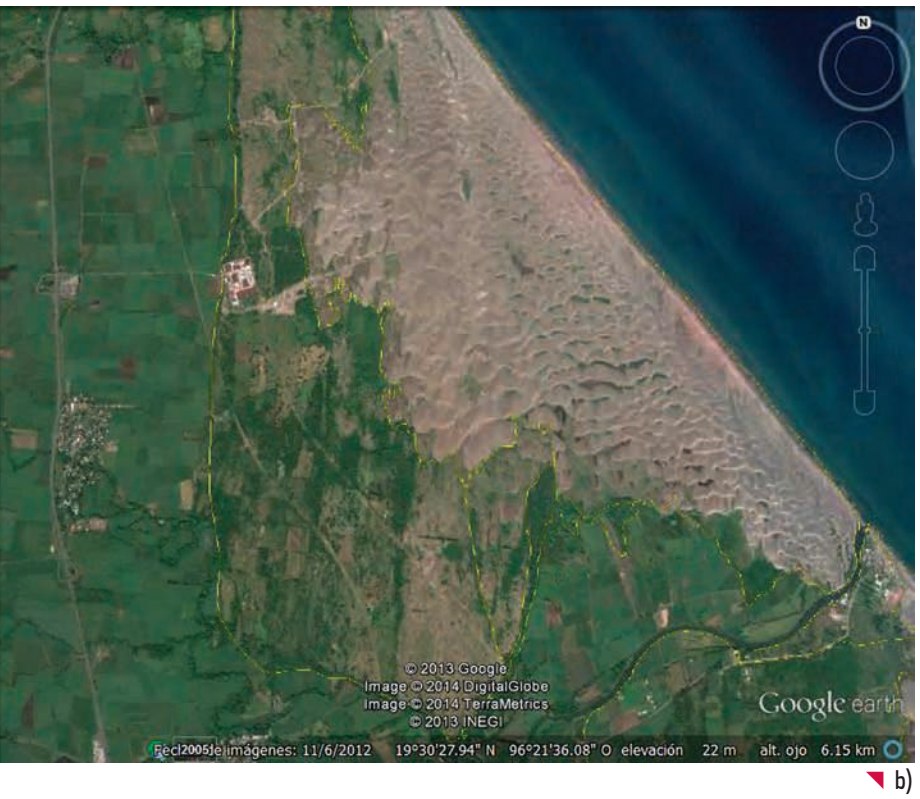


figura 6b. En esta imagen de Google Earth de las dunas de Cansaburros, Veracruz (19° 32' 00.65" N y 96° 21' 57.41" O), se observa un sistema de dunas totalmente móviles que al igual que en el caso anterior, colinda con campos de cultivo cubiertos con caña de azúcar y maíz. La vegetación arbórea, es casi inexistente en los alrededores, por lo que el proceso de colonización y estabilización será más lento. Hay una franja arbolada que contiene al gran volumen de arena que forma las dunas y que marca un límite claro entre este ecosistema y las planicies con cultivos. El ecosistema de dunas está aislado de fuentes de semillas de zonas de selva que permitan la colonización por árboles, aún en las zonas de pastizales que se aprecian en al oeste del sistema.



figura 6c. En esta imagen de Google Earth de las dunas de La Bamba, Oaxaca (16° 00' 20.45" N y 95° 24' 38.38" O), se observa un sistema de dunas totalmente móviles de grandes dimensiones y otro más pequeño al oeste. En ambos casos están rodeados de vegetación arbórea, selvas conservadas, que han colonizado partes del propio sistema de dunas. La estabilización se está dando de manera lenta en forma de lengüetas y donde el movimiento de arena es superior a la capacidad de las plantas para sobrevivir, se mantendrá la duna móvil.

mayoría de los sitios, y la gran mayoría se localizan únicamente en pocos sitios, inclusive algunas solamente se encuentran en uno solo (Castillo y Moreno-Casasola, 1998). La explicación de este tipo de distribución estriba, aparte de la vecindad arriba mencionada, en la heterogeneidad espacial de las dunas. Las especies que aparecen en mayor número

de sitios son aquellas que habitan en los ambientes donde predomina el movimiento de arena como son las playas, dunas embrionarias y dunas móviles, y son las especies típicamente costeras. Entre ellas están *Ipomoea pes-caprae*, *Sesuvium portulacastrum*, *Croton punctatus*, *Ipomoea imperati*, *Sporobolus virginicus*, *Canavalia rosea*. Si se

muestrearán otras regiones se encontraría un patrón de distribución semejante. Algunas pocas especies de dunas estabilizadas y de hondonadas húmedas e inundables también presentan una distribución amplia. Ejemplo de ello son *Chiococca alba*, *Randia laetevirens*, *Metastelma pringlei*, *Commelina erecta*, *Bidens pilosa*, *Lippia nodiflora* y *Cyperus articulatus*.

La mayoría de las especies sólo se registraron en uno o dos sitios, mientras que muy pocas están en más de la mitad de las localidades (25 a 44 playas). Las especies de más amplia distribución fueron *Cynanchum schlechtendalii*, *Phyla nodiflora*, *Amaranthus greggii*, *Chamaecrista chamaecristoides*, *Commelina erecta*, *Randia laetevirens*, *Chiococca alba*, *Canavalia rosea*, *Ipomoea imperati*, *Bidens pilosa*, las cuales se localizaron en 23 a 32 sitios; *Sporobolus virginicus*, *Sesuvium portulacastrum*, *Croton punctatus* e *Ipomoea pes-caprae* se registraron en 36 a 40 sitios.

Las especies que solamente aparecen en pocos sitios incluyen aquellas que se comparten con otros ecosistemas también distribuidos tierra adentro. Entre ellas están *Citharexylum caudatum*, *Rhamnus humboldtiana*, varias especies de *Ficus*, *Hyperbaena jalcomulcensis*, *Psittacanthus schiedeana*, *Nectandra salicifolia*, *Cnidoscolus aconitifolius*, *Diospyros verae-crucis* y *Merremia quinquefolia*, entre otras muchas. Varias de estas especies son leñosas. Los sistemas de dunas costeras forman gradientes con otras comunidades tierra adentro, ya sea pastizales, matorrales, desiertos, selvas, encinares, acahuales entre otras. De la orilla hacia el interior la arena cada vez tiene más materia orgánica y nutrientes, retiene más agua, es decir que se va pareciendo más a la tierra de las comunidades mencionadas. Estas condiciones propician la presencia de especies que no son típicas de dunas, muchas de ellas ruderales y otras características de comunidades leñosas como las ya mencionadas. Por ello, estas zonas de las dunas frecuentemente son usadas como terrenos ganaderos o zonas de recolección de leña, ya que es ahí donde se localizan las comunidades leñosas. La presencia de estas especies depende mucho de la vecindad con otras comunidades.

► Especies endémicas en las dunas

El mayor endemismo se da en la Península de Baja California, abarcando las regiones del Pacífico Norte y del Golfo de California. Hay dos sitios en los extremos de la Península de Baja California que colaboran fuertemente a definir esta característica: la zona tipo mediterráneo en el extremo norte y la región de los Cabos en el extremo sur donde Pérez-Navarro (1995) cita un endemismo del 26.56%. Estos valores abarcan especies de distribución extendida a lo largo de diversos ambientes así como especies restringidas a la costa. Para Baja California Sur, de la Luz y Domínguez Cadena (en revisión) hablan de 27 especies de playas y dunas, entre ellas, *Encelia ventorum*. Es una especie semi-arbustiva, de la zona de playas desde el norte del Desierto del Vizcaíno al

norte de Bahía Magdalena. *Palafoxia linearis* var. *glandulosa* que es una especie de corta vida, se desarrolla en ambientes de dunas y playas a lo largo de la costa del Golfo de California. *Bursera littoralis* es un árbol pequeño o arbusto muy ramificado, que habita en el cordón de dunas al norte de Todos Santos. *Atriplex barclayana* es una planta perenne de corta vida, que se desarrolla en los salitrales o en dunas costeras, habita en la costa Pacífica desde el Desierto Vizcaíno hasta el sur de la península. *Marina maritima* es una especie de tamaño pequeño y de corta vida, habita en las zonas costeras ya sea en las dunas o en los márgenes del salitral, a veces formando densas colonias, se le encuentra esparcida en la región de Los Cabos. *Abronia maritima* var. *capensis* es un taxón de hábito postrado o rastro, habitante de las playas de la costa Pacífica al norte de Cabo San Lucas. *Oenothera drummondii* var. *thalassaphila* es una especie postrada o rastre- ra que se encuentra desde San José del Cabo hasta Todos Santos. *Stenotis mucronata* es una especie herbácea de corta vida, se encuentra en playas de la parte meridional del Golfo de California, incluidas las islas y como resultado de este proyecto *Bidens cabopulmensis*, una nueva especie de dunas costeras (de la Luz y Medel-Narváez, 2013).

El segundo lugar lo ocupa la otra península, la de Yucatán (Espejel, 1987; Estrada-Loera, 1991). Las familias que aportan la mayor cantidad de especies endémicas son: Cactaceae (*Mammillaria gaumeri*, *Nopalea gaumeri*, *Nopalea inaperta*, *Pilosocereus gaumeri*, *Pterocereus gaumeri*, *Selenicereus donkelaari*), Polygonaceae (*Coccoloba cozumelensis*, *C. ortizii*), Rubiaceae (*Asemnantha pubescens*, *Hintonia octomera*, *Randia longiloba*), Euphorbiaceae (*Croton chichenensis*) y Arecaceae (*Coccothrinax readii*). Además *Asemnantha pubescens*, *Hintonia octomera*, *Neea choriophylla* y *Echites yucatanensis* son endémicas regionales (incluyen algunas partes de Belice). No se han registrado especies endémicas en la flora costera de Campeche.

Las endémicas del Golfo de México según Gonzalo Castillo (comunicación personal) son *Palafoxia lindenii*, *Alouphia veracruzana*, *Eugenia sotoesparzae* y *Zamia furfuracea*. Moreno-Casasola et al. (2011) mencionan que en los diversos microambientes de las dunas se encuentran 18 especies endémicas para México y Veracruz o Tabasco. Algunas de ellas son características de los diferentes microambientes de la zona costera. Por ejemplo, *Florestina tripteris*, *Florestina liebmannii*, *Chamaecrista chamaecristoides* habitan sobre todo en la zona de pioneras donde hay arena móvil y llegan a crecer en los pastizales. En cambio, *Alouphia veracruzana*, *Bauhinia jacunda*, *Ginoria nudiflora*, *Hyperbaena jalcomulcensis*, forman parte de los matorrales y selvas bajas sobre dunas costeras. Cabe indicar que al incrementarse el conocimiento de las costas del país, los patrones de distribución de las endémicas se modifican. Por ejemplo a partir de las colectas registradas en Espejel et al. (2013), se encontró que *Chamaecrista chamaecristoides*, además de estar en el Golfo de México se encuentra también en dos estados del Pacífico.

El Pacífico centro y sur es sumamente pobre en especies endémicas, registrándose solo cinco: *Agave colimana*, *Agave pacifica*, *Melocactus delessertianus*, *Diospyros oaxacana* y dos poblaciones de *Chamaecrista chamaecristoides* (figura 8).



▲ a)



▲ b)



▲ c)

▲ figura 8.

Fotos de plantas de dunas endémicas a ciertas regiones. En el Golfo de México se encuentran a) *Palafoxia lindenii* y b) *Chamaecrista chamaecristoides*, la cual se extiende hasta Yucatán. En Cabo Pulmo está c) *Bidens cabopulmensis*. (Fotos: de Gerardo Sánchez Vigil y José Luis León de la Luz (*Bidens*))

► Especies en la NOM

Varias especies de dunas están consideradas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En Veracruz, Moreno Casasola et al. (2011) enlistan como amenazadas a *Spondias radlkoferi*, *Tabebuia chrysantha*, *Tillandsia concolor*, *Dioon edule*, *Zamia furfuracea*, *Bravaisia integerrima*, *Thrinax radiata* y *Mastichodendron capiri*. Bajo protección especial están *Spiranthes torta* y *Conocarpus erectus*, la cual ocasionalmente se encuentra en las playas y *Melocactus delessertianus* está considerada en peligro de extinción. En Yucatán *Mammillaria gaumeri* está en peligro de extinción y las palmas *Pseudophoenix sargentii*, *Coccothrinax readii* y *Thrinax radiata* están en la categoría de amenazadas.

► Especies con potencial como ornamentales

Muchas especies de dunas costeras tienen gran belleza. Las hay hierbas, arbusto, árboles, trepadoras y rastreras, según las necesidades. Por ejemplo en la ciudad de Miami en Estados Unidos se han utilizado mucho las rastreras *Ipomoea pes-caprae* y *Canavalia maritima* para cubrir camellones. También se han usado muchas especies arbustivas para parques y jardines, igual que en el caribe mexicano ya se hace en algunos hoteles. En este libro se pueden ver muchas fotografías que muestran la belleza de estas plantas (figura 9). Algunas atraen aves y mariposas, aumentando la belleza del jardín. Para ello es necesario desarrollar viveros y adquirir experiencia en su propagación y mantenimiento, de modo que luzcan lo mejor. Una vez que se incorporan a los jardines de donde son originarias, requieren menos cuidados que las exóticas, pero siempre, como en cualquier jardín, hay que atenderlas.

► Especies exóticas

Otro conjunto de especies son las exóticas, esto es que son especie no nativas de México y que han sido introducidas a través de cultivos o se han naturalizado, es decir, que han invadido estos ambientes costeros y ahora ocurren naturalmente.

En el noroeste, en el Pacífico norte, *Carpobrotus aequilaterus* y *Carpobrotus chilensis* son las plantas introducidas que realmente representan un problema. Son altamente invasivas y desplazan a las nativas (figura 10).



▲ a)



▲ b)



▲ c)



▲ d)



▲ e)

En el Golfo de México y Caribe están *Cocos nucifera*, *Xanthium strumarium*, *Casuarina equisetifolia*, *Citrullus lanatus*, *Cucumis melo*, *Momordica charantia*, *Arundo donax*, *Cenchrus ciliaris*, *Digitaria bicornis*, *Rhynchelytrum repens*, *Datura stramonium* y *Panicum maximum*. Tres de las especies que están incrementando su presencia en las dunas son *R. repens* y *C. ciliaris*, ambas dispersadas por el humano (y probablemente en el pelaje de algunos mamíferos), que cada vez más, por razones de entretenimiento o científicas, caminan más sobre las dunas ayudando a su dispersión. La tercera es *P. maximum*, introducida por los ganaderos a los sistemas de dunas donde pastorean su ganado, y la cual posteriormente se propaga por sí misma o bien es ayudada por el ganado (Moreno-Casasola et al., 2011).

En síntesis, la diversidad de tipos de dunas (capítulo 3) y la heterogeneidad ambiental de las dunas (capítulos 3 y 5) se refleja en la gran cantidad de especies

► figura 9.

Muchas de las especies de dunas pueden ser magníficas especies ornamentales en la zona costera: a) *Lantana camara* b) *Hymenocallis littoralis*, c) *Cordia sebestena*. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil) d) *Camissonia cheiranthifolia* y e) *Lotus nuttallianus*. (Fotos: O. Jiménez-Orocio), entre otras muchas.



▲ a)



▲ b)

► **figura 10.**

Especies exóticas o introducidas en las dunas. Algunas de ellas pueden convertirse en especies invasoras. En esta imagen se observa **a)** el almendro *Terminalia catappa*, **b)** el cocotero *Cocos nucifera*, **c)** el hielito (*Mesembryanthemum crystallinum* y **d)** el dedito (*Carboprotus edulis*)
(Fotos: Gerardo Sánchez Vigil y O. Jiménez-Orocio –hielito y dedito).

que albergan. Muchas de ellas juegan roles clave en el funcionamiento del ecosistema de dunas, otras son meros visitantes que encontraron la oportunidad de establecerse, otras solamente se encuentran en las dunas de una región. Ello hace que este ecosistema, a pesar de ser solo una estrecha franja a lo largo del país, sea un ecosistema rico en especies, que contribuye de manera importante a que México sea un país megadiverso.



▲ d)



▲ c)

Referencias bibliográficas

- Allen, M. F. 1991. The ecology of mycorrhizae. Cambridge University Press.
- Allen, E. B., Espejel, I., y Sigüenza, C. 1997. Role of mycorrhizae in restoration of marginal and derelict land and ecosystem sustainability. En: Palm, M.E. y Chapela, I.H. (eds) Mycology in sustainable development: expanding concepts, vanishing borders. Parkway Publishers, Inc., Boone, North Carolina 147-159.
- Castillo, S. A., y Moreno-Casasola, P. 1996. Coastal sand dune vegetation: an extreme case of species invasion. Journal of Coastal Conservation 2(1): 13-22.
- 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.
- Corkidi, L., y Rincón, E. 1997. Arbuscular mycorrhizae in a tropical sand dune ecosystem on the Gulf of Mexico. 1: Mycorrhizal status and inoculum potential along a successional gradient. Mycorrhiza 7: 9-15.
- Espejel, I. 1987. A phytogeographical analysis of coastal vegetation in the Yucatan Peninsula. Journal of Biogeography 14: 499-519.
- Espejel, E., Peña-Garcillán, P. y Jiménez-Orocio, O. 2013. Flora de playas y dunas de México. Informe Técnico Final Conabio HJ007.
- Estrada-Loera, E. 1991. Phytogeographic relationships of the Yucatan Peninsula. Journal of Biogeography 18: 687-697.
- Guadarrama-Chávez, P., Salinas-Peba, L., Ramos-Zapata, J., Núñez-Castillo, O. y Castillo-Argüero, S. 2011. Colonización micorrízico-arbuscular en la vegetación de duna costera. En: Durán-García R. y Méndez-González, M.E. (eds.) Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CONABIO.
- Koske, R. E., Gemma, J. N., Corkidi, L., Sigüenza, C., y Rincón, E. 2008. Arbuscular mycorrhizae in coastal dunes. En: Martínez, M.L. y Psuty, N.R. (eds) Coastal Dunes Springer Berlin Heidelberg. 173-187.
- de la Luz, L.J., y Medel-Narváez, A. 2013. Una nueva especie de *Bidens* (Asteraceae: Coreopsideae) de Baja California Sur, México. Acta Botánica Mexicana (103): 119-126.
- Martínez, M.L. y Moreno-Casasola, P. 1996. Effects of burial by sand on seedling growth and survival in six tropical sand dune species. Journal of Coastal Research 12(2): 406-419.
- Maun, M. A. 1998. Adaptations of plants to burial in coastal sand dunes. Canadian Journal of Botany 76(5): 713-738.
- Moreno-Casasola, P., Castillo, S. y Martínez, M.L. 2011. Flora de las playas y los ambientes arenosos (dunas) de las costas. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México: 229-238.
- Parrotta, J.A. 1994. *Coccoloba uvifera* (L.) L. Sea grape, uva de playa. SO-ITF-SM-74. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station.
- Pérez-Navarro J.J. 1995. La vegetación de ambientes costeros de la Región del Cabo, Baja California Sur: Aspectos florísticos y ecológicos. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Shumway, S.W. 2000. Facilitative effects of a sand dune shrub on species growing beneath the shrub canopy. Oecologia 124:138-148.
- Sigüenza, C., Espejel, I., y Allen, E. B. 1996. Seasonality of mycorrhizae in coastal sand dunes of Baja California. Mycorrhiza 6(2): 151-157.
- van der Heijden, M.G.A., Bakker, R., Verwaal, J., Scheublin, T.R., Rutten, M., Van Logtestijn, R., Staehelin, C. 2006. Symbiotic bacteria as a determinant of plant community structure and plant productivity in dune grassland. FEMS Microbiology Ecology 56 (2): 178-187.