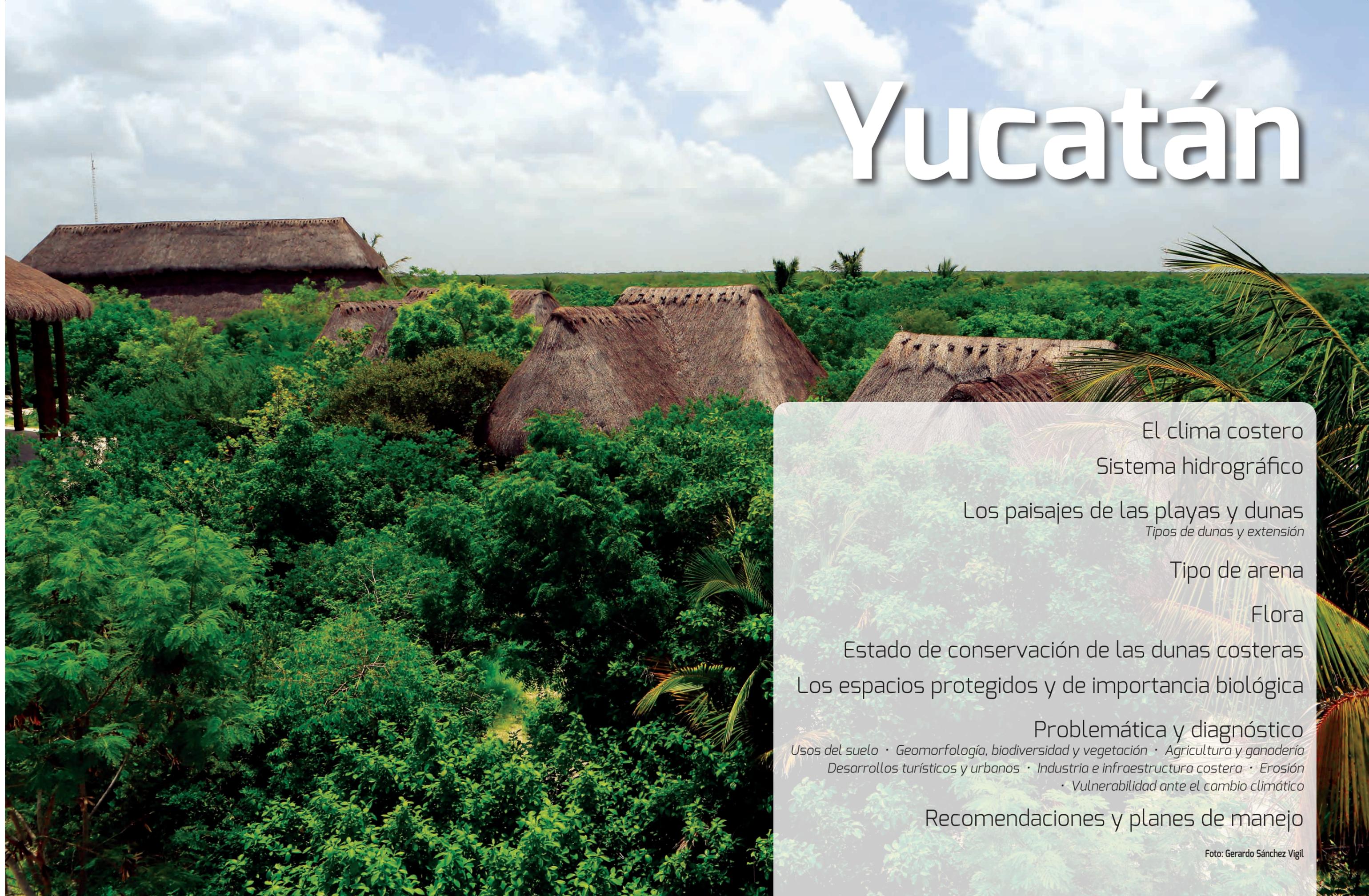


Yucatán



El clima costero

Sistema hidrográfico

Los paisajes de las playas y dunas

Tipos de dunas y extensión

Tipo de arena

Flora

Estado de conservación de las dunas costeras

Los espacios protegidos y de importancia biológica

Problemática y diagnóstico

Usos del suelo • Geomorfología, biodiversidad y vegetación • Agricultura y ganadería

Desarrollos turísticos y urbanos • Industria e infraestructura costera • Erosión

• Vulnerabilidad ante el cambio climático

Recomendaciones y planes de manejo

Foto: Gerardo Sánchez Vigil



Foto: Gerardo Sánchez Vigil

Patricia Moreno-Casasola
Dulce Infante Mata
Ileana Espejel
Óscar Jiménez-Orocio
Ma. Luisa Martínez
Natalia Rodríguez-Revelo
Roberto Monroy

El estado de Yucatán se localiza en la Península de Yucatán y colinda con el estado de Campeche al oeste y el de Quintana Roo al este. El litoral de Yucatán es uno de los estados con más áreas protegidas costeras en México que coinciden históricamente con cocotales, henequenales, zonas de cacería de aves, explotación de sal y pesca, además de desarrollos urbanos recreacionales que reflejan una cultura ciudad-costa muy singular en el país (Batllori-Sampedro, 1999). Es uno de los estados con una importante presencia de varias islas de barrera fragmentadas por una carretera y ocupadas por usos agrícolas y recreacionales. Su capital es Mérida, ubicada tierra adentro, pero los ciudadanos han impulsado el desarrollo de varios centros urbanos a lo largo de la costa como son Celestún, Sisal, Progreso, Telchac Puerto y Ría Lagartos, entre muchos otros.

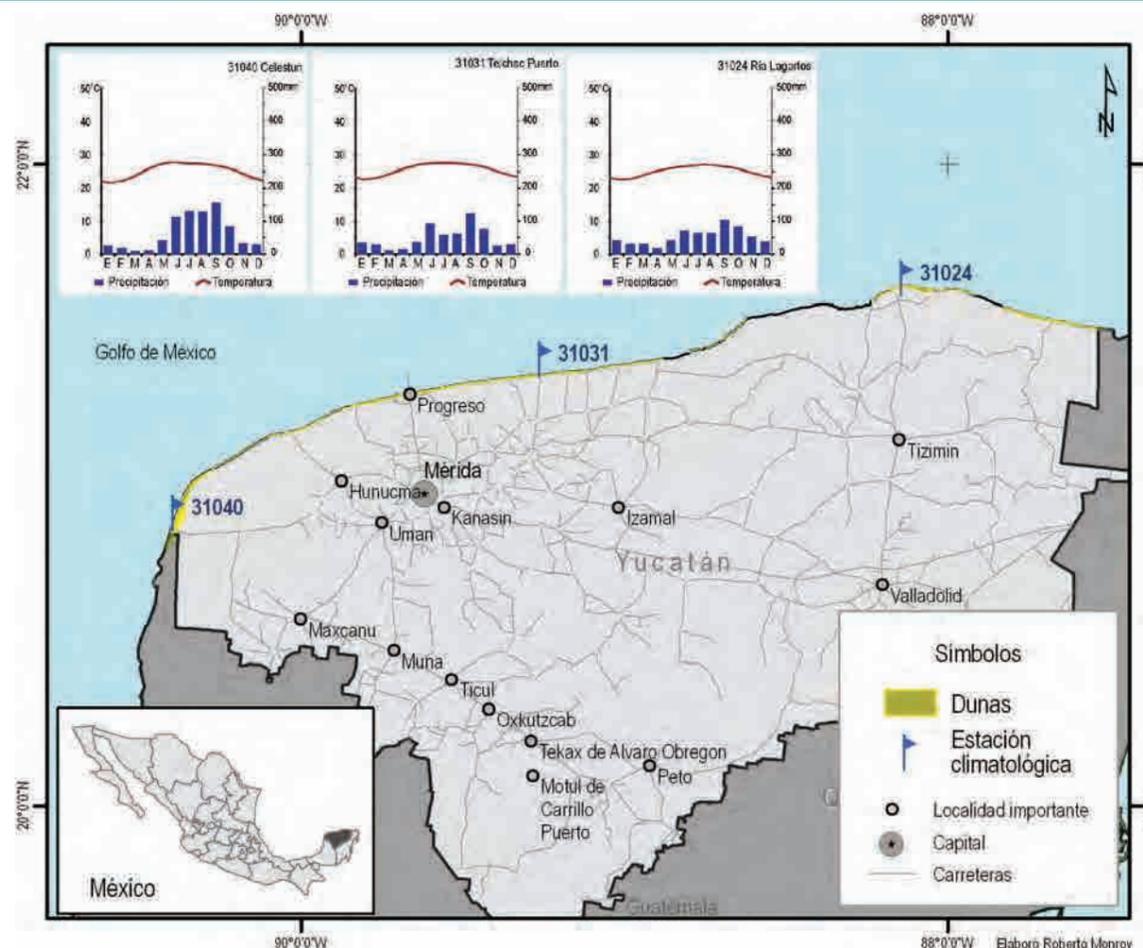
El litoral de Yucatán se extiende a lo largo de 342.4 km y presenta 11,484 ha de dunas frontales y planicies de dunas frontales, siendo el décimo estado con la mayor extensión de este tipo de dunas. La costa de Yucatán tiene una orientación general este-oeste y de toda la península, es la única con clima semiárido por eso hay una importante presencia de cactáceas endémicas (Espejel, 1987; Estrada-Loera, 1991). Yucatán se ubica en la zona que más vegetación de dunas costeras ha perdido a nivel nacional (Seingier et al., 2009).

El clima costero

En la Península de Yucatán hay gradientes marcados en la precipitación. En la costa de Yucatán dominan climas secos y semisecos cálidos y muy cálidos que se distribuyen a lo largo de la franja costera, casi paralela al litoral norte de Yucatán. En la franja entre Celestún y la laguna de Yalahau (Hol Box) la precipitación oscila entre 600 y 800 mm, siendo mucho más seco que la costa de Campeche (800-1,300 mm). Por tanto el clima semise-co muy cálido y cálido se distribuye desde el oriente de Ría Lagartos hasta Dzilam de Bravo, Hunucmá y Celestún en la frontera con Campeche. La temperatura media anual oscila entre los 24 y 26°C. El clima seco cálido predomina en la zona al este de Telchac Puerto hacia el oeste de Progreso y ocupa una pequeña zona únicamente, cercana al Golfo de México. La precipitación promedio anual de la costa de Yucatán varía entre 600 y 800 mm anuales y la temperatura promedio máxima es de 28°C y la mínima de 21°C (INEGI, 2008).

Durante todo el año la Península está sujeta a la influencia de los vientos alisios del este y del noreste. En el verano y otoño la influencia principal proviene de los ciclones tropicales mientras que en el invierno de los nortes. Durante esta estación, los vientos húmedos contribuyen a elevar el porcentaje de lluvia invernal (entre 5 y 10% de la total anual) (Ortiz-Pérez y de la Lanza Espino, 2006) (figura 1).

Las tormentas tropicales y los huracanes tienen un impacto importante histórico en la península de Yucatán (Boose et al., 2003) y definen los patrones de la vegetación



▲ figura 1. Climogramas que muestran la precipitación y su distribución, así como las temperaturas que se encuentran a lo largo de la costa de Yucatán. Se observa una precipitación mayor durante el verano.

actual. En 50 años, dos tormentas tropicales y un huracán han hecho tierra directamente en las costas de este estado (ver capítulo 4), sin embargo, a pesar de la baja frecuencia con que hacen tierra los huracanes en el estado de Yucatán, le afectan los que entran por Quintana Roo. Por ejemplo el huracán Gilberto fue muy violento y causó modificaciones importantes en la costa además de afectar su biodiversidad (Molina, 1987; Whigham et al., 1991; Lynch, 1991). Más recientemente, este estado recibió uno de los huracanes más intensos y dañinos que han azotado las costas mexicanas en los últimos 30 años. En 2002, el huracán Isidoro hizo tierra en el estado de Yucatán, causando 22 muertes y pérdidas por 950 millones de dólares (CENAPRED, 2008).

Sistema hidrográfico

La costa de Yucatán, como toda la península, está formada por carbonato de calcio conformando un paisaje cárstico, plano. En algunos sitios aflora la roca, en otros hay depósitos de arena que forman playas y dunas. Por ello, uno de los rasgos más notables que

a nivel de país, caracteriza a la costa Yucateca como a la de Quintana Roo, es la ausencia de drenaje superficial. El escurrimiento del centro de la península a la costa se lleva a cabo a través de una red de corrientes subterráneas única en México. En la llanura costera se manifiesta a través de manantiales cársticos como los cenotes y/o petenes (Ortiz-Pérez y de la Lanza Espino, 2006). En las hondonadas inundables de las dunas frontales es posible observar afloramientos de agua dulce tipo manantiales donde crecen árboles de las selva vecinas que se combinan con especies típicas de matorrales de dunas.

Los paisajes de las playas y dunas

La geomorfología de la costa de Yucatán está formada en su mayoría de planicies de playas bajas, acumulativas, que forman el tramo frontal de las islas de barrera. Pertenecen a la región costera Costa Noroccidental de la Península, la cual comparte con Campeche. Las islas de barrera se extienden en la costa de Campeche y Yucatán a lo largo de poco más de 608.6 km y constituye el 93%. El restante 6% (37.2 km) son costas rocosas. Una parte de las playas arenosas están en proceso de crecimiento y

expansión con sedimentación activa como Punta Celestún y Punta Arenas. En el flanco de barlovento costero, es decir hacia el mar, se distinguen playas y cordones de dunas (figura 2), mientras que por el lado de sotavento de la barrera, se establece un ambiente propio de humedales, manglares y marismas formando esteros, lagunas y planicies estrechas de inundación (figura 2), muchas veces bordeados por selvas inundables y hacia tierra firme selvas bajas caducifolias. Algunos de estos son zonas importantes para la producción de sal (Ortiz-Pérez y de la Lanza Espino, 2006; García de Fuentes et al., 2011).

El paisaje de estas zonas está dominado por arenas blancas formando dunas bajas organizadas en cordones paralelos. La vegetación de dunas tiene una importante proporción de palmas nativas, lo cual le da al paisaje una fisonomía muy característica. En alguna época estas palmas fueron cocotales (*Cocos nucifera*) ya que el estado fue un productor muy importante de copra intercaladas con las plantaciones de henequén, y los matorrales de dunas costeras fueron sustituidos por las plantaciones. Las palmeras de coco se acabaron por una infección de un virus (Aguilera et al., 2004, entre otros). Hoy en día hay una variedad resistente al virus del amarillamiento letal del coco que se ha sembrado en algunos sitios, pero las palmas nativas han vuelto a ser un elemento del paisaje, cuando no han sido sustituidas por asentamientos



▲ a)



▲ b)



▲ c)

◀ **figura 2.**

Imágenes de las playas y dunas costeras de Yucatán. **a)** Contacto de las dunas con los manglares de las rías. Puede verse un mangle negro (*Avicennia germinans*) y sus neumatóforos adentrándose en el cuerpo de agua; **b)** Vistas de la cresta o parte superior del primer cordón de dunas y la zona donde se inicia la planicie de dunas frontales. La cubierta de vegetación se va cerrando y estabilizando la arena que forma las dunas y **c)** Planicies frontales de dunas estabilizadas, donde se mezclan los matorrales de dunas con vegetación herbácea o arbustiva baja. Los cactus, los agaves (de henequén) y las palmas nativas y cocoteras son elementos frecuentes del paisaje. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).

▼ **Cuadro 1.**

Superficie que ocupa cada una de los tipos de dunas del estado de Yucatán. También se indica la categoría de conservación que presentan y la superficie que cubren. Las categorías para determinar el estado de conservación se explican en el cuadro 2.

Tipo de duna	Movilidad	Estado de conservación (ha)					Total estatal
		Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	
Duna frontal	Estabilizada	114	1,462		5,101	4,807	11,484
TOTAL duna frontal		114	1,462		5,101	4,807	11,484
TOTAL ESTATAL		114	1,462		5,101	4,807	11,484

humanos donde en general se prefieren las palmeras de coco y otras plantas que no son nativas.

Tipos de dunas y extensión

Yucatán solamente presenta dunas frontales y planicies de dunas frontales, siendo el décimo estado con la mayor extensión de dunas frontales, cubriendo una superficie de 11,484 ha. (Cuadro 1). Las dunas frontales se localizan en los municipios de Dzilam de Bravo, Hunucmá, Celestún, Yobaín y Dzidantún, mientras que las planicies de dunas frontales se encuentran en los municipios de Celestún, Dzemul, Dzidantún, Dzilam de Bravo, Hunucmá, Ixil, Progreso, Río Lagartos, San Felipe, Sinanché, Telchac Puerto, Tizimín y Yobaín.

Toda la superficie de dunas del estado se encuentra en condiciones estabilizadas. Desafortunadamente una gran proporción no se encuentran en buen estado de conservación básicamente porque a todas las cruza una carretera o una terracería que comunica a los poblados o rancherías que ocupan casi toda la costa. Resaltan las dunas de las áreas protegidas por su buen estado de conservación, aunque algunas están fragmentadas por las terracerías, pero no tienen tantas construcciones como fuera de ellas.

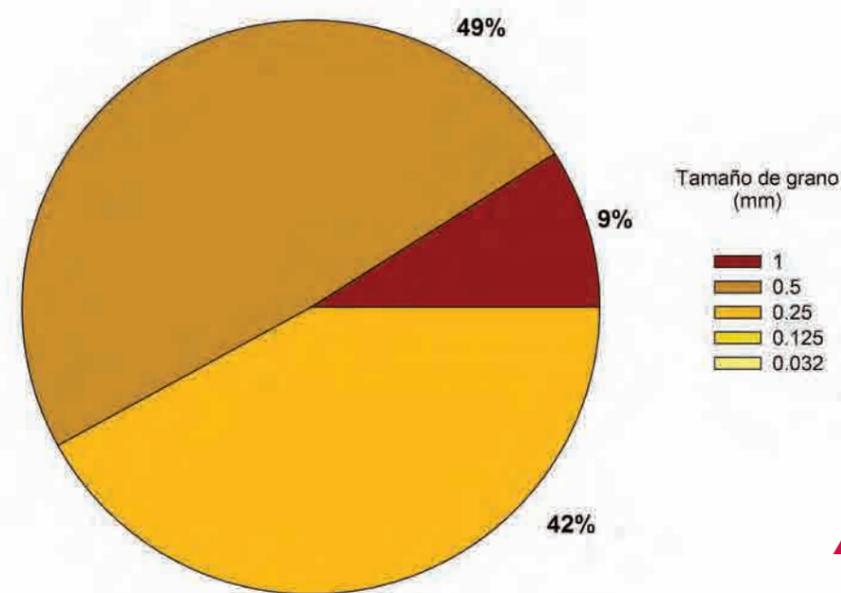
► Tipo de arena

La arena de Progreso en el estado de Yucatán está compuesta por abundantes fragmentos de conchas marinas (testas y conchas de carbonato de calcio). Presenta menores cantidades de cuarzo y feldespato, y muchos menos minerales densos. La forma de los granos es de subredondeados a subangulosos. Se encuentra clasificada como arena fina



▲ a)

Porcentaje por tamaño de grano



▲ b)

▲ **figura 3.** Imagen que muestra la arena de la playa de Progreso, Yucatán, dominada por materiales calcáreos (a). Gráfica del porcentaje de los distintos rangos de tamaño de grano en la misma playa (b). (Foto: G. Rendón-Márquez y N. Rodríguez-Revelo).

a gruesa con tamaños de granos que van desde los 0.05 a los 5 mm. Este tipo de arena se clasifica como mal seleccionada. La selección significa qué tan homogénea o heterogénea es la arena en cuestión al tamaño de grano, y en este caso particular la arena es heterogénea. El color de la arena es de blanco a beige, sin presencia de limos y arcillas, y con poca cantidad de materia orgánica (figura 3). Predominan las arenas de tamaño medio (42% y 49%) y un muy bajo porcentaje de arena gruesa (1%).

► Flora

En esta sección se enlistan algunas de las especies de plantas de los distintos microambientes de las playas y dunas. La información proviene de Moreno-Casasola y Espejel (1986), Espejel (1987), Durán et al. (1999; 2000; 2011), Espejel et al. (2013); Torres et al. (2010). La figura 4 muestra fotografías de algunas especies representativas.

La flora de las dunas costeras de la Península tiene muchos elementos comunes con las comunidades de dunas de la cuenca del Mar Caribe, con algunos elementos propios de Centroamérica y el sur de México (Moreno-Casasola y Espejel, 1986, Espejel, 1987). Esta comunidad vegetal es relativamente rica en cuanto a número de especies, ya que a la fecha se ha documentado en Yucatán la existencia de 271 especies de plantas vasculares (Durán et al., 1999; 2000; 2011). Estos autores citan diecinueve especies endémicas de playas y dunas costeras para la Península de Yucatán. Éstas son: *Bonellia albiflora*, *Bonellia flammea*, *Cakile lanceolata*, *Coccothrinax readii*, *Chromolaena lundellii*, *Crossopetalum gaumeri*, *Croton chichenensis*, *Diospyros cuneata*, *Echites yucatanensis*, *Hintonia octomera*, *Matelea yucatanensis*, *Neea choriophylla*, *Nopalea gaumeri*, *N. inaperta*, *Pilosocereus gaumeri*, *Selenicereus donkelaari*, *Solanum yucatanum*, *Pterocereus gaumeri*, y *Mammillaria gaumeri*. Las dos últimas son exclusivas del estado de Yucatán.

Las especies más comunes en la zona en la playa y el primer cordón de dunas son: *Atriplex canescens*, *Sesuvium portulacastrum*, *Ipomoea pes-caprae*, *Cakile lanceolata*, *Euphorbia buxifolia*, *Canavalia rosea*, *Suriana maritima*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Ernodea littoralis*, *Scaevola plumieri*, *Sporobolus virginicus*, *Tribulus cistoides*, *Distichlis spicata*, *Okenia hypogaea*, *Suaeda linearis*, *Amaranthus greggii*, *Euphorbia mesembrianthemifolia*, *Croton punctatus*, *Cenchrus echinatus*, *Lycium carolineanum*, *Iresine heterophylla* y *Ambrosia hispida*.



▲ a)



▲ b)

► **figura 4.** Algunas especies que crecen en las playas y dunas de Yucatán. a) Pionera de la playa y el primer cordón de dunas: *Cakile lanceolata* una de las pocas anuales; b) *Thevetia peruviana*; c) *Echites umbellata* es común en la cima de las dunas y planicies estabilizadas; d) *Cordia sebestena*, y e) *Jacquinia macrocarpa*, especies arbóreas y arbustivas de las planicies de dunas frontales. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).



▲ c)



▲ d)



▲ e)

En las crestas de las dunas estabilizadas, donde pega el viento con mayor fuerza, es frecuente encontrar *Sideroxylon americanum*, *Porophyllum punctatum*, *Malvaviscus arboreus*, *Hymenocallis littoralis*, *Opuntia stricta*, *Crossopetalum rhacoma*, *Gossypium hirsutum*, *Agave angustifolia*, *Dicliptera sexangularis* y *Rivina humilis*.

Las especies más comunes en la zona de matorrales son: *Agave angustifolia*, *Bravaisia berlandieriana*, *Acanthocereos tetragonus*, *Metopium brownei*, *Capparis incana*, *Gymnanthes lucida*, *Pithecellobium keyense*, *Caesalpineia vesicaria*, *Gossypium hirsutum*, *Bonellia macrocarpa*, *Lantana involucrata*, *Erithalis fruticosa*, *Coccoloba uvifera*, *Cordia sebestena*, *Enriquebeltrania crenatifolia*, *Mammillaria gaumeri*, *Malvaviscus arboreus*, *Capparis flexuosa*, entre otras. Las principales palmas son *Thrinax radiata*, *Pseudophoenix sargentii*, y *Coccothrinax readii*.

En las hondonadas húmedas y secas son frecuentes *Bravaisia berlandieriana*, *Metopium brownei*, *Gymnanthes lucida*, *Sideroxylon americanum*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Distichlis spicata*, *Chromolaena lundellii*, *Ernodea littoralis*, *Suriana maritima*, *Passiflora foetida*, *Sesuvium portulacastrum*, *Alternanthera flavescens*, entre otras.

Muchas de las poblaciones de plantas y animales han disminuido y algunas de ellas se encuentran en peligro de extinción, como es el caso de *Mammillaria gaumeri* y *Pterocereus gaumeri* (Durán et al., 2011).

Estado de conservación de las dunas costeras

Para determinar los usos de las dunas costeras de México se hizo una clasificación cualitativa de cinco categorías (Cuadro 2)

que se describen a continuación (ver capítulo 9) y que permitieron determinar su estado de conservación:

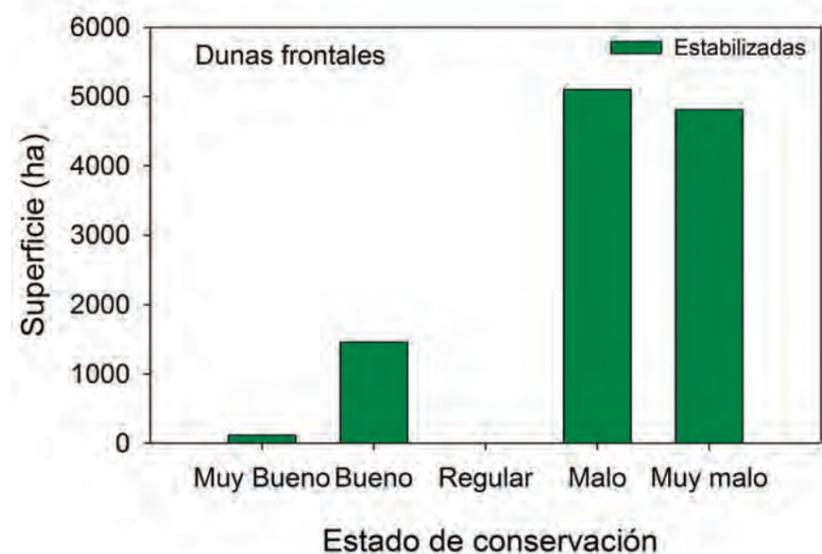
La figura 5 muestra el grado de conservación de las dunas costeras de Yucatán. La gráfica muestra que la gran mayoría de las dunas se encuentran en la condición de malo y muy malo (86%), debido a los usos mixtos y urbanos que se dan sobre ellas. Una superficie muy pequeña está bien conservada por lo que se incluyó en la categoría de muy buen estado (1%) y el 13% está fragmentado por carreteras y terracerías, por lo que se consideró en buen estado.

Los espacios protegidos y de importancia biológica

Yucatán es uno de los estados con mayor número de áreas naturales protegidas y varias de ellas incluyen la zona costera (figura 6). Cuenta con dos reservas de la biosfera: Ría Lagartos y Ría Celestún. La Reserva de Biosfera Ría Lagartos fue decretada en 1999, y se ubica en los municipios de San Felipe, Río Lagartos y Tizimín y es uno de los sitios más reconocidos por su diversidad biológica obteniendo varias categorías de protección: RAMSAR (332), AICA (186). Se han registrado 378 especies de aves de las cuales se ha identificado que 280 llevan a cabo su reproducción en esta reserva (CONANP, 2013; RAMSAR-CONANP, 2013; SIMEC, 2013a). La Reserva de Biosfera Ría Celestún, decretada en el 2000, se localiza en los municipios de Celestún y Maxcanú y ha sido reconocida con la categoría sitio RAMSAR (1333) y AICA (183). Los tipos de vegetación presentes son manglar, tulares, petenes, vegetación de dunas costeras y selva baja subcaducifolia. Las especies representativas de flora son las palmas (*Pseudophoenix sargentii*, *Thrinax radiata*, *Acoelorrhaphe wrightii* y *Roystonea regia*) y las especies del manglar (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*) y en cuanto a fauna se han identificado 364 especies de aves lo que corresponde al 60% de las aves identificadas para la península de Yucatán. Además es el sitio de con la población más

▼ Cuadro 2.
Características de los diferentes estados de conservación en que fueron clasificadas las dunas costeras de México.

Estado de conservación	Características
Muy bueno	Natural, sin disturbios aparentes
Bueno	Fragmentado por carreteras, brechas, accesos
Regular	Presencia de actividades agropecuarias
Malo	Actividades agropecuarias acompañadas por asentamientos humanos dispersos
Muy malo	Totalmente antropizado, con asentamientos urbanos en más del 75% de la superficie



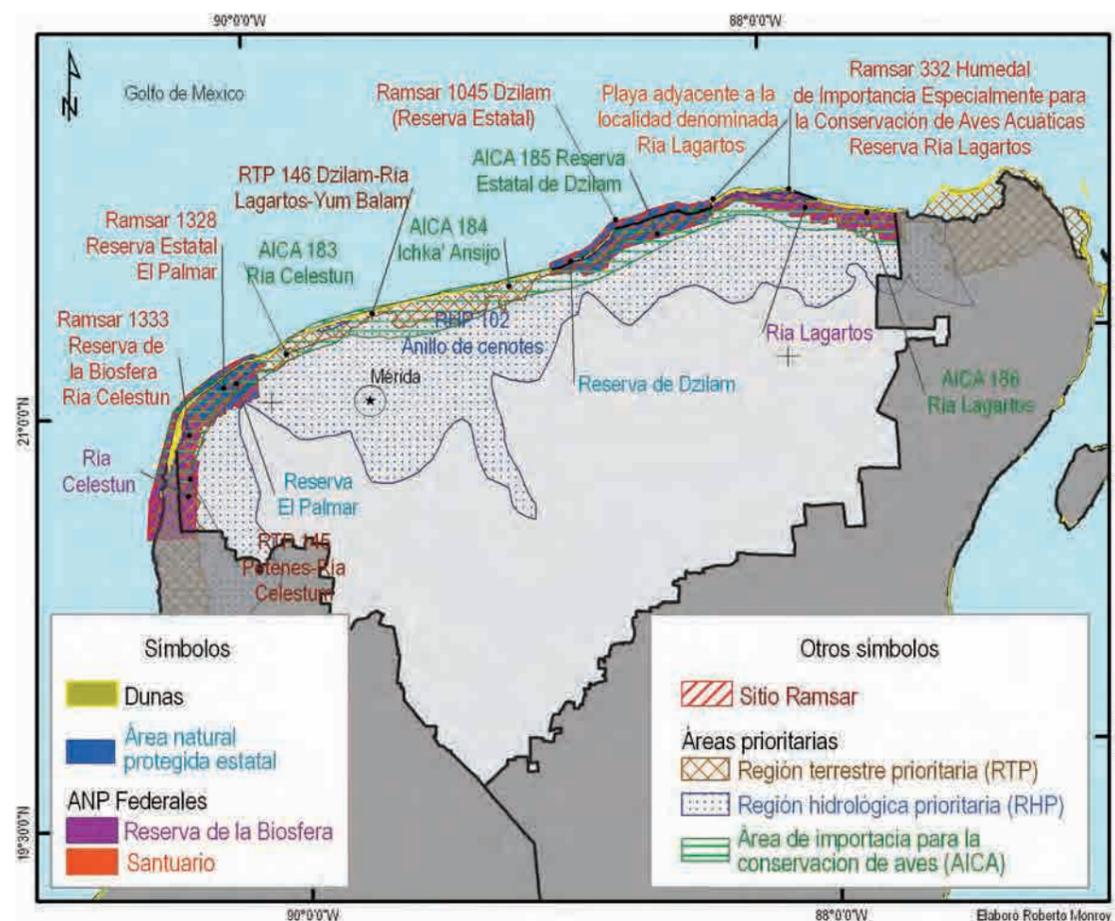
▲ figura 5. Superficie de usos de suelo sobre dunas presentes en el estado de Yucatán (dunas frontales y planicies de dunas frontales).

importante de flamings. Las especies representativas de fauna son el mono araña *Ateles geoffroyi*, el jaguar *Panthera onca*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *Leopardus wiedii*, la onza *Herpailurus yagouaroundi* y el oso hormiguero *Tamandua mexicana* (CONANP, 2013; RAMSAR-CONANP, 2013; SIMEC, 2013b).

Con la categoría de Parque Nacional está el Arrecife Alacranes en el municipio de Progreso reconocido también como sitio RAMSAR y AICA. Playa Ría Lagartos es un Santuario ubicado en los municipios de Río Lagartos, San Felipe y Tizimín; la vegetación representativa es de dunas costeras e hidrófila. Como AICAS, además de las ya mencionadas, se encuentra los sitios Ichka' Ansijo, Reserva Estatal de Dzilám y los Humedales Costeros del Norte de la Península de Yucatán (CONABIO, 2013). Con respecto a regiones prioritarias se tienen reconocidas las regiones hidrológicas Laguna Chichancanab, Cono Sur-Peto y Anillo de Cenotes (también sitios RAMSAR) y la región terrestre prioritaria Petenes-Ría Celestún la cual se extiende al estado de Campeche. Y como campamentos de anidación de tortugas se encuentran las reservas estatales: El Palmar y Dizilan (SE-DUMA, 2013). Yucatán no cuenta con playas certificadas.

► Problemática y diagnóstico

Las dunas del estado de Yucatán están bajo una fuerte presión por los desarrollos urbano-residenciales que se establecen a lo largo de la costa, pero también cuenta con áreas naturales protegidas que favorecen la conservación de este tipo de comunidades.



▲ figura 6. Ubicación de las áreas naturales protegidas en el estado de Yucatán, y las áreas de importancia por su valor biológico.

Usos del suelo

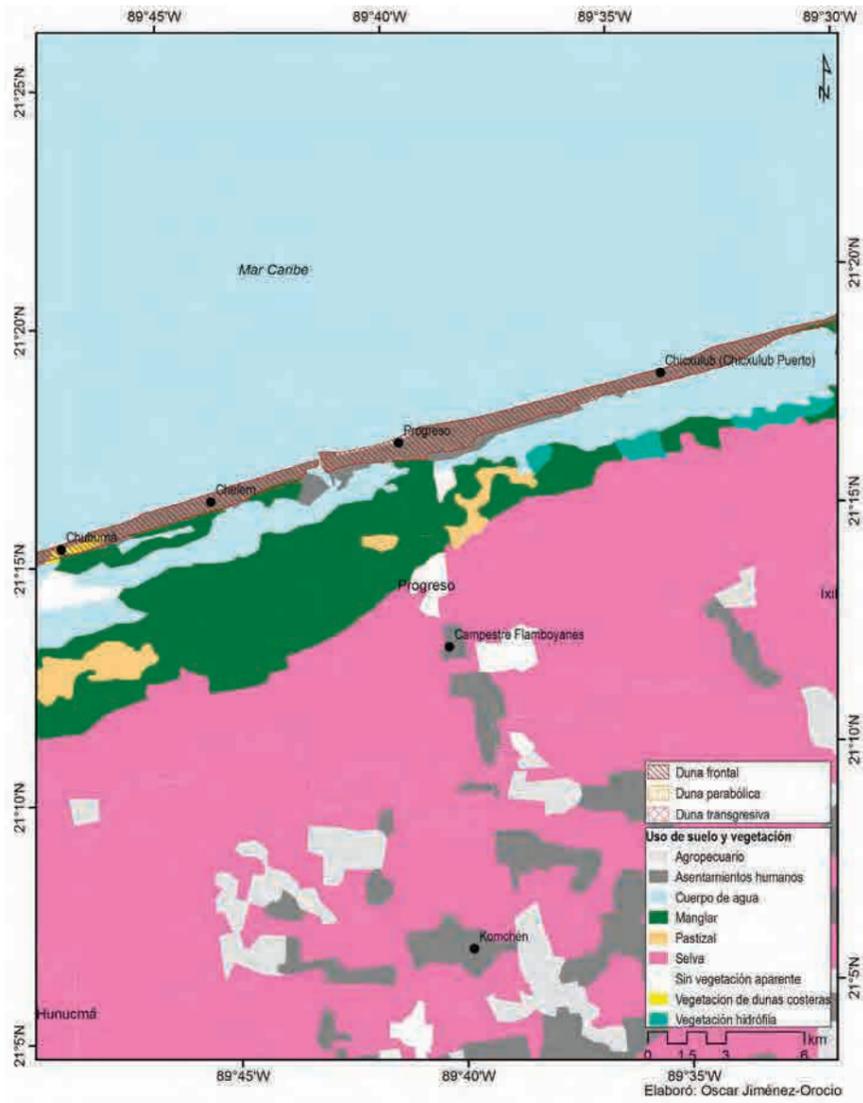
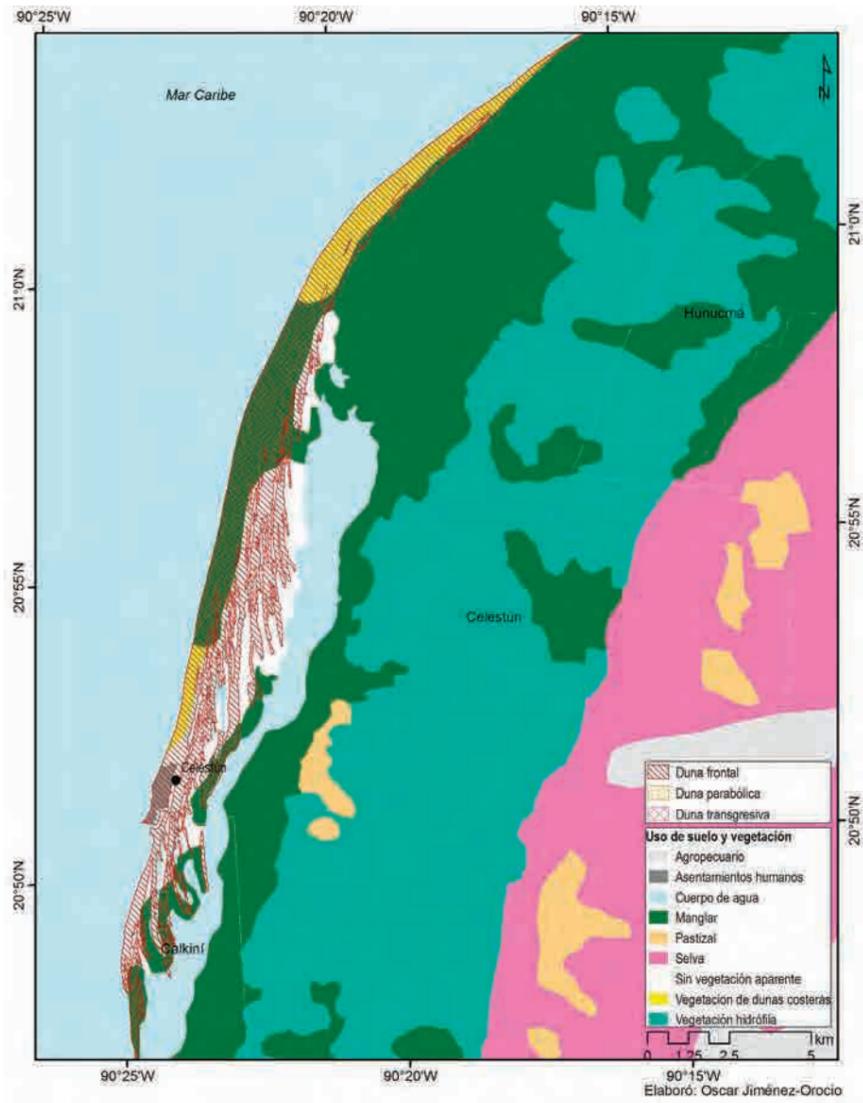
Los mapas de la figura 7 muestran dos ejemplos de la distribución de las dunas frontales en el extremo oeste del estado y en la zona central. Se indica el uso del suelo en cada uno de ellos. Casi a todo lo largo del litoral de Yucatán hay caminos costeros paralelos al mar. En el caso de Celestún, frontera con Campeche, se forma una isla de barrera con cordones paralelos en los que se observa el contacto de las dunas costeras con la laguna y los manglares. En las depresiones entre los cordones de dunas se forman humedales, algunos de los cuales han sido transformados en salineras, donde se extrae sal de mar (figura 7a). También hay un desarrollo lineal de caseríos a lo largo del litoral sobre las dunas. En las zonas sin desarrollos urbanos existen fragmentos de matorrales de dunas. Las carreteras tienen numerosas entradas hasta la playa, fragmentando así la vegetación de las dunas. Hay algunos hoteles aislados en la costa pero lo que dominan son casas de verano para la gente de la capital.

Cuando la costa cambia su dirección y su orientación es oeste-este, aumenta el número de asentamientos mezclados con palmares y la carretera se acerca mucho más

a la costa y la zona de dunas se adelgaza, con humedales hacia el sur, hasta llegar a Sisal. Dos escolleras mantienen la bocana, con fuerte erosión en la del lado oeste. La zona costera está marcada por el trazo de las salineras. Hay una zona cubierta con vegetación de dunas hasta llegar al puerto de Chuburná. A partir de esta zona las urbanizaciones son casi continuas, sobre las dunas y paralelas al litoral abarcando Yucalpetén, Progreso, Chixculub, hasta un poco más al este de Uaymitún que son los poblados más próximos a la ciudad de Mérida (figura 7b). Hacia el oeste los asentamientos turísticos se espacian hacia Puerto Telchac, y más al oeste vuelven a aparecer las plantaciones de coco, alrededor de San Crisanto y Dzilam de Bravo, entremezcladas con la vegetación de dunas. En este trecho hay zonas con manglares al borde del mar y se reducen de manera importante los asentamientos. En la costa destaca la carretera que corre paralela a la costa desde Chuburná hasta la localidad de Dzilam de Bravo, y que da accesibilidad a la zona de mayor concentración de segundas residencias sobre la playa. Así mismo, existe un gran número de carreteras (14) que conectan los pueblos del interior con la costa, cruzando el humedal (García de Fuentes et al., 2011) y la zona de dunas. Hacia la zona centro-este del estado aparece la población de San Felipe y Río Lagartos, que forma parte de un espacio protegido. En esta región se entremezclan nuevamente cordones de dunas con matorrales y depresiones con manglares

y humedales. Alrededor de Las Coloradas hay una explotación importante de sal y algunos campos con palmares, y las playas se extienden hasta Isla Holbox, casi en el límite con Quintana Roo. Las dunas de la costa hacia la región este del estado presentan los sistemas más conservados.

La figura 8 muestra el porcentaje de la superficie de dunas costeras bajo distintos tipos de uso (Cuadro 2). Llama la atención que el 42% está urbanizada, es decir que en su mayor parte ha sido transformada a tal grado que el ecosistema de dunas es irrecurperable. El 44% se consideró como un uso mixto por la presencia de actividades agropecuarias, infraestructura de carreteras y caminos y pequeños poblados. Es decir, más del 80% está bajo un uso intenso. La categoría de uso agropecuario sin asentamientos humanos o caseríos no se detectó. El 13% se consideró fragmentado, es decir que la topografía y la vegetación de dunas está conservada pero que hay caminos y carreteras que la cruzan y fragmentan, y solamente 1% se encuentra en estado natural.



▲ figura 7 a y b.

Imágenes que muestran las dunas frontales de Yucatán sobreponiendo el uso del suelo en la región de Celestún (a) y de Progreso (b). En el caso de Celestún, se observa el contacto de la dunas costeras con la laguna y los manglares. En el caso de Progreso, el desarrollo portuario y urbano turístico se ha extendido paralelo a la costa sobre las dunas, lo que puede apreciarse en el segundo mapa (b).

Geomorfología, biodiversidad y vegetación

La Península de Yucatán difiere del resto del país por ser una placa cárstica, lo cual le confiere características particulares a sus costas y a la vegetación que se establece en ellas. Las arenas son fundamentalmente calcáreas y hay zonas en que afloran las costas rocosas.

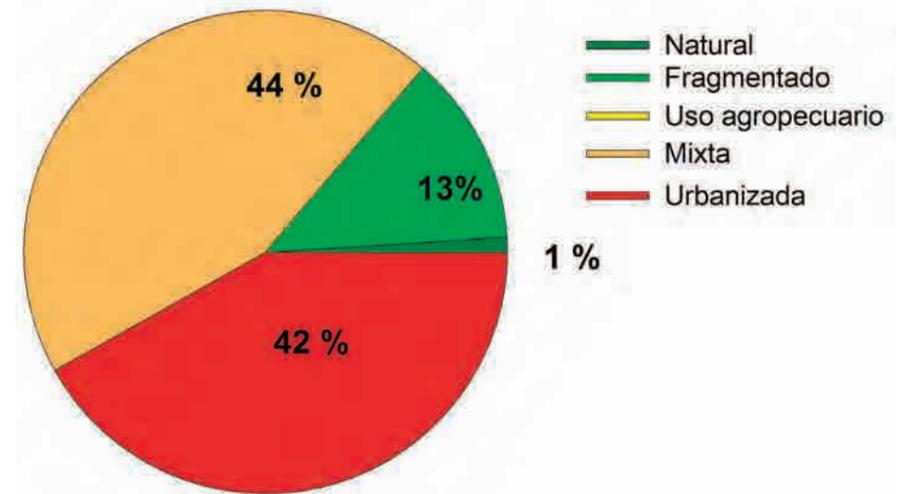
Desde el punto de vista biogeográfico y de diversidad, el estado de Yucatán tiene elementos de la vegetación similares a la que se encuentra en el Caribe. Ello le confiere a la vegetación una mezcla florística interesante. No hay información

sobre si a nivel de fauna existe una transición similar. En la zona también existen selvas y matorrales remanentes con numerosas palmas, particulares de la región. En la zona hay un endemismo importante entre las especies de dunas costeras.

Agricultura y ganadería

A mediados del siglo XIX se desarrolló en el estado de Yucatán una industria basada en el henequén para la elaboración de jarcias, cuerdas, costales, tapetes, recubrimientos y otros muchos productos que se convirtieron en artículos de exportación y aportaron

Usos de suelo sobre dunas



▲ figura 8.

Porcentaje de superficie estatal según el estado de conservación de las dunas, con base en cinco categorías (ver explicación en la sección de Estado de conservación y en el capítulo 9), como un indicador del uso del suelo sobre las dunas.

entradas económicas importantes al estado. El henequén, también conocido como sisal y la fibra o sosquil (del vocablo maya *soski*: fibra de henequén) se sembró en muchas zonas del estado, entre ellas, las dunas. Hoy en día ya no es una actividad económica importante en la región, pero las poblaciones se naturalizaron y hoy es frecuente verlas como un elemento más de la flora de dunas costeras.

La producción de sal en Yucatán fue y sigue siendo un producto importante, sobre todo en el litoral poniente principalmente en Las Coloradas, aunque también en otras zonas como Celestún. Los cocotales (*Cocos nucifera*) también fueron un recurso importante en Yucatán, y hoy en día aún perduran en muchas zonas. Sin embargo el amarillamiento letal ha afectado y matado a numerosos palmares.

Desarrollos turísticos y urbanos

Yucatán es tal vez el único estado del país donde se veranea al estilo europeo ya que la familia se traslada a la playa y ahí permanece durante un mes o más durante el verano, cuando hace más calor en las ciudades, y los miembros de la familia con actividad laboral y que no cuentan con vacaciones tan largas, viajan por las tardes o los fines de semana a reunirse con la familia. Esta modalidad abarca amplias capas de población de ingresos altos, medios e incluso medios bajos, dada la vinculación familiar entre habitantes del "pueblo" y del "puerto" y la amplitud de precios en el alquiler de las viviendas, generalmente compartidas por familias extensas. Este turismo era de carácter local, centrado en la población urbana de las regiones inmediatas, sin embargo desde mediados de los no-

venta amplió su mercado al turismo de la tercera edad proveniente de Canadá y Estados Unidos, principalmente durante el invierno. En toda la costa hay 9,000 viviendas de este tipo (INEGI, 2006). En el corredor de Sisal a Telchac Puerto se concentra más de 90% de ellas y la falta de reglamentación generó que muchas de estas construcciones contribuyeran a la pérdida de vegetación de las dunas costeras. El crecimiento urbano y de las casas de verano en los municipios de Progreso, Ixil, Dzemul y Telchac Puerto ya ocupa cerca de 90% de las playas arenosas; en los municipios de Progreso y Telchac Puerto se observan signos de degradación de la playa con pérdida de 71% y 59%, respectivamente, de la vegetación del primer cordón de dunas. En un periodo de 16 años (de 1988 a 2003), se perdieron 490 ha de vegetación de dunas en toda la zona costera (media anual de 26 ha). En el caso del municipio de Progreso esta pérdida representa 80% de la superficie de duna costera vegetada en el periodo; en la zona centro se perdió 54%: 205 ha en Telchac Puerto y 60 ha en Sinanché (POETCY, 2007; García de Fuentes et al., 2011).

La zona que va de Chelem a Telchac Puerto es la que atrae un mayor número de visitantes por su mayor cercanía a la capital y por contar con grandes extensiones de playa. Así mismo es en esta zona central donde se localiza el mayor número de poblados costeros. En este corredor se concentra 80% de los 162 restaurantes registrados, así como 60% de los 67 hoteles, y 70% de los 1,070 cuartos disponibles. Cerca de Telchac se localiza el llamado Corredor Nuevo Yucatán, que en su momento se anunció como el detonante de los hoteles de gran turismo del estado; sin embargo, solo está en funcionamiento uno de los tres hoteles construidos con categoría de cinco estrellas (García de Fuentes et al., 2011).

La población asentada sobre dunas es escasa y suma poco menos de 60,000 habitantes en zonas urbanizadas, mientras que la de zonas rurales es mucho menor, sumando 4,500 habitantes.

Industria e infraestructura costera

La economía de la Península se manejó durante siglos a través de los puertos y hoy en día algunos siguen jugando un papel importante en la importación y exportación de mercancías, mientras otros han adquirido relevancia como zonas turísticas o pesqueras. Varios de ellos tienen infraestructura costera que incluye muelles, escolleras y espigones que han tenido impacto en el transporte de arena y la dinámica de las playas. El estado ha creado un litoral artificial que ha sido estabilizado por medio de muros de contención o escolleras que buscan proteger a las poblaciones costeras. Esta infraestructura se ubica en los puertos de Dzilam de Bravo, San Felipe y Ría Lagartos. El resto de los litorales artificiales corresponde a construcciones cuyo fin es estabilizar los canales de navegación en los puertos de abrigo pesqueros y confinar cuerpos de agua de producción salinera (García de Fuentes et al., 2011), como los encontrados en los puertos de Sisal, Puerto Telchac, Los Cuyos entre otros. En Yucatán se han construido 13,189m de obras portuarias

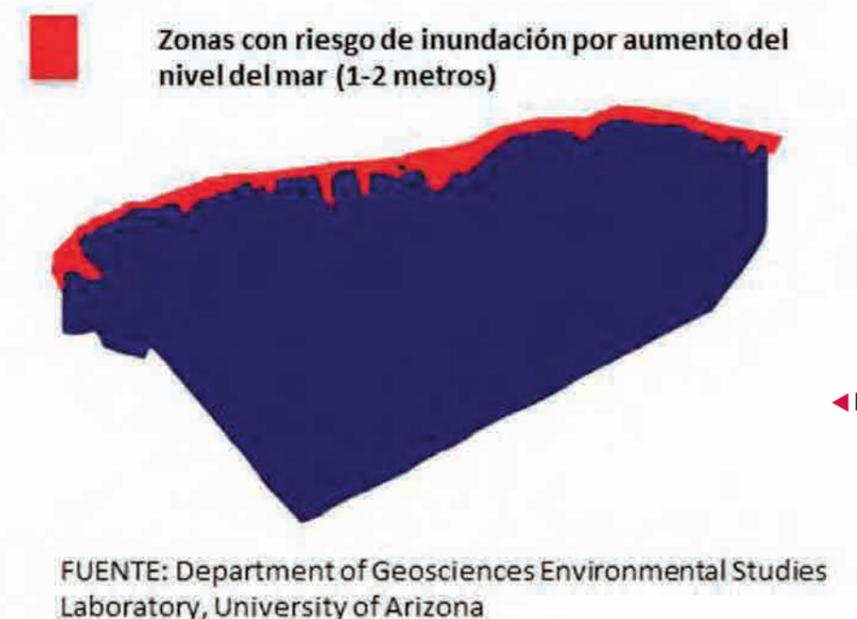
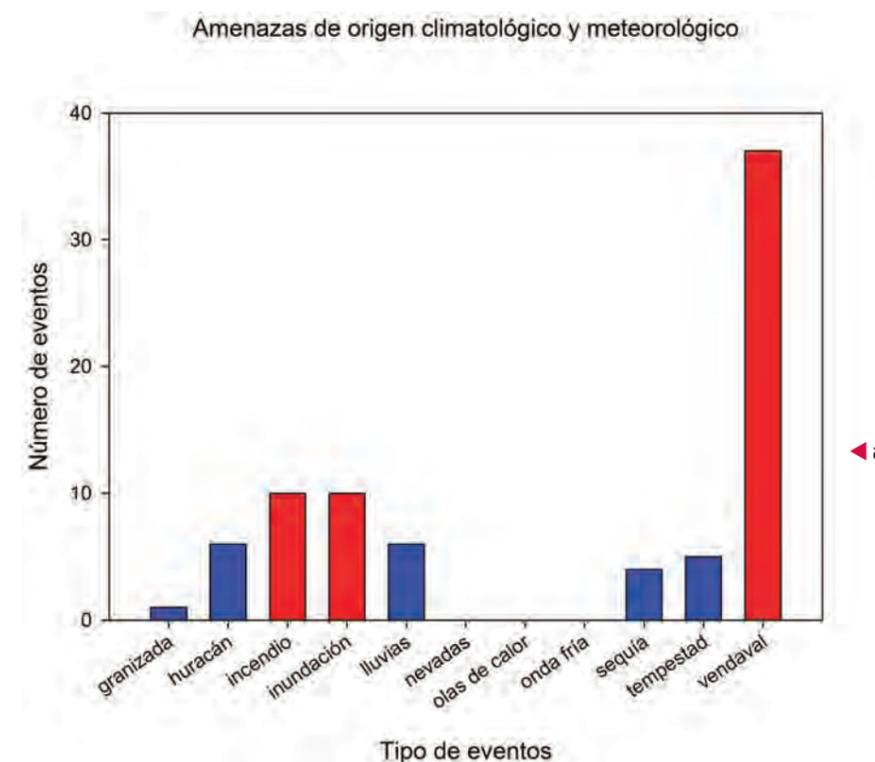
de protección. De éstas, 1,840 son rompeolas, 5,088 escolleras, 58 espigones y 6,203 estructuras de protección marginal.

La gran cantidad de puertos con que contó Yucatán para su comercio y hoy en día para las actividades turísticas, son una muestra de la gran interacción que se dio desde hace mucho tiempo entre la sociedad y la costa y también indican en varios casos presencia de infraestructura costera. Muchos puertos se utilizaron como embarcaderos para actividades de pesca o para el transporte de sal y henequén (X-Thul, Las Coloradas). Otros han tenido actividades exportadoras (San Felipe y Río Lagartos) y de transporte de productos comerciales (Chelem) o como medios de transporte (San Crisanto, San Crisanto, Chabihau, Santa Clara y Mina de Oro). Otros han sido de defensa y protección (Yucaltepén, Chuburná y Chicxulub) o bien forman parte de reservas de la biósfera (Celestún). La mayoría son usados en la actualidad para las actividades turísticas.

Erosión

Los nortes y los huracanes producen rompimientos y pérdidas de arena en lapsos muy cortos sobre las islas de barrera en el estado de Yucatán, así como la destrucción o afectación de la vegetación. Las construcciones mal planeadas modifican el transporte de sedimentos a lo largo de la costa, y provocan la remoción excesiva de la vegetación de dunas, lo que incrementa los procesos erosivos de las playas (García de Fuentes et al., 2011). Estos autores presentan un mapa de fragilidad ante la erosión y la pérdida de vegetación ante el oleaje y la elevación de las mareas de tormenta. En las playas, la vulnerabilidad se evaluó considerando su ancho, la presencia de vegetación de duna y el grado de antropización; se clasificó en alta, media y baja. El 7.6% de las playas presenta una vulnerabilidad alta a ser erosionada, 37.7% presenta vulnerabilidad media y 55%, vulnerabilidad baja. Por municipios, Progreso es el que presenta mayor porcentaje de alta vulnerabilidad (49%). Otros municipios con alta vulnerabilidad son: Yobaín (24.3%), Dzidzantún (11.6%), Sinanché (8.8%) y Telchac Puerto (8.7%). En los municipios de Sinanché, Ixil, Telchac Puerto, Ría Lagartos y San Felipe, más de la mitad de sus playas presentan una vulnerabilidad media a la erosión (POETCY, 2007; García de Fuentes et al., 2011).

Con relación a las dimensiones de las playas, el ancho del 17% de las mismas se ha reducido sustancialmente, y en cerca de 40% del litoral arenoso el ancho es de solo los 20 metros impuestos como zona federal marítimo terrestre (Zofemat). El ancho de las playas en Progreso y Telchac Puerto es menor a 20 m en 74% y 39% de su litoral, respectivamente. En Progreso, 30% de la playa tiene anchuras menores a los 10 m. Como respuesta individual a la erosión y desaparición de las playas, en los municipios de Progreso, Telchac y Yobaín se establecieron estructuras de protección, que, en el caso del primero, alcanzaron densidades de hasta siete espigones por kilómetro lineal antes de los programas de recuperación de playas. Desde 2002 operan programas de la federación y el estado para mitigar la pérdida de playas con rellenos de arena en sitios críticos,



▲ figura 9. a) La figura muestra los desastres hidrometeorológicos entre 1980 y 2001 en el estado de Yucatán, sobresaliendo los vendavales (en rojo), los incendios, las inundaciones seguidos por las lluvias y huracanes, sobresaliendo el primero por su magnitud; b) Se muestran las zonas de la costa del estado con riesgo de inundación por aumento del nivel del mar, estando todo el litoral del estado con alto riesgo. Esta información fue tomada y redibujada de http://www2.inecc.gob.mx/climatico/edo_sector/estados/estados.html.



▲ a)



▲ b)

▲ figura 10. Dos ejemplos de desarrollos turísticos. a) La propiedad está bardeada, lo cual representa un obstáculo al movimiento de arena y una fuente de inestabilidad y erosión; b) Desarrollo integrado a la vegetación y protegido por la misma, además de presentar una alta calidad estética mezclándose con el paisaje. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).

tomando el material de los bancos de acumulación en las escolleras de los puertos de abrigo (García de Fuentes et al., 2011).

La mayoría de los puertos tienen escolleras para mantener las bocananas abiertas y presentan fuerte erosión del lado oeste. Ejemplos de ello son las escolleras de los puertos de Sisal, Chuburná, Yucalpetén, Puerto Telchac, Dzilam de Bravo y El Cuyo entre otros.

Vulnerabilidad ante el cambio climático

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC-SEMARNAT) hizo un análisis del impacto del cambio climático para cada estado de la República. Analizaron el número de veces que se presentaron eventos hidrometeorológicos en la entidad. La vulnerabilidad del estado es baja con respecto al agua, sobre la cual hay una disponibilidad media y un grado de presión escaso. En las zonas costeras los petenes son los más vulnerables, pero también las costas por ser bajas. Las principales amenazas son los huracanes (entre los que más han afectado están por ejemplo Gilberto, Gordon, Isidoro, Cindy, Emily,

Stan, Wilma, etc.) y la sequía meteorológica. Aquí es importante mencionar que el impacto de los huracanes es intenso aunque no muchos hacen tierra en las cos-

tas de este estado. El INECC clasificó estos eventos en ocho categorías que aparecen en la figura 9a y el análisis se realizó para el periodo entre 1980 y 2001. Muchos de estos eventos constituyen desastres de carácter hidrometeorológico, siendo los principales los vendavales (37 registros), los incendios (diez registros), las inundaciones (diez registros) seguidos por las lluvias y huracanes (seis registros en ambos casos) (figura 9a). Toda la zona costera está bajo riesgo de incremento del nivel del mar lo cual coloca al estado en condiciones de gran vulnerabilidad (figura 9b) (http://www2.inecc.gob.mx/climatico/edo_sector/estados/estados.html).

Un aspecto importante de considerar es el impacto diferencial de los huracanes sobre los ecosistemas costeros. En el caso de las islas de barrera, durante el paso del huracán Isidoro se registraron rupturas de hasta 60 m de ancho, evidenciando la muy alta fragilidad de esta barra arenosa y en ocasiones lavando las carreteras costeras (García de Fuentes et al., 2011). Cabe hacer mención que ciertos sectores de la costa frontal tienen problemas de inestabilidad debido a la erosión y sedimentación rápida de playas, inducida por las actividades humanas, dada la alta densidad y corto distanciamiento entre los espigones (Meyer- Arandi, 1993).

Recomendaciones y planes de manejo

En especial hay un proyecto en Celestún donde hay un museo de sitio y un jardín botánico de dunas en un hotel privado que es modelo para los jardines de dunas (<http://hotelxixim.com>) de la península. Son ejemplares las formas en que conservaron la vegetación original dando un toque ornamental y proveyendo de información científica en senderos interpretativos que van de la playa a tierra adentro. Las prácticas de los jardineros deberían documentarse así como las experiencias del diseñador (José Arellano). Este jardín piloto debe usarse como ejemplo para los proyectos de reforestación de predios de residencias de verano.

Yucatán, junto con Veracruz, son los únicos estados donde se ha hecho investigación por muchos años para la germinación de especies de dunas (experiencias del CICY-Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán- en su jardín botánico). Las palmeras caribeñas como *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii* y algunos cactus endémicos han sido reproducidos con éxito (Pérez et al., 2005; Dorantes Euan s/a) sin embargo dichas investigaciones no continúan más por lo que es importante retomarlas.



◀ **figura 11.**
Ejemplo de pasarelas de madera, sobre la arena directamente y elevadas, que muestran estructuras que ayudan a proteger la vegetación y las propias dunas. (Foto: Gerardo Sánchez Vigil).

El desarrollo turístico que se tiene y el potencial que aún le queda al estado requiere de un ordenamiento de la zona costera, de una planeación bajo una visión de manejo integral de la zona costera y planes de manejo específicos para las distintas regiones y ecosistemas tomando en cuenta sus particularidades (Moreno-Casasola et al., 2006). Se recomienda que los desarrollos turísticos y la construcción de infraestructura se lleve a cabo por detrás del primer cordón de dunas, para permitir la dinámica natural de la costa y que la propia playa y dunas sirva como protección, gracias a los servicios ambientales que proporciona (figura 10). Específicamente para el manejo y conservación de los ecosistemas de playas y dunas, SEMARNAT (2013) publicó recientemente un conjunto de lineamientos a tomar en cuenta para garantizar el mantenimiento del buen estado de estos ecosistemas.

Las actividades humanas han producido graves daños los cuales han empezado a corregirse: eliminación de decenas de escolleras en las zonas turísticas y colocación de tubos para permitir el paso de agua y re-establecer los patrones de intercambio hidro-

lógico en los humedales que las carreteras y caminos habían bloqueado. La superficie protegida y las actividades de restauración mediante programas gubernamentales *ad hoc* indican una preocupación de los distintos niveles de gobierno y de la población por cuidar su patrimonio natural (figura 11). Sin embargo las costas son bajas, la erosión está presente y las condiciones de la vegetación de dunas es mala. Se recomienda dar continuidad a los esfuerzos de ordenamiento y manejo costero que ya proponen una estrategia de manejo integral de la zona costera (Euán-Ávila et al., 2007).

La erosión es un problema costero importante en el estado y hay zonas donde las playas se han adelgazado. La urbanización a lo largo de la costa está muy extendida y ello representa zonas donde la erosión se incrementa. No hay un monitoreo permanente de los cambios en la línea de costa, y éste debe ser una prioridad. Se debe desarrollar normas de construcción sobre la costa, para las casas habitación y sus jardines, los caminos y carreteras y los desarrollos turísticos que tomen en cuenta los escenarios de cambio climático.

La vegetación de dunas está en mal estado y es necesaria su restauración. En especial destaca un sitio que era núcleo de biodiversidad: San Benito (Espejel, 1987) donde se mezclan especies de selva en las hondonadas inundables y la única zona del país, junto al extremo norte de Quintana Roo con la palmera *Pseudophoenix sargenteii* (Kuka) que tiene una forma muy ornamental. Las condiciones de precipitación y el gradiente que existe a lo largo de la costa, además del carácter peninsular, han dado lugar a una comunidad rica con especies endémicas que debe ser conservada, reforestada y restaurada donde todavía es posible. Las especies de dunas no pueden migrar tierra adentro debido a la presencia de la carretera costera, las zonas de desarrollo y los cambios de uso del suelo. Además, la presencia de humedales también impide la migración de estas especies hacia tierra adentro. Por lo anterior, se deben restaurar dunas frontales con vegetación pionera para asegurar que este ecosistema mantiene su capacidad de protección. Se deben reforestar las planicies de dunas frontales con especies nativas, buscando reproducir la estructura y composición de las dunas que aún mantienen selvas y matorrales conservados.

Referencias bibliográficas

- Aguilera, G. M., Lara, M. F. M., Hernández, O. P., Bencomo, J. A. E., Salín, C. O., y Canul, C. C. G. 2004. Patrón espacio-temporal del amarillamiento letal en cocotero (*Cocos nucifera* L.) en Yucatán, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 22(2): 231-238.
- Batllore-Sampedro, E., Febles-Patrón, J. L., y Diaz-Sosa, J. 1999. Landscape change in Yucatan's northwest coastal wetlands (1948-1991). *Human Ecology Review* 6: 8-20.
- Boose, E. R., Foster, D. R., Plotkin, A. B., y Hall, B. 2003. Geographical and historical variation in hurricanes across the Yucatan Peninsula. The lowland Maya area. Haworth. New York, NY, EEUU, 495-516.
- CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de desastres) 2008. Principales desastres naturales, 1980-2005. El Almanaque Mexicano 2008. Fecha de consulta 06/09/2013.
- CONABIO (Comisión nacional para la conservación y uso de la Biodiversidad) 2013. Avesmx. http://avesmx.conabio.gob.mx/lista_region?tipo=aica Fecha de consulta 13 08 2013.
- Dorantes Euán, A. s/a. Germinación de tres especies en peligro de extinción: *Pterocereus gaumeri* Britton & Rose, *Cocothrinax readii* Quero y *Pseudophoenix sargentii* Wendl. ex Sarg. Informe técnico CICY.
- Durán García, R., Torres-Avilez, W.M. y Espejel-Carbaja I, I. 2011. Vegetación de dunas costeras. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. FMAM, PNUD, SGM, CICY, Conabio, Corredor Biológico Mesoamericano, SEDUMA. 136-137.
- Durán, R., Simá, P., Juan-Quí, M., Méndez, M., y Tun, F. 1999. Listado florístico de la Reserva de Ría Lagartos. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Mérida, Yucatán, Mexico.
- Durán, R., Campos, G., Trejo, J.C., Simá, P., May Pat, F. y Juan Qui, M. 2000. Listado florístico de la Península de Yucatán. CCY, Yucatán.
- Espejel, E., Peña-Garcillán, P. y Jiménez-Orocio, O. 2013. Flora de playas y dunas de México. Informe Técnico Final Conabio HJ007.
- Espejel, I. 1987. A phytogeographical analysis of coastal vegetation in the Yucatan Peninsula. *Journal of Biogeography* 14: 499-519.
- Estrada-Loera, E. 1991. Phytogeographic relationships of the Yucatan Peninsula. *Journal of Biogeography* 18: 687-697.
- Euán-Ávila, J., García, A., y Liceaga-Correa, M. A. 2007. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán CINVESTAV, CICY, ITC, ITM, UADY. Informe técnico final.
- García de Fuentes, A., Xool Koh, M., Euán Ávila, J.I., Munguía Gil, A. y Cervera Montejano, M.D. 2011. La costa de Yucatán en la perspectiva del desarrollo turístico. Colección Corredor Biológico Mesoamericano México. Serie Conocimientos / Número 9. 86 pp.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2008. «Mapa de Climas». Consultado el 16 de mayo de 2010.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2006. Segundo Censo de Población y Vivienda 2005. México. <www.inegi.org.mx/inegi>
- Lynch, J. F. 1991. Effects of Hurricane Gilbert on birds in a dry tropical forest in the Yucatan Peninsula. *Biotropica* 23: 488-496.
- Meyer-Arandi, K.J. 1993. Shoreline changes along the North Yucatan Coast. En: Laska S. y Puffer A (eds) *Coastlines of the Gulf of Mexico*. Serie Orville T. Magno. American Society of Civil Engineers, Nueva York: 103-117 pp.
- Molina, J.J.C. 1987. El huracán Gilberto y su evolución en el Caribe, Golfo de México y Norteamérica (septiembre de 1988). *Paralelo* 37(11): 7-30.
- Moreno-Casasola, P. y Espejel, I. 1986. Classification and ordination of coastal dune vegetation along the Gulf and Caribbean Sea of Mexico. *Vegetatio* 66: 147-182.
- Ortiz Pérez, M.A. y de la Lanza Espino G. 2006. Diferenciación del espacio costero de México: un inventario regional. Serie Textos Universitarios, núm. 3, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Moreno-Casasola, P., Peresbarbosa E. y Travieso-Bello, A.C. (eds). 2006. Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal. Instituto de Ecología A.C.-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT- Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa, Ver., México. Volumen I, II y III. 1251 pp. (<http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/documentos/publicacionestxt.htm#Libros>)
- Pérez, E., Calvo Irabién, L. M. y González, G.C. 2005. Germinación y supervivencia de semillas de *Thrinax radiata* (Arecaceae), una especie amenazada en la Península de Yucatán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 77: 9-20.
- POETCY (Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán). 2007. Informe final, Centro de Investigación y de estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida; Centro de Investigación Científica de Yucatán, Instituto Tecnológico de Conkal, Instituto Tecnológico de Mérida, Universidad Autónoma de Yucatán.
- Torres, W., Méndez, M., Dorantes, A. y Durán, R. 2010. Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 86: 37-51.
- RAMSAR-CONANP, 2013. Humedales de Mexico. <http://ramsar.conanp.gob.mx/lsr.php> Fecha de consulta 15 08 2013.
- Seingier G., Espejel, I. y Fermán-Almada, J.L. 2009. Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación Ambiental* 1(1): 54-69.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2013. Manejo de Ecosistemas de Dunas Costeras, Criterios Ecológicos y Estrategias. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dirección de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. Autores: Pedroza, D., Cid, A., García, O., Silva-Casarín, R., Villatoro, M., Delgadillo, M.A., Mendoza, E., Espejel, I., Moreno-Casasola, P., Martínez, M.L. e Infante Mata, D. http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janiumbin/janium_login_opac.pl?find&ficha_no=225712
- SIMEC (Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación) 2013a. Ficha del área natural protegida Ría Lagartos. https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=157 Fecha de consulta 13 08 2013.
- SIMEC (Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación). 2013b. Ficha del área natural protegida Ría Celestún. https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=156 Fecha de consulta 13 08 2013.
- SEDUMA (Secretaría de Desarrollo y Medio Ambiente del Estado de Yucatán) 2013. <http://www.seduma.yucatan.gob.mx/areas-naturales/index.php> Fecha de consulta 13 08 2013.
- Whigham, D. F., Olmsted, I., Cano, E. C., y Harmon, M. E. 1991. The impact of Hurricane Gilbert on trees, litterfall, and woody debris in a dry tropical forest in the northeastern Yucatan Peninsula. *Biotropica* 23 (4): 434-441.

Colaboradores de la ficha

Merari Ferrer