

Las dunas costeras

MA. LUISA MARTÍNEZ Y MARÍA TERESA VALVERDE

La mayor parte de nosotros hemos tenido la oportunidad de conocer algunas playas del hermoso litoral que posee nuestro país. Tanto en las costas del Pacífico como en las del Golfo de México y el Caribe existen lugares paradisíacos, unos más conocidos que otros, unos más turísticos que otros. Sin embargo, aun los que somos biólogos, no siempre traemos los "anteojos de biólogos" puestos y a veces no reparamos en las peculiaridades biológicas de los sitios que visitamos. Específicamente cuando estamos en la playa, pocas veces nos fijamos cuidadosamente en la vegetación que ahí se establece, o pensamos en las condiciones ambientales bajo las que se encuentra.

Sin embargo, aquél que haya estado en las costas del estado de Veracruz, por ejemplo, sin duda recordará los magníficos paisajes de dunas, que son frecuentes incluso en ciertas zonas turísticas de éste y otros estados de la República. Las dunas costeras, además de brindarnos la oportunidad de gozar de paisajes muy peculiares, y a veces imponentes, son muy interesantes desde el punto de vista ecológico. Como explicaremos más adelante, son ecosistemas relativamente sencillos, en los que es posible visualizar nítidamente ciertos fenómenos ecológicos, lo cual nos permite aclarar muchos de los conceptos que constituyen una parte importante del cuerpo teórico de la eco-

logía. En las siguientes líneas pretendemos proporcionar una visión general de las dunas costeras como sistemas ecológicos y de la gran cantidad de aspectos de interés que podemos encontrar en ellos.

La arena y el trabajo del viento

Existen muchos factores que caracterizan a las dunas costeras y que no se repiten en otros sistemas. Sin lugar a dudas, entre los más importantes se encuentran la composición arenosa del sustrato que las forma y la cercanía o colindancia con el mar. Como podrá suponerse, esto define en gran medida muchos de los aspectos bióticos y abióticos de este tipo de ecosistemas.

Las dunas se encuentran constituidas por grandes acumulaciones de arena no consolidada. La forma que han

adquirido, así como su tamaño y orientación, son particulares para cada zona (al igual que la vegetación que en ellas se establece) y dependen de varios factores. Algunos de los más importantes son el tamaño y peso de los granos de arena y la fuerza y dirección de los vientos dominantes. Como el sustrato es arenoso y poco compacto, el viento lo acarrea fácilmente y lo deposita en sitios específicos, dando lugar a diferentes tipos de sistemas de dunas (Chapman, 1978; Moreno-Casasola, 1982; Ranwell, 1972).

Existen formas de dunas muy variadas, desde los pequeños cordones de dunas paralelos entre sí, hasta las dunas parabólicas (en forma de media luna) que llegan a alcanzar grandes alturas, hasta de 30 a 35 m. La vegetación que encontramos en las dunas, aunque en efecto puede llegar a ser realmente



Ma. Luisa Martínez: Laboratorio de Ecología, Facultad de Ciencias, UNAM. Ma. Teresa Valverde: Laboratorio Especializado de Ecología, Facultad de Ciencias, UNAM.

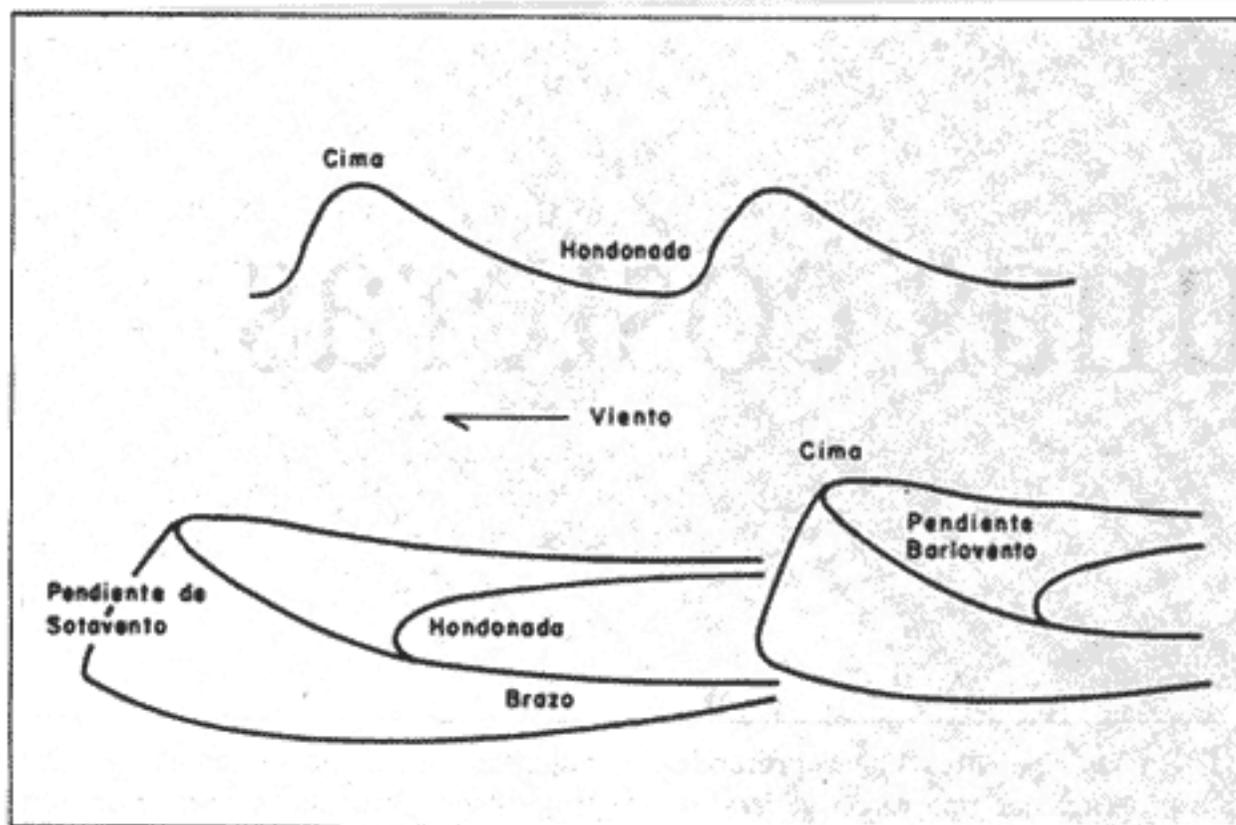


Figura 1. Diferenciación de los microambientes de una duna parabólica en función de la topografía (Tomado de: Moreno-Casasola, 1982).

escasa, juega un papel muy importante en la determinación de su forma, ya que disminuye el movimiento de la arena en ciertas zonas y provoca que unas partes de la duna avancen a una velocidad mayor que las otras. De hecho, una duna parabólica se forma cuando se establece vegetación en los extremos de un cordón de arena; la parte central del cordón se desplaza a mayor velocidad y adquiere mayor altura que los extremos, dando lugar así a la topografía en forma de media luna que las caracteriza (figura 1) (Chapman, 1978).

El "movimiento de las dunas" se lleva a cabo de la siguiente manera: el viento acarrea partículas de arena que provienen de la hondonada y del interior de los brazos y las lleva hacia la cima; al llegar a este punto el viento pierde velocidad y deposita las partículas de arena al otro lado de la cima, en la pendiente de sotavento. De esta forma, la duna se va desplazando poco a poco por la erosión de la arena de la hondonada y los brazos y su acumulación en la pendiente de sotavento (figura 2). Las dunas parabólicas que resultan de este proceso, son exactamente opuestas a los barcanes o dunas crecientes de los desiertos, en los que no hay vegetación que detenga el movimiento de los extremos del cordón de arena, lo cual provoca que éstos se muevan más rápido que la parte central (Chapman, 1978).

Las dunas parabólicas tienen una topografía muy particular, en la cual se pueden diferenciar zonas (hondonadas, cimas, brazos, pendientes, ver figura 1) con características diferentes en lo que se refiere a movimiento de arena, humedad, pendiente y grado de exposición. Esto, como veremos más adelante, da lugar a la formación de un mosaico de microambientes en los que se establecen asociaciones vegetales específicas, en función de las condiciones ambientales presentes (Moreno-Casasola, *et al.*, 1982).

Otros aspectos que caracterizan a los sistemas de dunas, son consecuencia de la composición arenosa del sustrato. Uno de ellos es la escasez de nutrientes y de humedad en el suelo. La arena está formada por granos muy grandes y poco compactos, por lo que posee una baja capacidad de retención de agua; ésta se percuela rápidamente y pasa a formar parte del manto freático en las

capas inferiores del sustrato. Los nutrientes solubles en agua son también acarreados, por lo que el medio es muy pobre en nutrientes (Barbour, *et al.*, 1984; Ranwell, 1972; Salisbury, 1952). A la escasez de agua originada por su rápida percolación, se suma el hecho de que en ciertos microambientes, como los más cercanos a la playa, las altas concentraciones de sales disminuyen aún más la disponibilidad del agua para las plantas.

La cercanía de los sistemas de dunas con el mar les confiere otro tipo de particularidades. Además de las altas concentraciones salinas del sustrato de ciertas zonas, la aspersión salina provocada por la brisa marina, que no es tolerada por una serie de especies vegetales, limita su distribución a microambientes poco expuestos a este factor. Además, algunas zonas de las dunas se ven sujetas a las perturbaciones características de las costas, en las cuales las inundaciones, mareas altas, ciclones y tormentas son fenómenos más o menos frecuentes en algunas épocas del año.

Lo que se ha mencionado hasta el momento sobre los sistemas de dunas, se da en las costas arenosas de todos los continentes y a lo largo de una gran variedad de latitudes en el mundo, por lo que encontramos sistemas de dunas en condiciones climáticas muy diversas. Actualmente existe mucha información sobre la dinámica de los sistemas de dunas costeras en zonas templadas, aunque recientemente los estudios sobre estos sistemas en latitudes tropicales se han incrementado.

En México existen sistemas de dunas a lo largo de todas sus costas; sin embargo, en las siguientes líneas nos referiremos particularmente a los del Golfo de México, ya que son los que se han estudiado con mayor amplitud y consistencia.

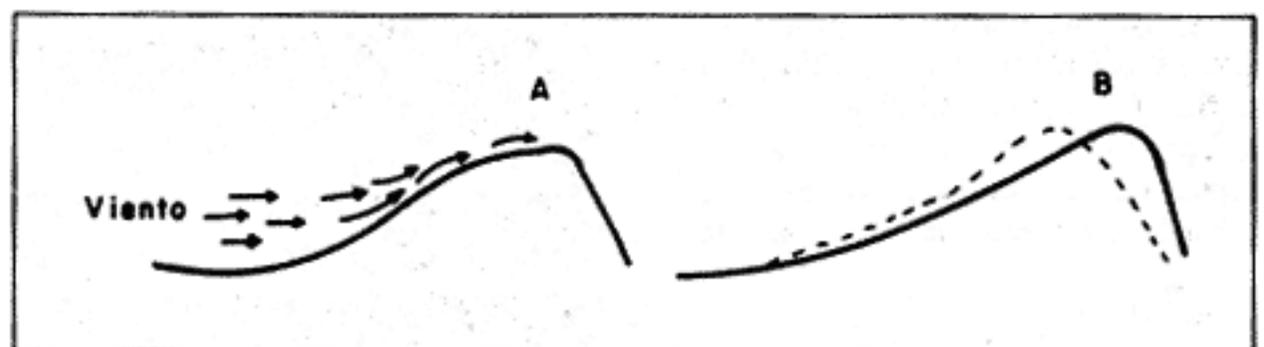


Figura 2. La arena erosionada de la hondonada en la pendiente interna es depositada en la cima y en la pendiente externa (sotavento) dando como resultado el movimiento de la duna. (Tomado de Moreno Casasola, 1982).

Las dunas del Golfo de México

La parte mexicana del Golfo de México tiene una extensión aproximada de 1 500 km, desde la desembocadura del Río Bravo hasta el límite norte del estado de Campeche. Junto con las costas del Caribe, el litoral este de la República Mexicana mide 2 756 km, a lo largo de los cuales encontramos playas de extensión variable, macizos volcánicos y sistemas de dunas de diversa complejidad topográfica y florística (Moreno-Casasola, 1985). En los sistemas de dunas del Golfo de México los "nortes" juegan un papel de gran importancia, ya que determinan, en gran medida, la forma y el movimiento de las dunas. Lo que conocemos como nortes, son fenómenos atmosféricos muy comunes durante el otoño y el invierno en el litoral del Golfo, y consisten en vientos fuertes provenientes del norte, que llegan a provocar perturbaciones importantes en las dunas a causa del considerable movimiento de arena que producen.

La diversidad topográfica que encontramos entre los sistemas de dunas de la costa del Golfo de México, está dada en alguna medida por las características del sustrato de cada zona. También existen diferencias climáticas importantes, por lo que es posible distinguir cuatro zonas fisiográficas distintas a lo largo del litoral (Moreno-Casasola, 1985 y 1988):

a. *Tamaulipas y norte de Veracruz.* En esta área predomina un clima relativamente seco (500 a 1 500 mm de pp. anual) y templado (temp. mínima anual de 5°C). La composición del sustrato es básicamente calcárea y de cuarzo, aunque en la parte norte de Tamaulipas predominan las arenas de cuarzo, donde es posible encontrar sistemas de dunas de gran complejidad topográfica. Sin embargo en el resto de la región predominan sistemas relativamente simples, topográficamente hablando, formados por cordones de dunas paralelos al mar y limitados en muchos casos por lagunas costeras (García, 1987).

b. *Centro de Veracruz.* El clima de esta región es cálido sub-húmedo (temp. media anual de 26°C, 1 000 a 1 500 mm de pp. anual). Las precipitaciones, más abundantes que en la costa del estado de Tamaulipas, se presentan durante los meses del verano, con llu-

vias aisladas en el invierno. La arena está compuesta básicamente por cuarzo mineral. En esta región encontramos los sistemas de dunas de mayor complejidad topográfica y florística del país. En muchas ocasiones están rodeados por otros tipos de vegetación (como selvas tropicales), lo que ha propiciado que otras especies lleguen a las dunas, y aunque muchas de ellas son características de otros tipos de vegetación, han logrado establecerse en estos sistemas, alcanzando en ocasiones considerables coberturas. Ésto junto con la complejidad topográfica de la región, ha dado lugar a una gran diversidad de microambientes en esta zona del Golfo.

c. *Sur de Veracruz y Tabasco.* Esta es

una región de clima cálido húmedo, la más lluviosa del litoral este del país (1 500 a 3 500 mm de pp. anual, temp. mínima anual de 15°C). Las lluvias se presentan todo el año, con picos de precipitación en verano e invierno. Las dunas que se presentan en esta zona están formadas por arenas silíceas (de cuarzo) y son relativamente sencillas desde el punto de vista topográfico y florístico.

d. *Península de Yucatán.* Climáticamente esta región puede caracterizarse como cálida y seca, con precipitaciones desde 350 mm anuales en Yucatán, hasta 1 500 mm anuales en algunas zonas de Campeche y Quintana Roo. La temperatura mínima anual es de 15°C.



Foto: Teresa Valverde

La composición del sustrato es básicamente calcárea. Los sistemas de dunas son relativamente sencillos tanto florística como topográficamente. Las dunas que aquí se encuentran son cordones bajos de arena, paralelos entre sí (Espel, 1984).

Con respecto a la composición florística de cada una de las cuatro regiones brevemente descritas, existe un grupo de especies de distribución amplia a todo lo largo del litoral. Hay otros grupos de distribución más restringida que no llegan a penetrar en todas las regiones mencionadas, y hay un último grupo de especies que se distribuye únicamente en alguna de ellas (para mayor detalle, ver Moreno-Casasola, 1985).

Un mosaico de microambientes

Los microambientes que encontramos en las dunas están determinados básicamente por la topografía, la que a su vez depende de la movilidad del sustrato. En una duna parabólica pueden distinguirse, de manera general, los brazos, la cima, las pendientes de barlovento y sotavento y la hondonada. Ranwell (1972) las define como zonas biotopográficas que varían en una serie de factores físicos entre ellas; esto permite que se establezcan y crezcan especies, o conjuntos de especies, característicos para cada una de ellas. La playa en sí constituye un microambiente más, ya que las condiciones que predominan en esta zona son, en algunos aspectos, muy diferentes a las que se

dan en el interior de los sistemas de dunas.

Otro factor que provoca la heterogeneidad de microambientes en los sistemas de dunas, radica en las grandes diferencias que existen en términos del grado de estabilización (con respecto a la movilidad del sustrato), determinado éste por el nivel de cobertura vegetal de cada zona. Generalmente se observa un gradiente que va de menor a mayor grado de estabilización, desde la playa hacia tierra adentro.

Los factores físicos que varían entre los microambientes son muy diversos. Por ejemplo, en la playa encontramos concentraciones salinas mucho mayores que en el resto del sistema, tanto a nivel del suelo como del aire (aspersión salina). Además, la playa se encuentra sujeta al movimiento de las olas y de las mareas, y se dan inundaciones ocasionales provocadas por mareas altas, tormentas o ciclones. También por esto la humedad es mayor en la playa, en comparación con el interior de los sistemas de dunas. Sin embargo, el agua no se encuentra inmediatamente disponible para las plantas debido a su alta concentración salina. Las especies que predominan en este tipo de microambientes son altamente tolerantes a la salinidad (incluyendo quizá a algunas halófitas obligadas). El hábito de crecimiento rastroso es común entre ellas, y la producción de tallos postrados o rizomas, constituye una forma importante de colonización para algunas, ya que puede permitir la formación de clones.

Dentro de los sistemas de dunas, las

diferencias topográficas modifican drásticamente las condiciones físicas a las que las plantas se encuentran sometidas. En el caso de una duna parabólica los brazos y las cimas, que constituyen ambientes más o menos similares, presentan una disponibilidad baja de agua, ya que son elevaciones topográficas y el manto freático se encuentra lejano a la superficie de la arena. La escasez de agua disminuye también la disponibilidad de nutrientes (figura 3).

Otro aspecto que caracteriza a estos microambientes, es el movimiento de la arena. Las especies vegetales que crecen en los brazos y en las cimas de las dunas, soportan en mayor o menor medida, la erosión y la acumulación de arena. Son de las primeras especies que se establecen en zonas móviles y pueden ser consideradas como las principales fijadoras iniciales del sustrato. Entre ellas encontramos pastos de crecimiento amacollado o plantas sub-arbustivas que soportan la acumulación de arena y crecen por encima del sustrato que las ha cubierto.

Aún más que los brazos o las cimas, las pendientes son microambientes en los que el movimiento de la arena constituye una fuerte limitante para el establecimiento y crecimiento de las plantas. En la pendiente de barlovento (interna), la erosión de la arena provoca frecuentemente el desenterramiento de las raíces de las plantas, mientras que en la de sotavento (externa), se acumula y entierra las partes fotosintéticas, impidiendo así su crecimiento. En estas zonas la humedad es también muy baja, mientras que las tem-

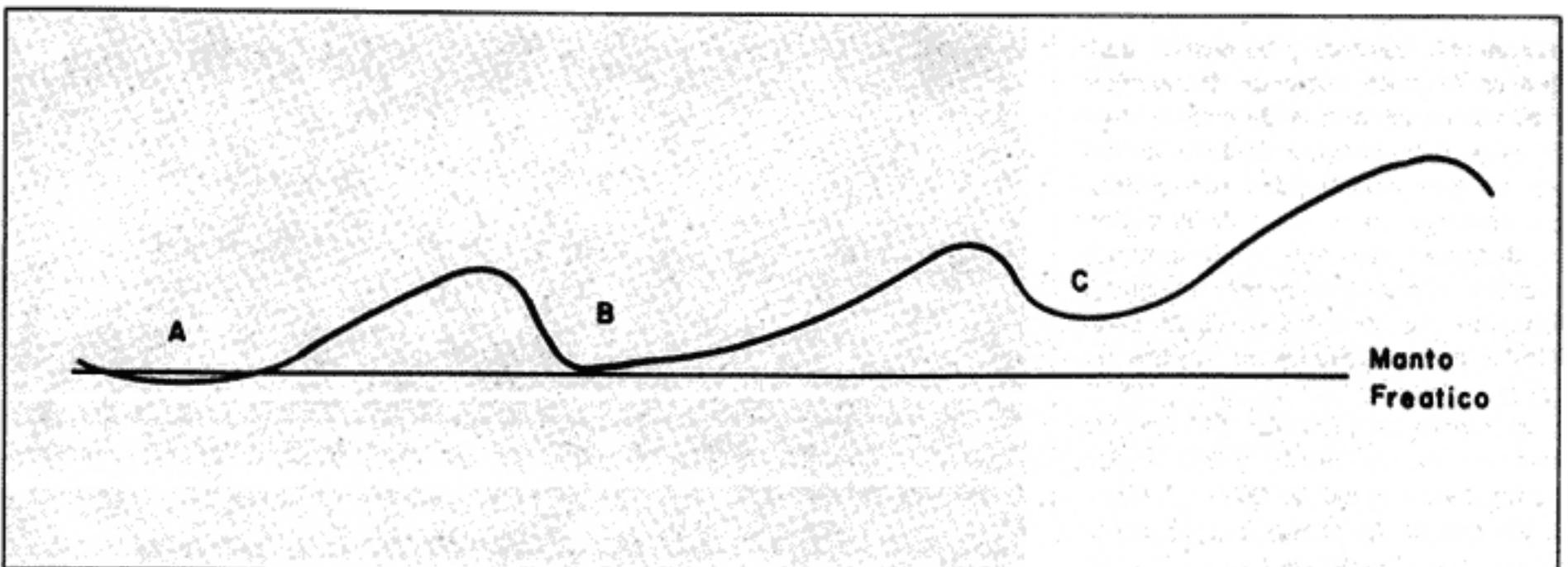


Figura 3. Según la cercanía de la hondonada con el manto freático, es posible distinguir hondonadas secas y hondonadas húmedas o inundables. Al erosionarse el fondo de una hondonada, puede aflorar el manto freático a la superficie.



Foto: Teresa Valverde

peraturas sobre la arena llegan a ser muy altas.

Muchas de las especies que encontramos en las pendientes de sotavento, originalmente se encontraban establecidas en la hondonada de la siguiente duna parabólica, pero el movimiento de las dunas (figura 2) las va enterrando hasta hacerlas formar parte de la vegetación que cubre la pendiente. Por ello en ocasiones encontramos en estos microambientes, algunas especies arbustivas que son comunes en los matorrales. Las primeras especies colonizadoras de zonas móviles que se establecen en las cimas y brazos, también se encuentra en las pendientes.

En las hondonadas de las dunas se pueden presentar condiciones de humedad muy diferentes. En términos generales, existen hondonadas secas y hondonadas húmedas o inundables; en estas últimas, el manto freático se encuentra cerca de la superficie de la arena o incluso llega a sobrepasar el nivel del sustrato durante algunas épocas del año, lo que las mantiene inundadas (figura 3). Consecuentemente, en estos casos, el movimiento de la arena es mucho menor que en las hondonadas secas, ya que el sustrato se encuentra húmedo y compacto.

La temperatura a nivel del sustrato en las hondonadas, sobre todo en las secas, llega a ser notoriamente elevada y la incidencia del viento es menor en estas áreas que en otras partes de la duna; por ello el movimiento de la arena no es muy fuerte. Además, las concentraciones de nutrientes en el sustrato suelen ser mayores, y al existir una humedad mayor, su disponibilidad aumenta.

En las hondonadas húmedas o inundables, normalmente se establecen especies con altos requerimientos de agua, entre las que destacan algunas ciperáceas, mientras que en las hondonadas secas lo que básicamente se establece son pastos y algunos arbustos, aunque también es común encontrar cactáceas en estas zonas.

Además de los microambientes topográficos que se distinguen en una duna parabólica, puede hablarse de zonas con distinto grado de estabilización dentro de un mismo sistema de dunas. Podemos referirnos a ellas, en términos generales, como zonas móviles, semi-móviles y estabilizadas.

Las zonas estabilizadas de las dunas representan, en alguna medida, estados sucesionales o de estabilización más avanzados que los de las zonas móviles.

Sin embargo, tales procesos pudieron seguir distintos caminos, lo que da lugar a microambientes muy diferentes, en cuanto a su composición florística y su estructura.

En las hondonadas de ciertas dunas que cuentan con un alto grado de estabilización y que presentan una humedad alta a nivel del sustrato, se establecen matorrales. Las especies que encontramos aquí pueden provenir de los ecosistemas circundantes. En algunos sistemas de dunas, los matorrales están formados por tres o cuatro especies básicas, mientras que en otros la diversidad es muy alta, incluyendo especies arbóreas características de las selvas. Esto ocurre cuando los sistemas de dunas se encuentran cercanos a este tipo de vegetación, como es el caso del sistema de dunas de El Morro de la Mancha (figura 4), en la parte central del estado de Veracruz, donde los matorrales se presentan como pequeños manchones de selva, dispersos por las dunas.

En los matorrales predominan temperaturas moderadas, una humedad relativamente alta, bajo grado de insolación y mayor cantidad de nutrientes con respecto a otros microambientes de las dunas. El índice de estabilización de

las zonas circundantes puede variar mucho y así un matorral podría incluso presentarse como una isla de vegetación rodeada de zonas muy móviles.

En las áreas de los sistemas de dunas más alejadas del mar, es común encontrar otro tipo de zonas estabilizadas que constituyen básicamente pastizales arenosos, aunque también es frecuente encontrar algunas especies de leguminosas rastreras y arbustivas. Como un efecto directo de la alta cobertura vegetal, existe aquí muy poco movimiento de arena.

La vegetación en las dunas se distribuye como un mosaico en el que es posible observar zonas con grados muy diferentes de cobertura vegetal. Existen manchones de vegetación que colindan con superficies de arena descubierta. Estos manchones modifican las condiciones físicas de las zonas inmediatas a ellos, disminuyendo el movimiento de arena y el grado de insolación. De esta forma, tales manchones pueden funcionar como núcleos de colonización para otras especies y permitir su germinación y establecimiento, al modificar las condiciones físicas circundantes.

Las dunas y el hombre

El movimiento de las dunas, provocado por el acarreo de las partículas de arena por el viento, puede dar lugar a la invasión de áreas originalmente ocupadas por otro tipo de ecosistemas o asentamientos, como tierras de cultivo, lagunas costeras, carreteras, poblados u otros ecosistemas naturales con un alto potencial para el uso de recursos. Este fenómeno constituye un problema de gran importancia en algunas regiones costeras del país. Por ejemplo, a lo largo de la carretera que sale del puerto de Veracruz hacia el norte, se puede observar que, en algún momento, partes de esta vía han sido cubiertas con arena. Hace algún tiempo se construyeron barreras artificiales (con postes y mallas) que actualmente vuelven a ser rebasadas por la arena de las dunas.

Un poco más hacia el norte, en el mismo estado de Veracruz, existe una amplia zona productora de caña de azúcar. Muchos de estos terrenos de cultivo, por encontrarse en colindancia con sistemas de dunas costeras, han sido invadidos por ellas, lo que disminuye su potencial productivo. Por otro la-



Figura 4. Vista del sistema de dunas de El Morro de la Mancha, en la zona central del Estado de Veracruz, en los terrenos de la estación de Biología del Instituto de Ecología, A.C. Foto: Teresa Valverde

do, a lo largo de todo el litoral se presentan una gran cantidad de lagunas costeras, de alto potencial productivo para los pescadores de la zona; estas lagunas generalmente son de poca profundidad y a fin de mantener su productividad, dando entrada a larvas y crías de peces que permiten la pesca en la siguiente temporada, en alguna parte del año tienen que estar en contacto con el mar. Sin embargo, el movimiento de la arena de los sistemas de dunas adyacentes puede provocar el azolvamiento de las lagunas, sobre todo en las zonas de contacto con el mar, lo que acarrea graves consecuencias para la producción pesquera local, actividad vital en el sustento de muchas familias.

A mediados de este siglo se tomaron algunas medidas encaminadas a evitar el movimiento de la arena de las dunas en el estado de Veracruz; así se sembró una gran barrera de casuarinas, paralela a la costa a lo largo de las playas. Sin embargo, no se obtuvieron los resultados que se esperaban, ya que la intención original era que estos árboles disminuyeran la velocidad de los vientos, pero como ya se ha mencionado, al ser los "nortes" los que provocan en otoño e invierno el mayor movimiento de arena en estas zonas y no la brisa proveniente del mar, y al estar sembradas de forma paralela a la costa, es decir, paralelas también a los vientos do-

minantes, definitivamente no funcionan como la barrera que se esperaba. Además, tienen la desventaja de producir hojas que se descomponen muy lentamente, con lo que no se enriquecen significativamente los suelos de las dunas. Por otro lado, impiden el establecimiento de la vegetación natural de estos ambientes. En resumen, la introducción de las casuarinas ha resultado más perjudicial que benéfica.

Para frenar o disminuir el movimiento de la arena se pueden utilizar tres tipos de métodos: el mecánico, el biológico o la combinación de ambos. Los mecánicos funcionan de manera inmediata, pero llega un momento en el que son insuficientes, mientras que los biológicos mostrarán sus efectos a más largo plazo, pero podrían ser definitivos.

Para proponer alguna medida biológica que conduzca a la estabilización de las dunas, hay que estudiar la vegetación que ahí se desarrolla y los factores físicos y biológicos que determinan su establecimiento. Asimismo, deben conocerse tanto los procesos de colonización de las especies, como la dinámica interna de cada comunidad en particular. Con la aplicación cuidadosa de estos conocimientos, se podrán proponer mecanismos que eviten, a mediano plazo, los grandes movimientos de arena.

Tales mecanismos deben incluir la introducción de vegetación a las zonas

de arena descubierta. Sin embargo, primero hay que pensar en las especies que naturalmente se establecen en este tipo de áreas y, posteriormente, en las que crecen en zonas con un grado relativo de estabilidad. Es decir, deben utilizarse especies nativas, reproduciendo de alguna forma los procesos de colonización y sucesión que se dan naturalmente en estos ecosistemas. Esto no podría hacerse si no se tiene un sólido conocimiento ecológico de la composición y dinámica de cada sistema de dunas y de las historias de vida de las plantas.

Un problema más al que enfrentarse y ante el cual es necesario tomar medidas preventivas de manera inmediata, es el pastoreo que se realiza en los pastizales o matorrales que se establecen en las zonas estabilizadas de los sistemas de dunas. Estas áreas tienen que ser manejadas con un gran cuidado, debido a que pueden desestabilizarse fácilmente; así, si se llegara a eliminar la capa de vegetación que evita el movimiento de la arena, el sustrato comenzará a moverse nuevamente bajo la acción del viento, lo que las convertiría rápidamente en dunas móviles.

Otra fuente importante de desestabilización de los sistemas de dunas, es el turismo nacional y extranjero que frecuenta muchas de estas zonas, lo que en ocasiones acarrea graves consecuencias. Las dunas son áreas de recreación de los visitantes, quienes pueden provocar importantes perturbaciones en estos siste-



Foto: Teresa Valverde

mas. Por ello las organizaciones encargadas de preservar y mantener en buen estado las playas recreativas del país, tienen la obligación de prevenir este tipo de fenómenos, y limitar el acceso de los visitantes hacia zonas específicas de las dunas. Ello nos permitiría, además, promover el uso de ciertas especies fijadoras de dunas, usándolas como plantas de ornato.

Un laboratorio ecológico

El estudio de la ecología de la vegetación de dunas es particularmente interesante, no sólo por las posibles aplicaciones prácticas que tiene, sino por la

gran cantidad de fenómenos ecológicos que pueden analizarse de una manera relativamente sencilla.

Las dunas costeras son ambientes en los que imperan condiciones físicas drásticas, por lo que, en alguna medida, pueden ser consideradas ambientes extremos. Esto trae como consecuencia que también los ecosistemas sean relativamente sencillos: desde el punto de vista florístico, encontramos una riqueza limitada, ya que son pocas las especies capaces de establecerse en estos ambientes. Por otro lado, las condiciones físicas que limitan el establecimiento y la sobrevivencia de las especies vegetales, son fácilmente reconocibles y diferenciables entre los microambientes. Como las diferencias de los factores físicos que imperan en cada microambiente son relativamente claras, es posible correlacionarlas con la presencia o ausencia de grupos de especies a lo largo de los sistemas de dunas, estableciendo así relaciones de causa-efecto y trabajando con pocos factores determinantes.

Además, los sistemas de dunas presentan otra característica que los hace especialmente interesantes: por la gran variedad de microambientes topográficos, pueden distinguirse zonas que se encuentran sometidas a regímenes de perturbación, diferentes en cuanto a frecuencia e intensidad. Esto provoca la existencia de manchones de vegetación de diferentes edades. En los manchones más jóvenes (recién perturbados),



Foto: Teresa Valverde

se establecen las primeras especies colonizadoras, capaces de sobrevivir ante cierto tipo de condiciones, como lo son el movimiento de arena, las fluctuaciones amplias de temperatura y la escasez de humedad. En los manchones de mayor edad, el medio se ha modificado de tal manera que ha permitido la entrada paulatina de especies diferentes, cambiando de esta forma, la composición florística y la estructura de los mismos; es decir, se ha dado un proceso de sucesión ecológica. El resultado del mosaico microambiental, es la existencia simultánea de diferentes estados sucesionales, en un mismo ecosistema. En algunos sistemas de dunas se puede encontrar todo un gradiente de estados sucesionales, con manchones de "edades" distintas, entre los que existen diferencias muy amplias con respecto a la estructura y la composición de la vegetación.

La existencia de un "mosaico de estados sucesionales" es un fenómeno que se da en muchas comunidades. Sin embargo los sistemas de dunas constituyen un modelo al respecto, ya que son ecosistemas relativamente sencillos desde el punto de vista estructural, en los que es posible estudiar la sucesión desde sus etapas más tempranas.

Otro factor que ofrece cierta ventaja para el trabajo de investigación en dunas costeras, radica en la composición arenosa del sustrato, lo que facilita el análisis de estructuras vegetales subterráneas (raíces, estolones, rizomas, etc.). La investigación sobre este tipo de estructuras vegetales es importante en muchos aspectos. Por un lado, el estudio de las raíces permite una serie de análisis con respecto a la explotación y asignación de recursos entre las especies de la comunidad. Esto puede trabajarse a muchos niveles que van desde el ecofisiológico hasta el de ecosistemas.

Por otro lado, la posibilidad de trabajar con rizomas o estolones, permite tener un mayor acercamiento al fenómeno de colonización del medio, a través del crecimiento vegetativo, lo que eventualmente puede dar lugar a la formación de clones. Este enfoque del estudio de las poblaciones vegetales ha adquirido mucha importancia durante las últimas décadas y, en realidad, se ha desarrollado básicamente a partir del trabajo con especies de dunas costeras.



Foto: Teresa Valverde

Los laboratorios de Ecología y Especializado de Ecología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, se encuentran realizando investigación sobre ecología de dunas costeras. Estos estudios buscan la comprensión de la dinámica de la comunidad a través del análisis de los procesos de colonización y regeneración de la vegetación en diferentes microambientes de las dunas. El conocimiento que de ellos se derive permitirá establecer los criterios adecuados de conservación y manejo de los sistemas de dunas costeras de México. ♦

Referencias bibliográficas

- Barbour, M.G., de Jong, T. and Pavlik, B.M., 1984, Marine, beach and dune plant communities, In: B. Chabot & H. Mooney (eds.), *Physiological plant ecology of north american plant communities*, Chapman and Hall, U.S.A.
- Chapman, V.J., 1978, *Coastal Vegetation*, Pergamon Press, Oxford, 292 pp.
- Espejel, I., 1984, La vegetación de las dunas costeras de la Península de Yucatán, I. Análisis florístico del Estado de Yucatán. *Biótica* 9(2):183-210.
- García, T., 1985, *Descripción de la vegetación de dunas costeras del sur de Tamaulipas*, Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Moreno-Casasola, P., 1982, Ecología de la vegetación de dunas costeras: factores físicos, *Biótica* 7(4):577-602.
- Moreno-Casasola, P., E. van der Maarel, S. Castillo, M.L. Huesca, y I. Pisanty, 1982, "Ecología de la vegetación de dunas costeras: Estructura y composición en El Morro de La Mancha". *Biótica* 7(4):491-526.
- Moreno-Casasola, P., 1985, *Ecological studies of sand dune vegetation along the Mexican Gulf coast*, Ph.D. Thesis, Uppsala University.
- Moreno-Casasola, P., 1988, Patterns of plant species distribution on mexican coastal dunes along the Gulf of Mexico. *J. Biogeog.* 15:787-806.
- Ranwell, D., 1972, *Ecology of salt marshes and salt dunes*, Chapman and Hall, London, pp.135-200.
- Salisbury, E., 1952, *Downs and dunes. Their plant life and its environment*, G. Bell & Sons, Ltd. London.