

La ecología y los desiertos de México



ALFONSO VALIENTE-BANUET

Introducción

Sin lugar a dudas uno de los desafíos más importantes de la ecología consiste en proporcionar información básica sobre el ambiente que determine pautas para aprovechar, manejar, conservar y restaurar los recursos naturales dentro de un contexto integral. Es decir, se requiere conocer los procesos naturales por los cuales los organismos se adaptan a los ambientes, los factores que regulan el crecimiento de las poblaciones y, finalmente, las causas de la diversidad dentro de una comunidad, así como la que se registra en el conjunto de ellas.

Estos tres aspectos definen las preguntas centrales y los ejes sobre los que descansa la ecología: la ecología fisiológica, la poblacional y la de comunidades. Así, en la primera, el objeto de análisis es el individuo dentro de un contexto ambiental, pues se pretende determinar los mecanismos fisiológicos que le permiten sobrevivir y reproducirse en ese medio. La ecología de individuos tiene entonces como objetivo estudiar la adaptación de los organismos en un contexto ambiental particular.

En cambio, la ecología poblacional enfrenta el reto de precisar si una población crece o decrece, los mecanismos tanto bióticos como abióticos que intervienen en ese fenómeno y la dinámica de las poblaciones en el tiempo.

Por último, la ecología de comunidades intenta explicar cómo se originó y se mantiene la diversidad en las comunidades. Tradicionalmente, en este último campo de estudio de la ecología han debatido con energía dos posiciones filosóficas: la *reduccionista* —que señala a las comunidades no más que como la suma de los comportamientos individuales de cada una de las especies y, por lo tanto, a su diversidad como resultado de la coincidencia de especies con requerimientos ambientales similares— y la *holista* —que considera el número de especies propias de una comunidad como producto de la modificación que otras especies hacen de su entorno, al ampliar o restringir la membresía.

En este trabajo me interesa hablar sobre desiertos mexicanos, tomando como base el esquema anterior y abarcando los temas que, a mi juicio, han sido y son los más sobresalientes para este tipo de ambientes. Cabe señalar que, comúnmente, una gran cantidad de personas piensa que los desiertos o zonas áridas son áreas donde la diversidad biológica es escasa debido a la pobre precipitación pluvial.

Sin embargo, paradójicamente, México posee una sobresaliente diversidad biológica en el nivel mundial, pese a que 60% de su territorio está constituido por zonas áridas. Si la diversidad de especies de nuestro país lo coloca entre los primeros seis del mundo, se esperaría que las comunidades bióticas más ampliamente extendidas fueran aquellas que concentran mayor número de especies, como son los bosques tropicales. No obstante, nuestra realidad es que aproximadamente sesenta por ciento de nuestro suelo está integrado por ambientes de clima de escasa humedad. Así, diez estados de la República mexicana están parcial o totalmente ocupados por zonas secas: Baja California, Baja California Sur, Durango, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora, Zacatecas y Tamaulipas.

También existen regiones desérticas significativamente menores que las anteriores que constituyen porciones de los estados de Hidalgo, Oaxaca, Puebla y Querétaro, pero la diversidad biológica de algunas de ellas es comparable a la que presentan algunas zonas del norte.

A las zonas áridas de México corresponden también los más altos niveles de endemismo. Se reconoce, por ejemplo, que el desierto chihuahuense tiene un poco más de mil especies de plantas endémicas, en tanto que la flora del Valle de Tehuacán alcanza treinta por ciento de endemismo. Cabe señalar que estas cifras son preliminares dado que aún faltan por realizarse muchos estudios e inventarios de flora y fauna.

El siguiente cuadro muestra el número aproximado de especies en las zonas áridas más grandes de México y una pequeña zona intertropical.

RIQUEZA FLORÍSTICA DE DIFERENTES ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO.
LOS DATOS RELATIVOS A LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA ABARCAN
TAMBIÉN ZONAS ARBOLADAS BOSCOSAS.

Lugar	Superficie aproximada (km ²)	Riqueza de especies aproximada
Desierto sonorense	275 000	2 700-3 000
Desierto chihuahuense	400 000	4 000 (aprox.)
Península de Baja California	158 000	2 705
Valle de Tehuacán	10 000	2 700-3 000

Causas de la aridez en México

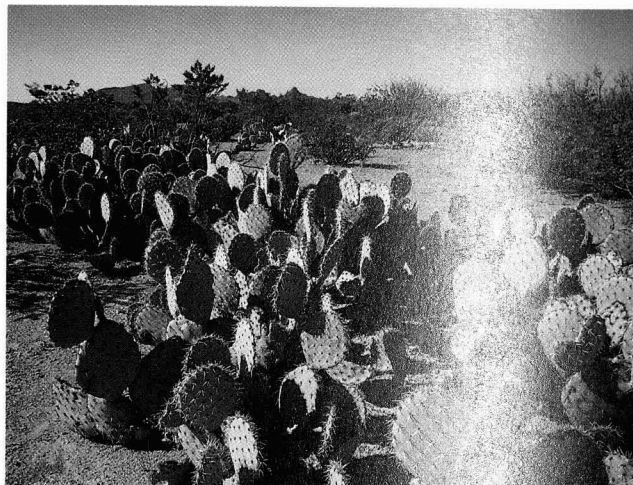
Se reconoce básicamente que la presencia de los desiertos nortños es debida al hecho de que México se encuentra localizado en la franja latitudinal que va de los 15° a los 35°, cinturón en donde, por procesos del patrón general de circulación de la atmósfera, los vientos —una vez que depositaron su humedad en las zonas cercanas al ecuador— llegan a estas latitudes casi secos. De hecho en esta franja latitudinal se concentran casi todos los desiertos del mundo. Por otra parte, las zonas áridas intertropicales más pequeñas son básicamente el resultado de la sombra orográfica o “sombra de lluvias” producida por las grandes cadenas montañosas del país. Éstas impiden que la humedad traída por los vientos sea repartida de manera homogénea. Así, en las pendientes orientadas hacia los mares que rodean México, se deposita gran parte de la humedad y posteriormente los vientos pasan más secos del otro lado de las serranías.

La ecofisiología en los desiertos: la vida bajo condiciones de aridez

Los desiertos se caracterizan por presentar una baja y no uniforme disponibilidad de humedad a lo largo del año, baja humedad atmosférica —con excepción de los desiertos costeros, como los de Baja California en la porción del Océano Pacífico— y alta temperatura diurna del aire, así como elevados niveles de radiación solar que en ocasiones incrementan la temperatura hasta 60° y 70° C a nivel del suelo. Por estas características, el gran conjunto de adaptaciones que uno esperaría encontrar en tales ambientes está relacionado con el aprovechamiento y la economía del agua. En el caso de las plantas, el hecho de estar fijadas al sustrato impide que puedan buscar un microclima más benigno, tal como lo hace gran cantidad de animales. Así, rasgos como cutículas gruesas e impermeables, densas capas de pubescencia y colores de hojas y tallos que reflejan la luz, así como disminución extrema del tamaño de las hojas, son características correspondien-

tes a adaptaciones útiles para mantener niveles adecuados de agua.

Algo que destaca en las comunidades de zonas áridas es la enorme riqueza de formas de crecimiento de las plantas. A diferencia de otras comunidades en donde generalmente una forma de vida predomina sobre las demás (por ejemplo, en zonas de bosques, el árbol es la forma de vida que prevalece), en la vegetación desértica impera una gran cantidad de bioformas. De hecho el estudio de esta diversidad morfológica



Nopalera en el desierto chihuahuense en Mapimí, Durango. Sobresale el nopal *Opuntia rastrera*.



Matorrales en la región de Cataviña, en Baja California. Sobresale el cirio *Fouquieria columnaris* sobre suelos derivados de granito.

constituye uno de los capítulos más interesantes de los estudios ecofisiológicos, pues tan rica variedad de bioformas ha sido interpretada por diversos autores como manifestación de diferentes soluciones al problema del uso y la economía del agua.

En cuanto a los animales, éstos han desarrollado a lo largo de la evolución adaptaciones asociadas a la regulación de la temperatura y el mantenimiento del agua, las cuales incluyen desde pautas conductuales en la búsqueda de microambientes más benignos y actividad nocturna, hasta cambios estructurales como el crecimiento y la vascularización de los pabellones auditivos en ciertos mamíferos, para la regulación térmica. Otro de tales ajustes consiste en la reabsorción de agua dentro del aparato urinario y digestivo, así como el desarrollo de una membrana muy delgada en la región ventral que permite absorber agua por la pared del cuerpo, en el caso de algunos anfibios.

La ecología de poblaciones

Un componente importante de las comunidades de zonas áridas lo constituyen las llamadas plantas anuales, las cuales crecen únicamente cuando existen condiciones favorables de humedad para su establecimiento. Así, estas plantas pasan la temporada desfavorable de sequía en estado de semilla, formando importantes bancos de simiente en el suelo y completando su ciclo de vida hasta la producción de semillas en ocasiones en no más de una semana, como en el caso de especies del género *Zephyranthes*. Este componente efímero de la vegetación llega a ser muy importante en algunos desiertos de México como el sonorense y el chihuahuense y muy poco representado en desiertos intertropicales. Podría decirse que el análisis de la dinámica de poblaciones y la determinación del estado demográfico de estas especies son ideales para estudios poblacionales en desiertos, dado que siempre se requieren conocer los mecanismos responsables de una dinámica particular y esto se simplifica si los ciclos de vida son cortos. Por tanto, si los obstáculos para el crecimiento de una población son los enemigos naturales de esta última, el ecólogo debe conducir sus observaciones y experimentos para poder determinarlo.

Por otra parte, al considerar el componente perenne de la vegetación, los desiertos, como prácticamente ningún otro sistema biológico, mantienen una significativa densidad de plantas de una longevidad medida en el orden de cientos o miles de años. Sin lugar a dudas el ejemplo estudiado más sorprendente es el de la gobernadora (*Larrea tridentata*), la cual tiene la capacidad de propagarse vegetativamente produciendo grandes clones circulares cuyo diámetro puede llegar a ser hasta de quince metros. Estimaciones hechas por Vasek a principios de los ochentas en el desierto de Mohave indicaron que un solo individuo genético tenía 12 mil años y que la germinación de la semilla que le dio origen ocurrió

a fines del Pleistoceno y principios del Holoceno. Otro grupo de especies estudiadas y poseedoras de una alta longevidad lo constituye el de las cactáceas columnares. En México hay un total de 70 especies de ellas, que llegan a formar verdaderos bosques en diversas regiones del país. Entre las que han sido examinadas sobresale el saguaro (*Carnegiea gigantea*) en el desierto sonorense, pues sus edades máximas han sido estimadas en quinientos años, en tanto que nuestros estudios con *Neobuxbaumia tetetzo*, en el Valle de Tehuacán, reportan edades de hasta cuatrocientos y quinientos años.

Esta sorprendente capacidad de las especies de vivir tan largos periodos lleva consigo consecuencias que un ecólogo de poblaciones debe considerar por fuerza en sus investigaciones, relacionadas obviamente con escalas de tiempo que van más allá del ecológico y entran por lo tanto en los tiempos geológicos. Así, en estos lapsos, los ambientes en donde se encuentran los organismos longevos distan mucho de ser entidades estáticas. Cambian debido a transformaciones del paisaje causadas a su vez por erosión, depositación y pedogénesis de los suelos. Por lo tanto, el terreno donde la semilla del actual gran clón germinó puede ser completamente distinto y quizás inadecuado para que la población pueda seguir manteniendo una dinámica poblacional en crecimiento. La dilucidación de la historia de transformaciones geomórficas del paisaje ocurridas también en periodos de cientos a miles de años, asociada al examen del estado actual de las poblaciones que viven esos mismos lapsos constituye un aspecto fundamental para poder entender la dinámica de las mismas. En el presente, éste es uno de nuestros temas de investigación con cactáceas columnares y con la gobernadora.

A partir de la publicación de Noy-Meir en 1973, en la cual se argumentó que prácticamente todos los procesos biológicos están determinados por la dinámica de entrada del agua en el sistema, se consideró que las interacciones bióticas eran irrelevantes para determinar la dinámica de poblaciones en desiertos. Así, cómo y qué tipo de interacciones surgen entre las poblaciones de una misma especie o de diferentes, a causa de la competencia o inclusive de la cooperación, han sido preguntas sin respuesta durante mucho tiempo en la literatura ecológica de las zonas áridas, aun cuando su ocurrencia ya había sido señalada desde la primera mitad de este siglo. De hecho cabe señalar que la primera demostración real de que la competencia existe en estos ambientes la publicaron Fonteyn y Mahall en la revista *Science* en 1978. Sin lugar a dudas, el estudio de la adaptación y posteriormente el de la competencia y la depredación —principalmente practicada por consumidores de semillas— ha despertado el interés de los investigadores de los desiertos durante los últimos treinta años y quizás por tal motivo otras interacciones —principalmente las de índole positiva, por las cuales los interactuantes obtienen beneficio mutuo— han quedado relegadas por mucho tiempo.

En la actualidad una de las interacciones bióticas de gran importancia en las zonas áridas es el comensalismo que se presenta durante la fase de establecimiento de vegetales: ger-

minación y sobrevivencia durante los primeros estadios de desarrollo de plantas juveniles. Diversos análisis señalan que proporciones considerables de poblaciones se establecen a la sombra de árboles y arbustos que, al modificarse el microambiente por debajo de su dosel, favorecen el establecimiento de plantas anuales y perennes y se generan parches de ocupación del espacio típicos de los desiertos. Al quedar el establecimiento de muchas especies condicionado a ocurrir debajo del dosel de otras especies se magnifica por un lado el papel de las plantas nodriza en la dinámica de las poblaciones involucradas, así como la importante función desempeñada por los dispersores de semillas. Ambos aspectos tienen una gran importancia y actualidad en la investigación ecológica.

Las causas del mantenimiento de la diversidad en desiertos

La hipótesis planteada por Noy-Meir en 1973, en la que condiciona todos los eventos ocurridos en desiertos a la intervención del agua, llevó a la conclusión de que el estudio exclusivo de cada especie por separado, desde una perspectiva ecofisiológica, sería la base para explicar el porqué del número de especies presentes en la comunidad. Esta posición claramente reduccionista en la explicación de la diversidad fue y ha sido cuestionada por la pobre correlación estadística entre la riqueza de especies y la cantidad de lluvia, lo cual sugiere que la hipótesis ecofisiológica, también llamada autoecológica, es incompleta.

Por lo anterior, dentro de un contexto claramente holista, la definición del papel de las interacciones bióticas para explicar el mantenimiento de la diversidad es uno de los temas de gran relevancia actual en las investigaciones ecológicas de estos ambientes. En la actualidad nuestras investigaciones señalan que las interacciones bióticas, aparte de ser comunes en zonas áridas, prometen explicar cómo se mantiene la membresía de especies en las comunidades. De hecho hemos encontrado que, por ejemplo, varias especies únicamente pueden producir semillas y establecerse gracias a una relación específica con polinizadores, particularmente murciélagos, y que son estos mismos organismos y las aves los responsables de depositar las semillas en lugares adecuados para la germinación, por debajo de la copa de arbustos y árboles. Este tipo de establecimiento de individuos bajo la sombra de plantas perennes, llamadas también plantas nodriza, más que raro, es un fenómeno extremadamente común en zonas áridas, el cual podría brindar la clave para entender cómo se mantienen las especies en las comunidades.

Uno de los aspectos de la ecología de comunidades que más cautiva es el referente a la reconstrucción de la flora durante el Cuaternario (últimos dos millones de años). A partir de los trabajos efectuados por diversos autores como Betancourt, Spaulding y Vandevender, por ejemplo, resulta en extremo interesante saber que amplias zonas de los desiertos sonorenses y chihuahuenses eran bosques templados con ju-

níperos y encinos a principios del Holoceno (hace 10 mil años). Esto ha llevado a determinar que los desiertos mexicanos son extremadamente jóvenes y está por saberse cuál es la historia de estos sistemas en otras partes del país. Tales reconstrucciones paleoecológicas se han producido gracias a la identificación de macro y microfósiles encontrados en nidos fosilizados de la "rata colectora" perteneciente al género *Neotoma*. Se trata de un roedor que, para construir sus nidos, recolecta ramas, hojas y, en general, todo tipo de material orgánico, incluidos insectos, huesos de animales, etcétera, lo cual es integrado a una matriz de suelo cementado con orina. Estos nidos se han fosilizado y se han convertido en la herramienta paleoecológica más importante para reconstruir ambientes que actualmente son áridos, puesto que ya se cuenta con muestras de los organismos que los habitaban hacia fines del Pleistoceno y el Holoceno. Cabe señalar que las reconstrucciones llevadas a cabo hasta el momento no van más al sur del Trópico de Cáncer ni más allá de los cuarenta mil años. Sin embargo, a partir de 1994 ya hemos reportado los primeros nidos de *Neotoma* en el desierto intertropical del Valle de Tehuacán, a una latitud de 18° en el estado de Puebla. Estas reconstrucciones resultan de gran importancia para los estudios ecológicos de comunidades, ya que son el punto de partida para entender el estado actual de las comunidades bióticas.

Además de poseer excepcional riqueza biológica, los desiertos mexicanos han sido y son uno de los escenarios más importantes de la historia de los grupos étnicos que habitaron y habitan el país. Así, aún se mantienen grupos indígenas como los seris, cuya cultura se ha desarrollado en el desierto sonorenses y a quienes, al parecer, corresponde el mérito de haber domesticado recursos genéticos importantes como el frijol del desierto o tépari. Cabe agregar que se trata de un grupo étnico que todavía conserva estrategias de los primeros hombres que habitaron el continente, como la cacería y la recolección de recursos naturales como base de su subsistencia. Asimismo, las investigaciones y los hallazgos arqueológicos más importantes sobre el origen del maíz y por tanto el de la civilización, efectuados por Byers y MacNeish durante la década de los sesentas, se han escenificado en la zona árida de Tehuacán. Gracias a tales estudios se han hallado los maíces, calabazas y frijoles más antiguos conocidos hasta ahora.

Los trabajos referidos ponen de manifiesto la gran importancia que la investigación integral en sistemas desérticos reviste para la conservación y el manejo de los recursos naturales del país: es la única vía posible para definir estrategias reales de preservación de los mismos.

Por las zonas donde se localizan y por la diversidad natural y cultural asociada a ellos, los desiertos mexicanos resultan en extremo importantes para realizar investigación integral, pues ella será indispensable para responder al reto de la sustentabilidad de los recursos naturales de un país que los posee con tanta abundancia como México. ♦