40 aportaciones de la UAM-Iztapalapa

Botánica y Ecología

áreas de investigación comprometidas con el conocimiento de las zonas áridas

40 Aniversario 1974-2014
Casa abierta al tiempo
UNIDAD IZTAPALAPA

Botánica y Ecología, áreas de investigación comprometidas con el conocimiento de las zonas áridas

El Departamento de Biología de la Unidad Iztapalapa fue fundado al mismo tiempo que la Universidad Autónoma Metropolitana, en el año de 1974. Desde entonces y hasta la fecha, ha realizado investigación centrada en el conocimiento, conservación y manejo de los recursos naturales de México, principalmente de su flora y fauna, y participado activamente en la docencia y difusión de la cultura.

Actualmente, el Departamento está conformado por cuatro Áreas de Investigación:

i) Botánica (aprobada en 1981): Enfocada principalmente al estudio taxonómico, florístico, biosistemático, biológico y ecológico de las leguminosas; así como a la ecología y fisiología vegetal, y a la propagación y conservación de especies vegetales de zonas áridas y semiáridas.

ii) Zoología (aprobada en 1981): Enfocada principalmente al estudio de mamíferos desde varias perspectivas: taxonómica, sistemática, fisiológica, biológica y ecológica; así como a la biología y ecología de peces estuarinos y marinos.

iii) Ecología (cancelada en 1981 y re-aprobada en 1997): Enfocada al conocimiento de la ecología funcional y de comunidades, principalmente de zonas áridas; así como a la etnoecología.

iv) Botánica Estructural y Sistemática Vegetal (aprobada en 1999): Además del estudio taxonómico y florístico de helechos y de monocotiledóneas, se realizan estudios sobre anatomía y tecnología de la madera, y sobre la relación planta-microorganismos-suelo.

El presente cuadernillo incluye las aportaciones de los miembros de las áreas de Botánica y Ecología.

Misión

Partiendo de principios éticos, humanísticos y disciplinarios, los profesores de ambas Áreas, Botánica y Ecología, contribuimos directamente al conocimiento, conservación, manejo y uso sostenible de los recursos naturales, silvestres y cultivados, terrestres y edáficos de México. Principalmente de su flora, fauna y microorganismos del suelo; así como en la restauración o rehabilitación de ecosistemas perturbados.

Generamos información relacionada con el estado actual de los recursos naturales (biodiversidad) de nuestro país y de las diferentes culturas humanas que hacen uso de éstos. El enfoque de la conservación de estos recursos posee un sustento evolutivo-funcional; es decir, parte desde la conservación del patrimonio genético de las especies, su anatomía funcional e histología, fisiología, cultivo de tejidos, morfología y reproducción, pasando por el estudio de los diferentes niveles de integración ecológica de éstos (individuos, poblaciones y comunidades, y paisaje), hasta el manejo ambiental.

Estamos vinculados con las comunidades y/o pobladores locales de varias zonas del país, ya que podemos aportar recomendaciones que les ayuden a mejorar sus prácticas agrosilvopastoriles con el uso de plantas "multipropósito", para la venta y comercialización de plantas de interés comercial, ornamental o ecológico (restauración ambiental, que promuevan el secuestro de carbono, etc.) y la detección de especies vegetales transgénicas (*i.e.* maíz); así como a sugerir recomendaciones que contribuyan a mejorar la producción y la calidad de productos frutícolas (*i.e.* pitayas, mangos, etc.); es decir, se busca que el impacto de nuestro quehacer en investigación no sólo redunde a nivel del desarrollo científico de nuestras disciplinas, sino que trascienda a la resolución de problemas de índole social y económico.

Asimismo, una parte fundamental de nuestra misión es la vinculación docencia-investigación que se refleja en nuestra participación activa en los planes y programas de estudio de la Licenciatura en Biología, así como en el apoyo a otras licenciaturas (Biología Experimental, Hidrobiología y Producción Animal), el Tronco General Divisional (CBS) y en posgrado (Maestría en Biología y Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, principalmente). Además, y de conformidad con la Ley Orgánica de la UAM, procuramos que la formación de nuestros estudiantes corresponda a las necesidades de la sociedad.

Finalmente, nuestro compromiso social nos conduce a dar a conocer nuestro quehacer académico a través de actividades de preservación y difusión de la cultura.

Visión

Con base en nuestro compromiso con la sociedad mexicana y la calidad de la investigación que realizamos, queremos alcanzar un nivel de excelencia que nos coloque como un referente nacional e internacional en las especialidades que se cultivan al interior de nuestras Áreas de Investigación.

Lograr la consolidación de nuestras Líneas de Investigación, a través de proyectos vinculados directamente con la resolución de problemas nacionales relacionados con el conocimiento, conservación, manejo y uso sostenible de los recursos naturales, y que, en su caso, impacten directamente a la sociedad. Favorecer, asimismo, la investigación inter-, multi- y trans-disciplinaria, a través de la formación de vínculos o redes académicas, y la movilidad nacional e internacional tanto de nosotros, profesores, como de nuestros alumnos.

Generar conocimientos científicos y tecnológicos que permitan sustentar los planes y programas de manejo y conservación de los ecosistemas, y que puedan ser utilizados por instancias públicas, privadas y del sector social, con el fin de lograr la sostenibilidad de los recursos naturales de nuestro país a largo plazo.

Contribuir al conocimiento de la conservación de especies en peligro de extinción y que han sido determinadas como relevantes en el mantenimiento de la biodiversidad mexicana al aparecer en la Norma Oficial Mexicana (SEMARNAT).

Formar profesionales, principalmente en Biología, de alto nivel académico, con valores éticos y humanísticos, innovadores y creativos, colaborativos y solidarios que coadyuven a la solución de los problemas nacionales.

Finalmente, participar y mantener una presencia importante ante los órganos y estructuras de coordinación, gestión y decisión científica de la UAM-I y de la UAM en su conjunto; así como en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), la Academia Mexicana de Ciencias y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), entre otros.

Estudios en zonas áridas

Desde hace aproximadamente 25 años, las áreas de Botánica y Ecología han desarrollado diversos estudios en las zonas áridas de nuestro país. Estas zonas tiene gran relevancia, ya que abarcan más de la mitad del territorio nacional, están habitadas por una serie de organismos que muestran adaptaciones y características únicas que hacen apasionante su estudio y que contribuyen, de manera importante, a la biodiversidad del país y del planeta.

Además, la muy larga historia de las interrelaciones de las comunidades humanas asentadas en estos territorios, han generado complejos paisajes culturales que son el escenario donde realizamos nuestras investigaciones.

Los trabajos se han desarrollado en varios estados de la República Mexicana; especialmente la región central, en los estados de Coahuila, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Oaxaca. Muchas investigaciones se han llevado a cabo dentro de Reservas Naturales, entre ellas destacan: *i)* La Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla y Oaxaca, *ii)* La Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, *iii)* la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, Querétaro, y *iv)* Reserva de la Biósfera Cuatro Ciénegas, Coahuila.

Área de Botánica

El Área de Botánica está constituida por siete profesores y una técnica académica, todos de tiempo completo, conformando tres Grupos de Investigación: *i)* Biosistemática de Leguminosas, *ii)* Ecología y Fisiología Vegetal, y *iii)* Propagación y Conservación de Especies Vegetales de Zonas Áridas y Semiáridas.

El Género *Mimosa* L. (Leguminosae-Mimosoideae) en El Valle Semiárido de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla y Oaxaca, México

Rosaura Grether González, María Eugenia Fraile Ortega, Angélica Martínez Bernal, Sara Lucía Camargo Ricalde y Noé Manuel Montaño Arias

Misión

La misión del grupo Biosistemática de Leguminosas es contribuir al conocimiento biosistemático, filogenético, taxonómico y florístico, así como biológico y ecológico de las leguminosas, las cuales conforman la tercera familia más grande de angiospermas con *ca.* 20% de sus especies útiles a nivel mundial.

Para cumplir con nuestra misión, llevamos a cabo investigaciones que son básicas en la construcción del conocimiento de los recursos vegetales con los que cuenta nuestro país; además, estos estudios sirven como base para aquellas investigaciones encaminadas a la determinación del uso potencial de estos recursos y para coadyuvar en la toma de decisiones del uso sostenible de los mismos.

Por otra parte, ante la grave degradación ecológica de las zonas áridas y semiáridas, que constituyen una buena parte de nuestro país (*ca.* 60%), la misión del grupo de investigación se enfoca también al desarrollo de estudios que repercuten en la restauración y el manejo a través de prácticas de conservación de la vegetación y del suelo, así como en la recuperación del funcionamiento de estos ecosistemas. Una de las principales opciones es utilizar especies nativas de leguminosas, especialmente del género *Mimosa* y, recientemente, del género *Prosopis*, ya que pueden ser utilizadas como plantas "multipropósito" para la conservación de la biodiversidad, del suelo y del ciclaje de nutrimentos y, además, tienen un importante valor cultural y utilitario para los pobladores locales del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y de otras regiones del país.

Integrantes y líneas de investigación

El grupo de investigación Biosistemática de Leguminosas está constituido por cinco Profesores y cuatro líneas de investigación: Filogenia de leguminosas; Biosistemática de leguminosas; Taxonomía y Florística de leguminosas; y Biología y Ecología de leguminosas que incluye *i)* Microorganismos del suelo, *ii)* Biogeoquímica de suelos, y *iii)* Modelos de distribución.

Principales resultados

Desde 1990, el grupo de investigación Biosistemática de Leguminosas, del Departamento de Biología, inició estudios taxonómicos, florísticos, sistemáticos, palinológicos y de morfología de plántulas de diferentes taxa del género *Mimosa*, del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Las especies de *Mimosa* se reconocen por sus flores pequeñas, rosadas a púrpura, arregladas en dos tipos de inflorescencias (capítulos y espigas); sin embargo, las flores blancas se encuentran en algunas especies; las flores pueden ser bisexuales y, a veces, estaminadas, con cáliz y corola de 4-5 lóbulos, 8-10 estambres de 420-950 μm; con 3-8 óvulos; las legumbres tienen valvas enteras o divididas en artejos, con el margen siempre persistente. El polen se agrupa en bitétrades elipsoidales (13 especies) y tétrades tetraédricas esféricas (3 especies) de diferentes tamaños y con ornamentación microverrugada o verrugada.

En el Valle, se distribuyen 16 taxa de este género, nueve son endémicos de México (*i.e. M. lacerata, M. polyantha*) y cuatro (*M. calcicola, M. luisana, M. purpusii y M. texana* var. *filipes*) son endémicos y están restringidos al Valle. La mayoría se establecen en matorrales xerófilos, bosques tropicales caducifolios y bosques espinosos, sólo algunas se extienden a los bosques templados. Once taxa presentan flores en primavera-verano-otoño y los frutos en las estaciones húmedas y secas del año; otras como *M. aculeaticarpa, M. biuncifera y M. lacerata* producen flores y frutos durante casi todo el año. Asimismo, se ha hecho la revisión taxonómica de otros géneros de Mimosoideae existentes en el Valle, como *Prosopis* (mezquite), *Calliandropsis* y *Desmanthus* (guashillo, guajillo, guashe chico, guaje de ratón).

De la misma forma, se han estudiado las plántulas de ocho de los dieciséis taxa presentes en el Valle. En *M. aculeaticarpa, M. biuncifera, M. calcicola, M. lacerata, M. luisana, M. mollis, M. polyantha y M. texa-*

na var. *filipes*, las plántulas se caracterizan por presentar un par de cotiledones foliares, con 3+2 nervaduras principales, anchamente oblongos a orbiculares; la primera hoja es paripinnada (eófila) y la segunda es biparipinnada (nomófila) con un par de pinnas. Las raíces son axonomorfas y las raíces adventicias se desarrollan frecuentemente en el hipocótilo; la lignificación ocurre después de seis semanas.

Los patrones de nervadura se han estudiado en los folíolos de nueve taxa (*i.e. M. aculeaticarpa, M. biuncifera, M. calcicola, M. lacerata, M. luisana, M. mollis, M. polyantha, M. purpusii y M. texana* var. *filipes*). Los folíolos se caracterizan por ser oblicuos, asimétricos, con variación en la forma desde oblongos, elípticos hasta casi orbiculares; la venación varía entre los taxa, siendo la más frecuente la broquidódroma, con variación en el grosor y tamaño de las venas primarias y secundarias; así como en el modelo de las venas terciarias y tipos de areolas.

La ornamentación de la testa se ha estudiado en nueve taxa (*i.e. M. aculeaticarpa, M. biuncifera, M. calcicola, M. lacerata, M. luisana, M. mollis, M. polyantha, M. purpusii y M. texana* var. *filipes*). Las semillas son bilateralmente simétricas, ovadas a oblongas; con pleurograma en ambas caras. Asimismo, se reconocen dos patrones de ornamentación en la testa de las semillas: estriado y poroso.

La línea de investigación relacionada con el estudio de la biología de varios taxa de *Mimosa* del Valle, ha abarcando aspectos de anatomía floral, germinación de semillas, y de la descripción de la anatomía y del estudio de vasos funcionales del tallo secundario; así como sobre la descripción anatómica de la semilla (*i.e. M. luisana*). Por ejemplo, en condiciones óptimas de temperatura (25°C) y humedad (30-40%), germina *ca.* 90-100% de las semillas, entre los días 1-4 después de la siembra. Con relación a la madera, las especies tienen en común la visibilidad de elementos (*i.e.* porosidad, radios), sin presentar ni olor ni sabor característicos. Además, *M. texana* var. *filipes* y *M. lacerata* son los taxa que presentan una mayor cantidad de vasos funcionales durante la estación seca. Es relevante señalar que estos estudios han permitido comprender la biología de estos taxa y explicar, de manera parcial, su capacidad de sobrevivir y reproducirse en condiciones de estrés hídrico y perturbación, y su dominancia o codominancia en sus subcomunidades (*i.e. M. luisana, M. polyantha*).

Por su parte, la línea de investigación relacionada con el estudio de la ecología y de los usos locales de las especies de *Mimosa* del Valle, se inició en 1998. Estos estudios han ayudado a entender el funcionamiento y los efectos de estas especies en sus subcomunidades y con los pobladores locales. Algunos taxa (*i.e. M. lacerata, M. luisana, M. polyantha*) forman islas de recursos, ricas no sólo en materia orgánica y nutrimentos (*i.e.* nitrógeno y fósforo), sino en propágulos de hongos micorrizógenos arbusculares y en otros microorganismos (*i.e.* bacterias, actinomicetos y hongos saprótrofos). Además, estas islas-*Mimosa* generan, al mismo tiempo, condiciones más favorables de temperatura y humedad bajo el follaje de la copa de estas plantas que fuera de ellas (áreas abiertas); lo que evita la erosión del suelo y facilita el establecimiento de otras plantas. Igualmente, se demostró que estas islas-*Mimosa* forman un gradiente de insularidad forestal, por lo que la fertilidad del suelo es mayor bajo la copa de estas plantas, disminuyendo progresivamente hacia las áreas abiertas. En el caso particular de la isla de recursos formada por *M. luisana*, su efecto de insularidad sobre los recursos del suelo persiste incluso en condiciones contrastantes del relieve (*i.e.* sitios planos *vs*. laderas).

Además, en el suelo de estas islas-*Mimosa*, como fuera de ellas, se ha registrado la presencia de costras biológicas. Éstas contribuyen al aporte de mantillo al suelo, incrementando la concentración de carbono orgánico, carbono disponible y nitrógeno total al suelo bajo de ellas, teniendo un efecto crítico sobre las transformaciones microbianas de carbono y nitrógeno; aunque, no en la disponibilidad del nitrógeno inorgánico. También es relevante mencionar que las costras biológicas, dentro o fuera de las islas-*Mimosa*, favorecen la riqueza y diversidad de fauna edáfica; así como la presencia de bacterias y hongos, algunos con capacidad antibiótica contra microorganismos patógenos de plantas. Así, en conjunto y a nivel de micro-escala, pueden ser consideradas como "micro islas de recursos".

Aunque, como ya se mencionó, varios de los taxa llegan a ser elementos dominantes y/o codominantes en sus subcomunidades, y producen una gran cantidad de semillas al año (*i.e.* 7,000-15,000 semillas/individuo/año), es relevante señalar que no forman bancos de semillas en el suelo (*i.e. M. texana* var. *filipes*). Además, *ca.* 50-75% de las semillas son parasitadas por brúquidos antes de ser dispersadas (*i.e. M. calcicola, M. purpusii*); sin embargo, esto se considera un mecanismo

natural de escarificación; lo mismo sucede con las cabras que forrajean estos arbustos (*i.e. M. luisana*).

Por otra parte, todas las especies de *Mimosa* del Valle son utilizadas por los pobladores locales, ya sea para construcción (*i.e. M. benthamii*), cercas vivas (*i.e. M. luisana*), combustible (*i.e. M. biuncifera, M. lactiflua*), forraje (*i.e. M. aculeaticarpa, M. adenantheroides*) y medicinal (*M. albida*). Por lo anterior, se considera, desde una perspectiva sostenible, que varias especies de *Mimosa* pueden ser utilizadas como plantas "multipropósito" que: *i)* Faciliten la producción de bienes para los pobladores locales, *ii)* Conserven la biodiversidad y el suelo, *iii)* Mantengan la funcionalidad del ecosistema, y *iv)* Restauren ambientalmente la zona.

Recientemente, y en convenio con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se ha iniciado la modelación de la distribución conocida y potencial de varios taxa de *Mimosa* (23 especies, incluyendo 9 variedades) y de *Prosopis* (9 especies, incluyendo 4 variedades), en México. Se generaron 34 modelos digitales de distribución correspondientes a cada taxón y se capturó, en un sistema de metadatos, la información y las condiciones ambientales en las que se establece cada taxón. Se determinaron tres categorías: 1) Endémicas Restringidas (*Mimosa*: 6 spp./2 vars.; *Prosopis*: 3 spp.); 2) Endémicas para México (*Mimosa*: 9 spp.*/3 vars.; *Prosopis*: 1 sp.); y 3) Amplia Distribución (*Mimosa*: 9 spp.*/4 vars.; *Prosopis*: 3 spp./4 vars.; *comparten una sp.). Es importante mencionar que conocer con precisión la distribución de taxa relevantes, como en este caso, es crítica para establecer programas adecuados de conservación y manejo sostenible de los recursos vegetales del país.

Finalmente, en la realización de estos estudios se han incorporado alumnos de licenciatura, principalmente de la Licenciatura en Biología de la UAM-Iztapalapa, y de posgrado (Maestría y Doctorado), lo que ha permitido, a su vez, la colaboración con investigadores de diferentes instituciones nacionales y extranjeras.

Compromisos a futuro

Actualmente, conformamos un Grupo de Investigación CONSOLIDADO (PROMEP-SEP). Estamos trabajando conforme a las Políticas de Investigación y de Docencia de nuestra institución y de las instancias externas que apoyan a las Instituciones de Educación Superior (IES).

Nuestro valor distintivo es y será la creatividad para avanzar aún en situaciones adversas para la investigación y la educación superior en el país, fomentando la responsabilidad, la ética, la constancia, los valores y la eficiencia en nuestros alumnos.

Asimismo, somos un grupo que avanza hacia la competitividad académica, facilitando la movilidad nacional e internacional de nuestros alumnos, de los miembros del Grupo y de nuestros colaboradores externos.

Nuestras actividades académicas continuarán fortaleciendo la vinculación docencia-investigación en los niveles de licenciatura (particularmente en la Licenciatura en Biología) y posgrado (Maestría y Doctorado), manteniendo una amplia participación docente, que ha caracterizado a este grupo de investigación desde su inicio.

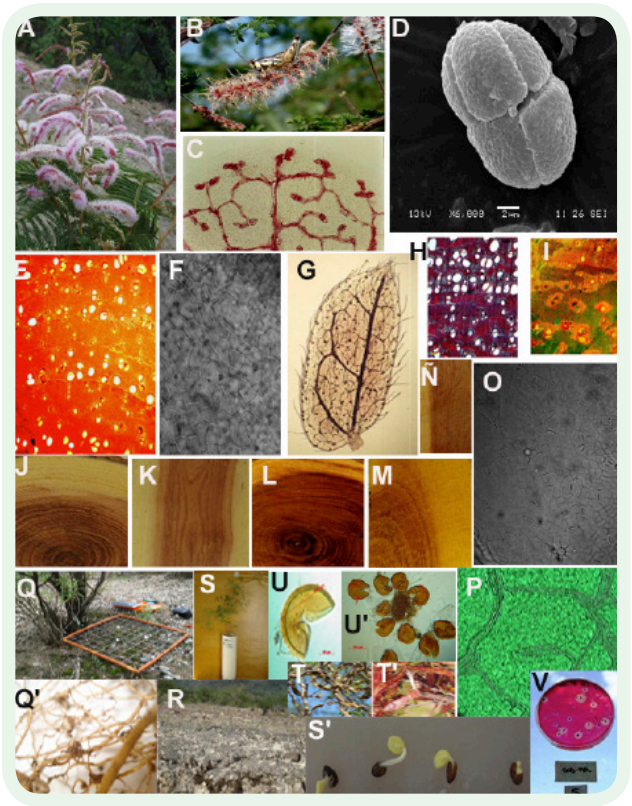


Figura 1. *Estudios Sistemáticos*: **A.** Inflorescencia de *M. benthamii* var. *benthamii*; **B--D**. Espiga y granos de polen en bitétrades de *M. luisana;* **F.** Estomas de *M. texana* var. *filipes*; **O.** Estomas de *M. benthamii* var. *benthamii;* **C.** Nervaduras del folíolo de *M. texana* var. *filipes*; **G.** Patrón de nervación de folíolo de *M. purpusii*; P. Nervaduras del folíolo de *M. calcicola; Estudios Ecoanatómicos*: **E-H-I.** Anatomía de la madera de *M. polyantha, M. texana* var. *filipes*, *M. benthamii* var. *benthamii,* respectivamente; **J-K.** Corte transversal y radial de *M. benthamii* var. *benthamii;* **L-M-N**. Corte transversal, tangencial y radial de *M. texana* var. *filipes*; y *Estudios Ecológicos:* **Q.** *M. luisana*-Isla de Recursos (IR) y costra biológica del suelo (CBS); **Q´.** Raíces de *M. luisana* con nódulos fijadores de nitrógeno formados por la bacteria *Rhizobium*; **R.** Costra biológica del suelo (CBS); **S.** Plántula de *M. texana* var. *filipes*; **S´.** Germinación de semillas y desarrollo de plántulas de *M. luisana;* **T-T´.** Frutos de *M. luisana* y *M. lacerata*; **U-U´.** Esporas de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) en el suelo de las IR; **V.** Medio de cultivo en una caja Petri analizando la actividad antibiótica de hongos del suelo de las IR.

Agradecemos a Susana Adriana Montaño Arias por la elaboración de esta figura.

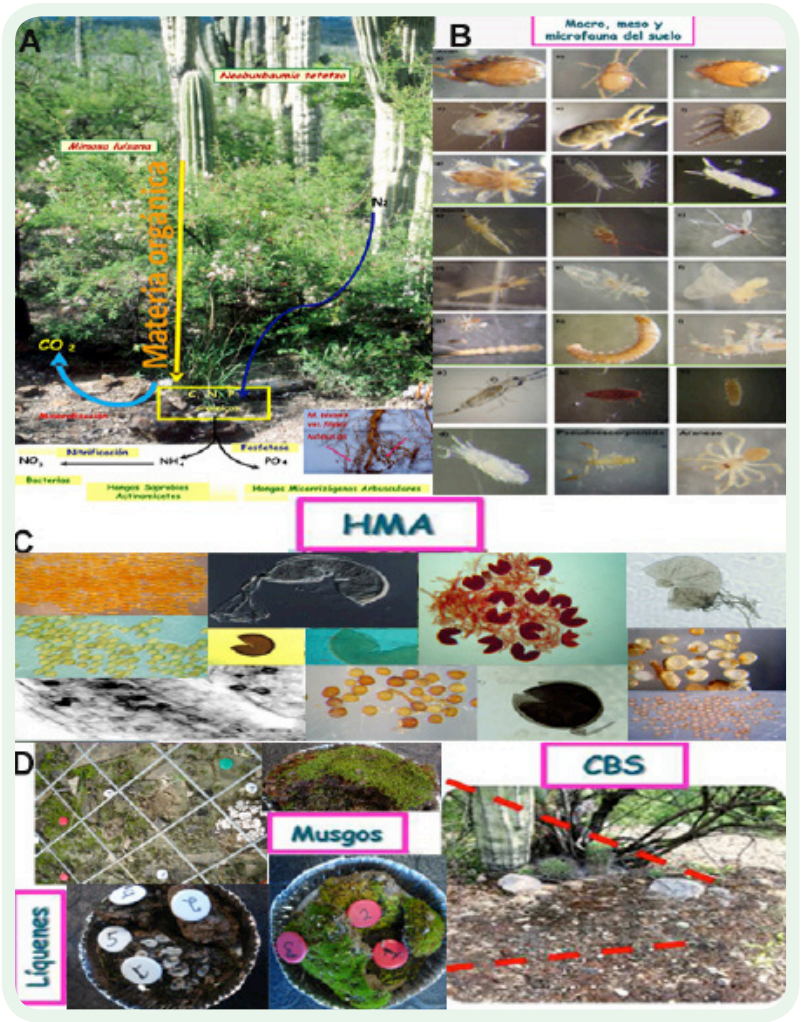


Figura 2. Sistema *Mimosa luisana*-Isla de Recursos (IR) y procesos biogeoquímicos: **A-B.** IR formada por *M. luisana;* fauna del suelo de la IR; **A-C.** Efecto de nodrizaje hacia la cactácea columnar *Neobuxbaumia tetetzo* ("tetecho"); suelo como reservorio de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA); **A-D.** Costras biológicas del suelo (CBS), bajo o fuera de las IR, y sus componentes principales: líquenes y musgos.

Agradecemos a Susana Adriana Montaño Arias por la elaboración de esta figura.

Ecología y fisiología de semillas y plántulas de especies de cactáceas relevantes del matorral xerófilo

Leticia Ponce de León García
y Claudia Barbosa Martínez

El matorral xerófilo es el más abundante de los nueve tipos de vegetación de México, ya que ocupa el 40% de la superficie del país. La familia Cactaceae comprende más de 1,500 especies que se distribuyen desde el Norte de Canadá hasta la Patagonia, Argentina. En México, se encuentran más del 50% de las especies de cactáceas reportadas a nivel mundial, muchas de ellas endémicas y de gran relevancia en la composición y dinámica de diferentes tipos de matorral xerófilo. Reportes recientes que consideran el efecto del cambio climático en comunidades de zonas áridas y particularmente en poblaciones de cactáceas, alertan sobre la posible reducción de éstas e incluso, en algunos casos, la extinción de algunas especies. Aunque, en las últimas décadas se han realizado numerosos estudios en sistemática, utilización y manejo, así como en aspectos particulares de su ecología, poco se conoce acerca de la biología de semillas de cactáceas y, particularmente, sobre la dinámica del banco de semillas en el suelo.

En cuanto a las implicaciones para la mayoría de las poblaciones humanas asentadas en zonas áridas —actualmente en estado de pobreza de mediana a extrema—, la pérdida del matorral xerófilo incrementaría la desertificación del territorio, con la consecuente pérdida de suelo fértil, incremento en la erosión y reducción de los mantos freáticos; por lo que es prioridad la conservación del matorral y las propuestas de manejo y aprovechamiento de especies útiles: comestibles, medicinales, forrajeras y de usos múltiples.

Dado que el compromiso de nuestra Universidad es contribuir a la resolución de problemas sociales y ambientales, desde hace 15 años en el Grupo de Investigación de Ecología y Fisiología Vegetal se han desarrollado investigaciones encaminadas a ampliar el conocimiento de la biología de especies de cactáceas columnares: *Escontria chiotilla* (Weber) Rose, *Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) Riccob., especies endémicas de México, y *Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb., nativa con un área de distribución muy amplia, que va desde el Caribe hasta Sudamérica.

Las investigaciones realizadas se han orientado a precisar el comportamiento de las semillas de estas especies en la dinámica del banco de semillas. La acumulación de semillas viables en el suelo es una estrategia que asegura la presencia a corto y mediano plazo de nuevos individuos en el matorral. Los bancos de semillas se clasifican como temporales y persistentes; durante siete años hemos recabado información para reportar la longevidad y la viabilidad de semillas.

Por otra parte, para explicar el efecto de los factores ambientales en la viabilidad de semillas del banco, hemos estudiado particularmente la interacción de las semillas con el agua y el efecto de la temperatura, y precisado algunos de los efectos en el crecimiento y sobrevivencia de plántulas.

Escontria chiotilla y *S. stellatus* son especies dominantes del matorral y tienen numerosas interacciones con otras especies vegetales y animales de estas comunidades. Hemos reportado algunos estudios sobre interacciones bióticas, por ejemplo, con *Pogonomyrmex barbatus* (hormigas).

Para conocer mejor los frutos, semillas y plántulas, se han realizado estudios morfo-histológicos de las tres especies, e incluso la secuencia de eventos del desarrollo embrionario y de frutos de *E. chiotilla.* Estas investigaciones aportaron los fundamentos para establecer un índice de cosecha que facilite la identificación del momento oportuno de cosecha para preservar la calidad de los frutos comestibles e incrementar la vida de anaquel.

Finalmente, mediante colaboraciones con el Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY), se adecuaron técnicas para cultivo *in vitro* que resultaron exitosas.

Escontria chiotilla: planta adulta y frutos.

Estrategias reproductivas y fisiología ecológica de la flora del Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla

María Dolores García Suárez

Agave marmorata

La flora del Valle de Zapotitlán, tierra semiárida del los *ngiwa* hoy conocidos como popolocas, se caracteriza por un matorral xerófilo con un alto endemismo de plantas vasculares. Desde el 3,000 a.C. los *ngiwa*, pueblo conocedor de las especies de su entorno, hicieron uso de ellas; especies que hoy día se mantienen en un ecosistema considerado como estresante para las plantas; sin embargo, su plasticidad adaptativa a las condiciones heterogéneas que se presentan en este tipo de ambiente les han permitido sobrevivir de una generación a otra por centurias, incluso algunas de ellas se consideran como plantas centenarias. Es en esta región donde se localizan el 10% de los agaves registrados para México, 81 especies de cactáceas, de las cuales 20 son endémicas, entre algunas de las especies de plantas suculentas de importancia.

La finalidad de la reproducción vegetal es su perpetuación en el espacio y en el tiempo; en el caso de las plantas, existen dos tipos de reproducción: *i)* La vegetativa o asexual, y *ii)* La sexual o generativa. Es así como las especies se mantienen y constituyen poblaciones-comunidades-ecosistemas. Los estudios sobre la tasa reproductiva deben realizarse tanto en condiciones *in situ* en el Valle donde crecen, como *ex situ* en el laboratorio, aspectos que aborda la Fisiología Ecológica, al evaluar ambos tipos reproductivos.

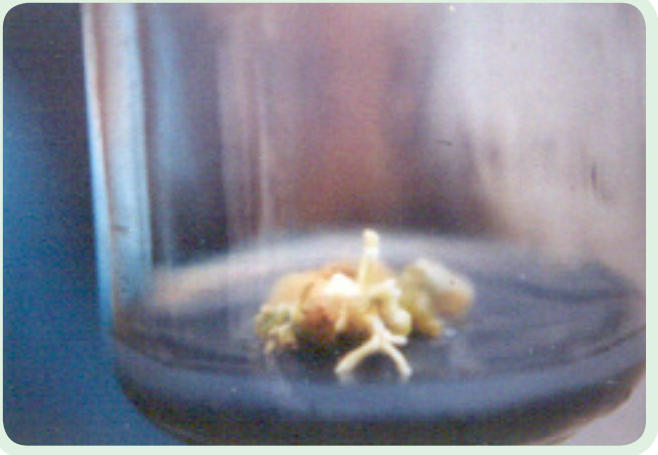
Las técnicas de biotecnología vegetal contribuyen en la determinación y evaluación de los distintos aspectos de la biología reproductiva, desde la producción de semillas, la viabilidad, evaluación de los diferentes métodos reproductivos, propagación, y su mejora en condiciones de laboratorio. Son los métodos de propagación, como el cultivo de tejidos vegetales y las prácticas de tratamientos pregerminativos los que incrementan la posibilidad de la propagación y conservación de

las especies vegetales habitantes de este Valle, con tasas reproductivas, por lo general, más altas que en condiciones naturales. Es por esto que para poder evaluar y trabajar con la reproducción vegetal, se seleccionó un grupo de especies suculentas consideradas como flora útil por su uso como plantas alimentarias, medicinales, ornamentales, endémicas o de protección especial: *Agave marmorata* Roezl., *Agave macroacantha* Zucc., *Agave kerchovei* Lem., *Agave karwinskii* Zucc., *Tillandsia califanii* Rauh.,*Tillandsia dasylirifolia* Baker, *Hechtia podantha* Mez., *Hechtia glomerata* Zucc., *Echinocactus platyacanthus* Link et Otto., *Mammillaria carnea* Zucc. ex Pfeif., *Coriphanta pallida* Britton & Rose, *Escontria chiotilla* (Weber ex Schum) Rose, *Beaucarnea gracilis* Lem. y *Laelia albida* Bateman ex Lindl.

En las zonas áridas y semiáridas, la germinación y establecimiento de las plántulas son las fases más críticas de su ciclo vital, cuando éstas se propagan mediante reproducción sexual. De este modo se demuestra que la reproducción asexual, como mecanismo reproductivo alternativo, es de gran relevancia. Ya que otorga la posibilidad de mantener y perpetuar a las especies al promover la formación de nuevas plantas, las cuales son consideradas clones.

Micropropagación de *A. marmorata.*

Ambos tipos reproductivos requieren un intercambio de recursos, cuyas características los ayudarán a asentarse o perecer en nuevos sitios. Todo ello debido a factores de competencia, depredación y enfermedades, o bien al estrés ambiental, causado por los cambios de luz, humedad, temperatura y agua; la disponibilidad del agua es la mayor limitante.



Embriones somáticos de *A. marmorata.*

En condiciones controladas y de laboratorio se ha logrado la propagación de las especies seleccionadas, obteniendo con ello el conocimiento de cómo se propagan bajo diferentes condiciones. Un ejemplo de ello es el de *Agave marmorata*, donde su germinación *in situ* es del 10%; mientras que en condiciones del laboratorio, sin tratamientos, es de un 70%, y con pre-tratamientos se logra alcanzar un 90%. Bajo condiciones *in vitro,* la germinación alcanza el 96%; con tratamiento pre-germinativo de osmoacondicionamiento el 99%, y con cultivo de meristemos, la micropropagación mediante organogénesis directa o indirecta formando plántulas completas con hojas y raíz, así como la obtención de embriones somáticos, que son las semillas artificiales del futuro.

Se han hecho avances importantes en la investigación; sin embargo, se desconoce el sistema reproductivo de la mayoría de las plantas en las zonas áridas y semiáridas de México, sobre todo de aquellas consideradas en peligro de extinción; el conocimiento de ello es vital para su conservación.

Rosaura Grether González
(rogg@xanum.uam.mx)

Profesora del Departamento de Biología desde 1976. Realizó sus estudios de Licenciatura en Biología, Maestría y Doctorado en Ciencias en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel I.

Participó en la organización, fundación y registro internacional del Herbario Metropolitano (UAMIZ) y fue Curadora de esta colección de plantas en el período 1981-1986. Su línea de investigación principal es la Taxonomía y Florística de la familia de las Leguminosas.

En particular, ha trabajado muchos años sobre la taxonomía del género *Mimosa*, del cual ha descrito varias especies nuevas para la ciencia. Ha colaborado en diversas Floras Regionales, entre ellas, en el Fascículo de las *Mimosoideae* de la Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes; actualmente, participa con el tratamiento taxonómico de diversos géneros como *Swartzia, Brownea, Browneopsis* y *Macrolobium* para el volumen de Leguminosas de la Flora Mesoamericana. Asimismo, contribuye con el estudio del género *Astragalus* para la Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Está haciendo las descripciones y claves de identificación de las especies de *Mimosa* para el libro de Leguminosas de Arizona y para la Flora de Norteámerica.

Es responsable del Grupo de investigación Biosistemática de Leguminosas. En años recientes ha iniciado otras líneas de investigación sobre estudios filogenéticos del género *Mimosa* y grupos relacionados de la subfamilia *Mimosoideae*; además de los estudios comparativos sobre anatomía de la madera y sobre la relación polen-estigma y la biología reproductiva del género *Mimosa*.

María Eugenia Fraile Ortega
(maru@xanum.uam.mx)

Profesora del Departamento de Biología desde 1980. Egresada de la Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I). Realizó sus estudios de Maestría en Ciencias en la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Su línea de investigación principal es la biosistemática de leguminosas, en particular del género *Mimosa*. Ha realizado investigaciones concernientes al estudio de la morfología de plántulas, morfología de semillas y ornamentación de la testa, anatomía, citogenética, epidermis y patrones de nervadura de los folíolos, e historia de vida de especies de *Mimosa* como herramientas para generar conocimiento y comprender mejor la sistemática del género.

Angélica Martínez Bernal
(mba@xanum.uam.mx)

Profesora del Departamento de Biología desde 1987. Egresada de la Licenciatura en Biología, de la UAM-I. Realizó sus estudios de Maestría en Ciencias en la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Su línea de investigación principal es la taxonomía y florística de leguminosas, sobre todo del género *Mimosa*. Ha participado en diversas Floras Regionales como son: Flora del Bajío, Flora de Tehuacán-Cuicatlán y Flora de Veracruz, con el tratamiento taxonómico de *Mimosa*. Además, sus estudios han incluido la palinología como una herramienta que contribuye a generar conocimiento para comprender el estudio integral del género. En ese sentido, ha ampliado sus investigaciones hacia el conocimiento de la palinología en diversas familias de angiospermas y gimnospermas.

Recientemente, ha iniciado estudios de las partículas biológicas (*i.e.* granos de polen) presentes en el aire, analizando las concentraciones de éstas en diferentes épocas del año y su relación con los factores meteorológicos, con el fin de entender sus posibles efectos en la salud.

Sara Lucía Camargo Ricalde
(slcr@xanum.uam.mx)

Profesora del Departamento de Biología desde 1989. Egresada de la Licenciatura en Biología, de la UAM-I. Realizó sus estudios de Maestría en Ciencias en la Facultad de Ciencias de la UNAM, y sus estudios de Doctorado en Ciencias, en la Universidad de Ciencias de la Vida de Noruega (NMBU). Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel I.

Su línea de investigación principal es el estudio de la biología y ecología de arbustos y árboles de zonas áridas y semiáridas, principalmen-

te del género *Mimosa* (Leguminosae, Mimosoideae). Utilizando como modelo biológico a diferentes especies de este género ha realizado investigaciones concernientes a la germinación de sus semillas y a la anatomía de su madera, así como a la importancia de las islas de recursos formadas por *Mimosa* spp. en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca, como plantas multipropósito, y como una opción de manejo y de conservación de la flora y fauna, sobre todo del suelo. En este sentido, ha ampliado sus investigaciones hacia el estudio de la micorriza arbuscular y de las costras biológicas del suelo.

Recientemente, ha incluido el estudio del cambio climático con el fin de modelar los posibles cambios en la distribución conocida y potencial de las plantas y microorganismos de estudio. Sus intereses finales de investigación están relacionados con la restauración ambiental y con el manejo y conservación de la biodiversidad.

Noé Manuel Montaño Arias
(nmma@xanum.uam.mx)

Profesor del Departamento de Biología desde 2011. Es egresado, con mención honorífica, de la Licenciatura en Biología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM; tiene un Doctorado en Ciencias Biológicas del Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco) de la UNAM, campus Morelia, y un Posdoctorado en la UAM-I. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel I.

Sus áreas de especialidad son la ecología y biogeoquímica de ecosistemas tropicales secos. Realiza investigación ecológica sobre el ciclaje de carbono, nitrógeno y fósforo en el suelo y su vínculo con las plantas y la diversidad microbiana, en especial con las bacterias y los hongos micorrizógenos arbusculares.

Asimismo, su trabajo está enfocado a entender el papel espacio-temporal de las especies y de los grupos funcionales vegetales (*i.e.* leguminosas) en el ciclaje de nutrimentos, y a examinar el efecto de la simbiosis planta-microbio (bacterias y micorrizas) en el establecimiento de las especies vegetales, con el fin de utilizarlos como promotores de la recuperación y restauración de ecosistemas tropicales perturbados y del crecimiento de plantas cultivadas en sistemas agroforestales.

Leticia Ponce de León García
(lplg@xanum.uam.mx)

Profesora del Departamento de Biología desde 1976. Obtuvo el grado de Licenciatura en Biología en la Facultad de Ciencias, UNAM, y los grados de Doctorado de Tercer Ciclo en Ecología y Doctorado de Estado en Botánica Tropical en la Universidad Pierre et Marie Cûrie, Paris 6, Francia.

Su línea de investigación principal es la ecología y fisiología de especies relevantes en la dinámica de comunidades vegetales, tales como el bosque mesófilo de montaña y el matorral xerófilo. El objetivo en esta línea es comprender las estrategias reproductivas de dichas especies y reconocer patrones fisiológicos en semillas y plántulas que responden a factores ambientales que influyen directamente sobre la sobrevivencia en etapas vulnerables. Ha realizado algunos estudios morfo-fisiológicos sobre el desarrollo de frutos y semillas, pero principalmente se ha enfocado al efecto de factores ambientales como temperatura, agua y luz, tanto en la viabilidad, longevidad y germinación de semillas; así como en el crecimiento de plántulas. Entre las especies que ha estudiado se encuentran encinos, liquidámbar, cactus columnares y algunas más.

Su investigación incluye, desde hace algunos años, el tema de variabilidad genética utilizando marcadores moleculares en mango y, recientemente, en cactáceas. En conjunto, la línea de investigación se orienta a profundizar en el conocimiento de la biodiversidad a partir del reconocimiento de las interacciones bióticas y ambientales, considerando los procesos fisiológicos en plantas para promover la conservación y el manejo sustentable.

Claudia Barbosa Martínez
(clbm@xanum.uam.mx)

Es Técnica Académica del Departamento de Biología desde 2006. Obtuvo la Licenciatura en Biología y los grados de Maestría en Biología y Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud, en la UAM-I. De 2002 a 2004 colaboró en el asesoramiento y procesamiento de muestras biológicas y materiales inertes en diversos proyectos de investigación del Laboratorio Central de Microscopía Electrónica de la UAM-I.

Sus principales líneas de investigación son botánica estructural, fisiología y ecología de especies frutícolas de importancia económica en

México, y ecología y fisiología de especies relevantes en la dinámica de comunidades vegetales. Sus investigaciones han involucrado las temáticas de germinación de semillas y crecimiento de plántulas, morfoanatomía y desarrollo de frutos y semillas, y variabilidad genética con marcadores moleculares. Entre las especies que ha estudiado se encuentran algunas cactáceas columnares, encinos, cícadas, cupresáceas, y algunas otras especies comerciales como el mango, cítricos y litchi, entre otras.

Actualmente, sus investigaciones se orientan a profundizar en el reconocimiento de las interacciones bióticas y medioambientales con los bancos de semillas de comunidades vegetales de zonas áridas, con la finalidad de promover la conservación y manejo de la biodiversidad.

María Dolores García Suárez
(loli@xanum.uam.mx)

Profesora del Departamento de Biología desde 1981. Egresada de la Licenciatura en Biología, Maestría en Ciencias y Doctorado en Ciencias, Facultad de Ciencias de la UNAM.

Su línea de investigación es el estudio de la fisiología ecológica de especies suculentas pertenecientes a las familias *Agavaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Nolinaceae y Orchidaceae*, de zonas áridas y semiáridas, provenientes del Valle de Zapotitlán de las Salinas, que se encuentra dentro de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca. Su interés es contribuir al conocimiento de la biología reproductiva de estas especies; así como de aspectos relevantes sobre los métodos de propagación y genómica estructural poblacional, para así contribuir con el aprovechamiento y conservación de estas especies. Maneja diferentes técnicas pre-germinativas como: lixiviación, estratificación, escarificación y tratamientos de osmo-acondicionamiento con sales y polímeros; así como también la biotecnología de la germinación *in vitro* y otras más del cultivo de tejidos vegetales.

Recientemente, ha dado énfasis a los estudios de la reproducción asexual clonal por su relevancia en este ambiente xérico; así como al estudio de metabolitos secundarios, particularmente de los fenilpropanoides y flavonoides que pueden influir en la germinación de las especies de zonas áridas y semiáridas. Como un complemento a los estudios sobre suculentas, ha incursionado en la Arquitectura del Paisaje con la aplicación del conocimiento sobre este grupo de plantas, a fin de utilizarlas en muros y cuadros verdes con potencial de uso ornamental.

Área de Ecología

El Área de Ecología está conformada por 13 profesores, 12 de tiempo completo y una profesora de medio tiempo, constituyendo tres grandes Grupos de Investigación: *i)* Ecología de Comunidades, *ii)* Ecología Funcional, y *iii)* Etnoecología.

Regionalización y caracterización macroclimática del matorral xerófilo

Fernando Vite y José Alejandro Zavala-Hurtado

Un mapa es una conceptualización. Y aunque esto sea obvio, en el caso de una "región natural", pudiera ser fácil creer que la región existe al margen de cualesquiera conceptos que tengamos de ella, pero esto no es cierto. Recorramos parte del camino que seguimos para la elaboración de un mapa, lo cual develará los conceptos que hay debajo del trazo de las líneas que delimitan una mancha de color en el mismo.

Al final de los ochenta, se nos invitó a participar en el Atlas Nacional de México, publicado por el Instituto de Geografía, UNAM. En la sección Biogeografía y, dentro de ella, en Tópicos Fitogeográficos, nuestra aportación fue un mapa de las zonas áridas y semiáridas de México (Fig. 1). ¿Cómo elaboramos este mapa?

En congruencia con el plan general de la obra, tomamos del mismo Atlas el mapa Vegetación Potencial de Jerzy Rzedowski y Reyna-Trujillo, en el cual se delimitaba el Matorral Xerófilo; esto es, la vegetación caracterizada por plantas que han evolucionado en ambientes secos, sobre todo por la escases de lluvias. ¿Pero con qué criterios definir y delimitar zonas reconocibles dentro de esta gran mancha de Matorral Xerófilo?

Para Norteamérica, las zonas áridas habían ya sido definidas y ampliamente aceptadas bajo los nombres: 1) Desierto de la Gran Cuenca (Great Basin), 2) Desierto de Mohave, 3) Desierto Sonorense, 4) Desierto Chihuahuense, y 5) Desierto Hidalguense. Los desiertos Sonorense y Chihuahuense, que abarcan no sólo los estados de Sonora y de Chihuahua, sino también los de Arizona y Texas, en Estados Unidos de América, respectivamente, eran relativamente fáciles de separar en la mancha del Matorral Xerófilo. Por otro lado, los botánicos mexicanos a menudo hablaban de las zonas áridas Tamaulipeca, Queretano- Hidal-

guense y Poblano-Oaxaqueña, entre otras. ¿Cómo delimitar de forma más o menos objetiva todas estas regiones? La forma más directa fue considerar el clima, criterio que a fin de cuentas se apoya en la mayor base de datos ambientales a nivel nacional.

Nosotros dividimos *a priori* el Matorral Xerófilo en seis zonas áridas de acuerdo a límites mencionados en muy diferentes fuentes, incluidos estudios faunísticos. Este último es el caso, por ejemplo, de la depresión del Nazas, que separaría la Zona Árida Chihuahuense de la Zona Árida del Altiplano Central. Para todo el Matorral Xerófilo recopilamos la precipitación total anual (P, en milímetros) y la temperatura media anual (T, grados centígrados), así como la altitud, de 185 estaciones meteorológicas. Con las dos primeras se calculó el Índice de Aridez de De Martonne como IA = P/(T + 10).

El Análisis Discriminante es un método de análisis multivariado que permite la evaluación de una clasificación. El procesamiento en computadora de los 185 pares de datos de las variables índice de aridez y altitud, dio como resultado que el 88.6% de estos pares estaban "bien clasificados"; es decir, que por sus meros valores (aunque tomados en conjunto), éstos "realmente" sí pertenecían a cada una de las zonas de las que provenían. La forma más fácil de visualizar esto es mediante la Fig. 2. Nótese que en ésta las seis zonas definidas en el mapa se separan en una forma clara. La gráfica muestra, además, algunos asuntos de interés, por ejemplo, la separación de las zonas áridas Sonorense, Chihuahuense y del Altiplano Central, de las otras, que debieran considerarse, más bien, como semiáridas a partir de un valor de 15 del Índice de De Martonne. Otro ejemplo de hallazgo interesante es que la extensión territorial de una zona en el mapa no se corresponde con su "amplitud ambiental" en la gráfica; compárese en el mapa y en la gráfica, por ejemplo, la zona árida Chihuahuense y la zona semiárida Poblano- Oaxaqueña.

En el mapa también se presentan curvas de respuesta de plantas de zonas áridas y semiáridas utilizando Modelos Lineales Generalizados (GLIM, por sus siglas en inglés), los cuales estiman la probabilidad de presencia de un cierto taxón en un sitio con combinaciones particulares de precipitación total anual y temperatura media anual. Estos modelos se elaboraron a partir de la ubicación geográfica de unas 125 especies distribuidas en 11 géneros. Así, se representa la respuesta de géneros notables como el de la gobernadora (*Larrea tridentata*) y la jojoba (*Si-*

mondsia sp.), o de las cactáceas del género *Mammillaria* spp. (biznaguitas), *Echinocactus* sp. (biznaga del acitrón), *Myrtillocactus* spp. (garambullo) y *Cephalocereus* spp. (viejito), entre otras.

En su obra *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México*, Antony Challenger (1998; CONABIO/UNAM/Sierra Madre), utiliza nuestro mapa como base para proponer los "Principales desiertos de México y sus relaciones biogeográficas." En el mismo, sobrepone a nuestro mapa las categorías y límites de otros tres autores y discute cómo estas diferencias (sobre todo para definir las zonas áridas del noreste de México) varían en virtud del empleo de criterios climáticos o florísticos. De hecho, reconoce que estas unidades a veces se definen como biomas, provincias biogeográficas o provincias florísticas, dependiendo del autor.

A la distancia, nuestro mapa de las zonas áridas y semiáridas de México de principios de los noventas parece una obra más bien artesanal. Al presente, hay sorprendentes recursos técnicos, sobre todo informáticos, que potencian enormemente la representación y análisis de temas geográficos. Pero la moraleja es la misma. No importan tanto las herramientas con las que cuentes, sino la historia que con ellas quieres contar.

Figura 1. Vistazo del mapa de zonas áridas de México del que trata este artículo. La referencia es Vite, F., Zavala-Hurtado, J. A., Armella-Villalpando, M. A. & García-Suárez, M. D. 1990-1992. Regionalización y Caracterización Macroclimática del Matorral Xerófilo y Superficies de respuesta a factores climáticos de once géneros de plantas características de este tipo de vegetación (Mapa a escala 1:8,000,000) In Atlas Nacional de México, Vol. II, Carta IV.8.3 (Biogeografía, Tópicos Fitogeográficos, Mapa B). Instituto de Geografía, UNAM. México, D. F.

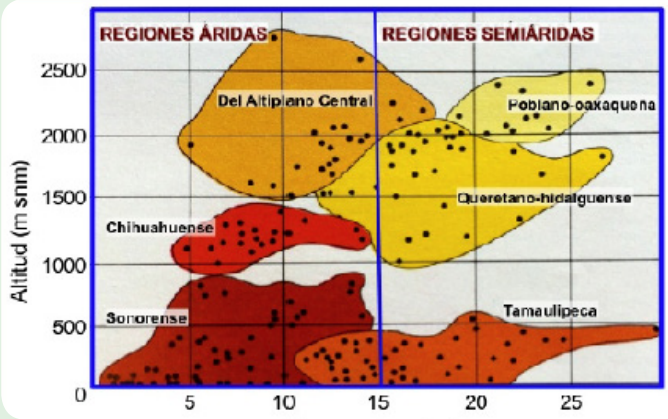


Figura 2. Las seis zonas representadas en el mapa corresponden a los seis ambientes representados en la gráfica. Estos ambientes se separan en función de la variable aridez en regiones o zonas áridas y regiones o zonas semiáridas. A su vez, la variable altitud (la cual representa un gradiente ambiental indirecto) separa tres zonas áridas particulares y tres zonas semiáridas también particulares.

Dinámica de comunidades naturales de zonas áridas

José Alejandro Zavala Hurtado

Las comunidades naturales son entidades abiertas que cambian tanto en el espacio como en el tiempo. La estructura (composición, abundancia, diversidad, conectancia, etc.) de las comunidades es dinámica y puede presentar diferentes patrones de cambio con el paso del tiempo, en respuesta a procesos determinísticos y/o estocásticos. Esta naturaleza cambiante de las comunidades debe tomarse en cuenta para cualquier esfuerzo de avanzar en el conocimiento, conservación y manejo de los ecosistemas.

Los trabajos que realizamos actualmente están planteados bajo un enfoque metacomunitario que considera la interconexión de comunidades locales en un paisaje mediante la dispersión. De esta manera, la dinámica de las metacomunidades está íntimamente relacionada con la dinámica espacial de las comunidades que ocupan dos o más parches interconectados por dispersión. La dinámica de las metacomunidades, a su vez, está ligada con los procesos de invasión, que son influenciados por la capacidad de los individuos de una población para establecerse en un hábitat diferente de la que provienen (invasividad), y por la susceptibilidad o resistencia de una comunidad a ser invadida por especies de otras regiones o parches de la metacomunidad (invasibilidad). Así, el cómo se estructuran las comunidades podría ser entendido a partir de invasiones recurrentes que se dan entre diferentes parches.

A partir de los registros de los sitios permanentemente estudiados en el valle de Zapotitlán, Puebla, contamos con información a partir de 1980, lo cual nos permite generar un escenario de cambios temporales en comunidades locales y así avanzar en el estudio de procesos de invasiones entre parches de vegetación que nos permitan describir y entender patrones y procesos de estructuración de comunidades de plantas y artrópodos asociados.

Un análisis comparativo en los sitios mencionados, entre 1980 y 2003, nos permitió plantear hipótesis sobre procesos de invasión entre comunidades locales. A partir de esto caracterizamos la capacidad invasiva de las especies, así como su dinámica en lluvia y banco de semillas, y en la vegetación en pie. Asimismo, un enfoque experimental nos permite analizar la vulnerabilidad de las comunidades a ser invadidas.

Un aspecto importante de nuestras investigaciones es el papel de la historia en el proceso de ensamble de las comunidades. Este punto lo abordamos con experimentos de campo en los que manipulamos diferentes secuencias de invasión de plantas y artrópodos en microcosmos naturales (hábitat-islas). En estos experimentos detectamos la formación de comunidades alternativas dependiendo de la historia de colonización, así como de la diversidad funcional y filogenética de las especies involucradas.

Comunidad de *Yucca pilifera*, con *Neobuxbaumia macrocephala*, *Beaucarnea gracilis, Hechtia podantha, Echinocactus platyacanthus y Opuntia* sp., entre otros, en Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

Orientación de estructuras reproductivas y vegetativas de cactáceas

Pedro Luis Valverde Padilla

Las cactáceas son una familia de plantas originaria del continente americano. Las especies de esta familia despliegan una gran variedad de formas, tamaños y estructuras que representan un notable catálogo de adaptaciones a las condiciones extremas de aridez y altas temperaturas imperantes en las zonas áridas y semiáridas de su nativa América. Una característica distintiva en muchas especies de cactos es la distribución no uniforme de sus estructuras reproductivas (es decir, yemas, flores y frutos) en torno a los tallos o ramas. Durante los últimos años, nos hemos abocado a estudiar este fenómeno en varias especies de cactáceas de las Reservas de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán (estados de Puebla y Oaxaca) y Barranca de Metztitlán (estado de Hidalgo). Nuestro principal interés es indagar sobre las causas y consecuencias de este fenómeno a diferentes niveles. Con esto nos referimos a investigar sobre sus ventajas funcionales, los efectos en el éxito reproductivo de los individuos y su interacción con polinizadores y dispersores, hasta la variación geográfica del fenómeno y sus efectos en las comunidades de insectos asociados a las flores.

Así, por ejemplo, *Cephalocereus columna-trajani* (viejito o cardón blanco) es una especie de cactus columnar endémico de la región del Valle de Tehuacán- Cuicatlán. Esta especie se caracteriza por presentar una inclinación de la parte superior del tallo hacia el norte-noroeste. En esta misma sección del tallo se encuentra una porción pubescente en donde se producen las flores exclusivamente, llamada pseudocefalio. Esta orientación particular es contraria a la mostrada por otros miembros de la familia cuyos tallos y/o flores miran al ecuador independientemente del hemisferio en donde habitan. Encontramos que dicha característica le confiere ventajas en términos de intercepción de radiación solar, esencial para la fotosíntesis. Es decir, esta forma particular es la "mejor" solución para maximizar la intercepción de radiación durante las épocas de reproducción y crecimiento, así como para disminuir el sobrecalentamiento de las yemas y flores. También se encontró que la inclinación les confiere ventajas bajo ciertas condiciones ambientales y, por tanto, varía geográficamente. La orientación del pseudocefalio es consistentemente norte-noroeste. Sin embargo, la inclinación del tallo disminuye hacia el sur de su área de distribución geográfica y, además,

la forma del tallo también varía, siendo más alto y esbelto hacia el sur en comparación con las poblaciones norteñas. Respecto al pseudocefalio, se ha interpretado que su orientación y estructura es un mecanismo que regula las altas temperaturas a las que podrían estar expuestas las yemas y flores. Al respecto, encontramos que cumple una doble función termorreguladora, una como producto de la orientación en sí, y la otra como resultado de la pubescencia.

En *Pachycereus weberi* (candelabro o chico) estudiamos la variación en el tamaño de las flores y frutos en ramas con orientaciones contrastantes (norte vs. sur). Encontramos que las flores y frutos sureños son más grandes que los norteños. Más aún, los frutos sureños contienen más semillas y más grandes, mientras que el número de óvulos también fue mayor. Esto fue apoyado por la mayor cantidad de radiación fotosintéticamente activa recibida por las ramas sur en comparación con las norteñas. Un aspecto destacado de este estudio es que encontramos que las flores sureñas son más exitosas en ser polinizadas por murciélagos y, por lo tanto, en producir frutos. En este mismo sentido, encontramos que las flores sureñas presentan mayor abundancia de insectos, pero una menor diversidad.

En *Myrtillocactus geometrizans*, hemos monitoreado la orientación de los frutos a lo largo de la época de fructificación encontrando que el patrón de distribución sureña es consistente. Recientemente hemos estado estudiando si las aves discriminan entre frutos con distinta orientación. Análisis preliminares revelan que las aves consumen y remueven preferentemente aquellos frutos producidos en las ramas con orientación sur.

Individuo de *Pachycereus weberi*, Puebla.

Individuo de *Cephalocerus columna-trajani,* Tilpa, Puebla.

Demografía y biología reproductiva de cactáceas

Cecilia Leonor Jiménez Sierra

La demografía es la parte de la biología que nos proporciona la descripción numérica de las poblaciones. Los cambios que se presentan en las poblaciones a través del tiempo pueden ser entendidos como resultado de la diferencia entre las tasas de mortalidad y natalidad, ocurridas durante determinado tiempo en una población. Estudios más precisos usando matrices de transición, nos permiten valorar la importancia relativa de los diferentes intervalos de tamaño de los individuos y su contribución relativa a los procesos demográficos: permanencia de los individuos; fecundidad y transiciones (aumento o disminución de tamaños).

Esto nos permite conocer las tasas finitas de crecimiento poblacional y hacer estimaciones de los tamaños poblacionales a través del tiempo, así como diseñar estrategias tendientes a conservar las poblaciones estudiadas.

Hasta la fecha se han realizado estudios de dinámica poblacional, particularmente de cinco especies de cactáceas endémicas de México y que se encuentran en alguna categoría de riesgo.

Para tener un conocimiento más preciso de la contribución de los individuos a las siguientes generaciones, se ha desarrollado la línea de estudio de biología reproductiva en las cactáceas. Ello incluye el estudio de las probabilidades que tienen las estructuras reproductoras (flores) de convertirse en frutos con semillas y de las probabilidades que tienen las semillas de germinar. Estos estudios incluyen investigaciones detalladas sobre la conducta de los polinizadores y de los sistemas de apareamiento y de cruza presentes en las diversas especies.

Hasta la fecha se han estudiado cerca de siete especies de cactáceas y los resultados de estos estudios han sido compartidos con las comunidades locales, la CONABIO y la SEMARNAT, con el fin de desarrollar conjuntamente estrategias adecuadas para proteger nuestro capital natural.

Echinocatus platyacanthus, cactácea en forma de barril en la barranca de Metzitlán, Hidalgo.

Cephalocereus senilis, una cactácea columnar de la barranca de Metztitlán, Hidalgo.

Estudios sobre la ecología y manejo de pitayas (*Stenocereuss spp.*) y otras cactáceas comestibles

Miguel Angel Armella Villalpando

Las cactáceas son características de las zonas áridas y semiáridas. En muchas ocasiones sus frutos son carnosos y presentan una gran cantidad de jugo, lo que los hace muy atractivos como alimento, especialmente en la época de calor.

Además, por ser plantas que han evolucionado en este tipo de ambientes, requieren poca agua y en general pocos cuidados para presentar una producción estable. Algunas comunidades del norte del estado de Oaxaca y del sur del estado de Puebla, basan buena parte de su economía en la explotación y consumo de cactáceas columnares nativas que han sido incorporadas a las comunidades humanas. Sin embargo, mucho del manejo, tanto agronómico como de proceso, ha sido desarrollado de manera empírica y no se conocen los procesos biológicos que afectan a estas plantas.

Los estudios sobre ecología y manejo de cactáceas columnares se ha realizado básicamente con tres especies de la tribu Pachicerae: *Stenocereus pruinosus*, S. *stellatus* ([Pfeifer] Ricobono) y *Escontria chiotilla* (F.A.C.Weber ex K. Schum.) Rose. Hasta ahora se han logrado encontrar parámetros ecológicos relevantes sobre anatomía y ultraestructura, ecología de la germinación, biología floral, ecología de poblaciones, distribución biogeográfica y estimaciones de nicho realizado y potencial. Por ser esta una línea desarrollada en coordinación con otros departamentos de la división, se ha generado, además, información de carácter biotecnológico para la explotación racional y sustentable de estos recursos.

Esta línea se ha desarrollado con base en proyectos multidisciplinarios en los que han intervenido más de 20 profesores de la DCBS; así como de otras instituciones.

Gran parte de las experiencias se conjuntaron en un libro publicado en el año 2010 que resumió los resultados de los diez años del proyecto.

Ramas de *S. pruinosus*,

Acercamiento a una flor de *S. pruinosus*,

Estudios de actividad, comportamiento, fisiología reproductiva y del estrés en carnívoros mexicanos en peligro de extinción

María de la Asunción Soto Álvarez,
Miguel Ángel Armella Villalpando

En 1999, a invitación del Mtro. Salvador Gaona, del Área de Zoología, iniciamos una investigación que tenía por objeto determinar los patrones conductuales de una pareja de lobo mexicano albergada en el Centro de Investigaciones para la Vida Silvestre (CIVS) San Cayetano. Esta pareja, a pesar de haber permanecido junta por más de dos años, no había presentado reproducción, de manera que decidimos efectuar determinaciones de las hormonas esteroides sexuales en heces fecales para correlacionar sus concentraciones con el comportamiento de la pareja; a partir de ese estudio surgió la necesidad de determinar patrones conductuales, así como el perfil de secreción de hormonas esteroides sexuales del lobo mexicano en diversos ejemplares. Esto, además, tuvo como objetivo la colaboración en el programa de recuperación del lobo mexicano. El proyecto fue apoyado por el CONACYT a través de los fondos sectoriales, y nos permitió conocer la mayoría de los encierros que albergan a esta especie en México. Asimismo, hemos efectuado estudios acerca del estrés utilizando la medición del Cortisol (otra hormona determinable en las heces) y la observación de la conducta.

El reconocimiento a los resultados presentados resultó en la invitación a participar en el Subcomité Técnico Consultivo para la recuperación del lobo mexicano (ahora conocido como grupo de expertos), órgano asesor de la SEMARNAT para el desarrollo de programas de conservación. Al avanzar en las investigaciones tanto fisiológicas como conductuales, resultó evidente la necesidad de generar una línea paralela sobre aspectos de educación ambiental de esta especie, línea que ha sido tan exitosa como la producción científica de la misma. Los estudios realizados en la UAM, así como las campañas de educación sobre esta especie, han sido de particular importancia. El estudio de la fisiología reproductiva usando las heces fecales y su relación con el comportamiento han permitido entender algunas de las características de la biología de esta importante especie mexicana, además de darle difusión.

La constante participación en las reuniones binacionales, han hecho que la presencia de a UAM se vuelva indispensable. Así, el proyecto Lobo Mexicano- UAM-I lleva más de 15 años y ha alcanzado reconocimiento nacional e internacional. A la fecha se han realizado 5 tesis de maestría, más de 15 servicios sociales de licenciatura y aproximadamente 25 alumnos atendidos como seminario y proyecto de investigación.

a) Mamá trasladando cachorro.

b) Madriguera.

c) Pequeña manada.

Estudios sobre comunidades de aves y arácnidos

Pablo Corcuera Martínez del Río

Arañas

Debido a que las arañas son relativamente fáciles de observar y de contar en el campo, existen varios trabajos que han servido de modelo sobre aspectos relacionados con la selección de hábitat y respuesta a cambios en la vegetación de los artrópodos. Algunos estudios realizados en el laboratorio de ecología animal han encontrado que una de las arañas más comunes en selvas bajas mexicanas utiliza distintos aspectos de la vegetación como indicadores para elegir microhábitats en donde la disponibilidad de alimento es mayor.

Las arañas tienen distintas estrategias para capturar a sus presas. Por esta razón, son los principales depredadores de insectos y otros artrópodos. La forma de sus telarañas y sus tácticas de forrajeo han permitido que las especies se agrupen en gremios, lo que a su vez permite abordar preguntas sobre reparto de recursos y diversidad funcional. Los resultados de estudios realizados en Michoacán sugieren que las especies de un gremio o la forma de usar los recursos, presentes en bosques modificados, pueden ser sustituidas por miembros de familias menos especializadas que desempeñen la misma función.

Además de pertenecer a uno de los grupos terrestres más diversos, las arañas se dispersan con facilidad y ocupan todos los continentes, con excepción de la Antártica. Aunque hay pocos estudios realizados en desiertos Norteamericanos, se ha encontrado que el grupo es más diverso de lo que se hubiera esperado al comparar las condiciones de estos ambientes con ecosistemas menos extremos.

El número de especies en el Valle de Cuatro Ciénegas, además de ser el más alto de los que se han reportado para ambientes similares, se caracteriza por estar representado por la coexistencia de especies muy parecidas en los mismos sitios.

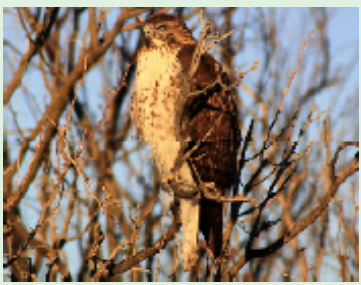
Este fenómeno sugiere que los microhábitats de la región proporcionan una amplia gama de recursos y condiciones para los miembros de este grupo.

a) Nido de arañas;

b) *Peucetia* sp. comiendo un chapulín.

Aves

De manera paralela, en el laboratorio de ecología animal se llevan a cabo estudios sobre distintos aspectos que pueden afectar la distribución de aves en selvas bajas y parques de ciudades. Se han investigado las características, tanto de las especies típicas de ciudades como de aquellas que evitan las partes más urbanizadas de la ciudad de México, para conocer qué aspectos restringen o facilitan la distribución de las aves en este tipo de ambientes. Se ha encontrado, además, que la distribución de las aves que evitan los parques céntricos y rodeados de superficies asfaltadas, se encuentra negativamente correlacionada con la abundancia de gatos, perros y ardillas.



Aves depredadoras y canoras en sus perchas y anidando.

Interacciones planta-hombre

Beatriz Rendón Aguilar

Dos eventos mutuamente incluyentes, pero no totalmente dependientes, han caracterizado la presencia del hombre en la Tierra: el surgimiento de la agricultura y la domesticación de plantas y animales. Particularmente, México es un país que, por sus características geológicas y geográficas, ha sido escenario activo de estos dos procesos, a tal grado que somos considerados uno de los países con gran cantidad de evidencias arqueológicas, antropológicas y biológicas relacionadas con estos dos eventos.

Las zonas áridas de México fueron el escenario inicial donde se dieron los primeros eventos de domesticación de plantas, hace aproximadamente 8,000 años, mismos que en la actualidad siguen siendo sitios activos para la domesticación de plantas.

Este proceso tiene su sustento en la gran diversidad cultural, cuya base de subsistencia proviene de las plantas que los grupos humanos obtienen de diferentes formas de manejo: a) Recolectan del monte guamúchil (P*ithecellobium dulce*), tempezquiste (*Sideroxylon palmeri*), órgano (*Pachycereus weberii*), garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), b) De aquellas plantas que crecen de manera espontánea en los campos de cultivos: pápalo (*Porophyllum ruderale*), alache (*Anoda cristata*), jiotilla (*Escontria chiotilla*), así como c) De aquellas que se cultivan en sistemas agrícolas adaptados a las condiciones de aridez: guaje (*Leucaena esculenta*), nanche (*Byrsonima crassifolia*) y pitaya (*Stenocereus pruinosus* y *Stenocereus stellatus*).

El estudio del conocimiento y formas de manejo de las plantas por los diferentes grupos étnicos que habitan estas regiones, es muy importante para entender el paisaje actual en términos de las modificaciones históricas provocadas por su presencia, incluyendo los diversos sistemas productivos que hasta la fecha prevalecen y que se desarrollaron dentro de un ambiente caracterizado por escasez de agua, suelos pobres en nutrientes y altas temperaturas; los cambios que han sufrido y que actualmente sufren las plantas como consecuencia de los procesos de domesticación y que se observan en la gran diversidad de productos, pero también en problemas derivados de procesos intensivos de selección y

propagación. Aspectos tales como la disminución de los mecanismos de defensa a consecuencia de la domesticación, es un aspecto que no ha sido abordado de manera comparativa entre poblaciones silvestres y domesticadas, y puede proporcionar evidencias para un mejor manejo de los recursos.

a) Pitaya xoconostle (*Stenocereus stellatus*), especie comestible muy apreciada, con daño visible por pudrición;

b) Órgano (*Pachycereus weberii*), una especie utilizada como silo, dentro de una milpa.

Cambio climático en México

Claudia Ballesteros Barrera

Una cuestión fundamental para la ecología y la biogeografía es valorar el clima como un factor determinante tanto en los límites de las distribuciones de las especies como en su persistencia, ya que todas las poblaciones tienen límites de tolerancia a factores físicos, más allá de éstos es que la extinción ocurre rápidamente. Los cambios en el clima afectan directamente a las funciones de los organismos, la composición de las especies y la distribución de los ecosistemas dentro de los paisajes. Muchas de las especies que tenemos en la actualidad son supervivientes a episodios de cambio climático que se presentaron en el pasado, por ello surge una duda: ¿cómo responderán a los cambios previstos debidos al calentamiento global actual? Ante eventos de cambio climático abrupto, se ha sugerido que la biota puede experimentar diferentes tipos de respuestas en términos de su distribución geográfica. Las respuestas pueden ser eventos de colonización y/o de extinciones locales, o bien la adaptación a las nuevas condiciones ambientales.

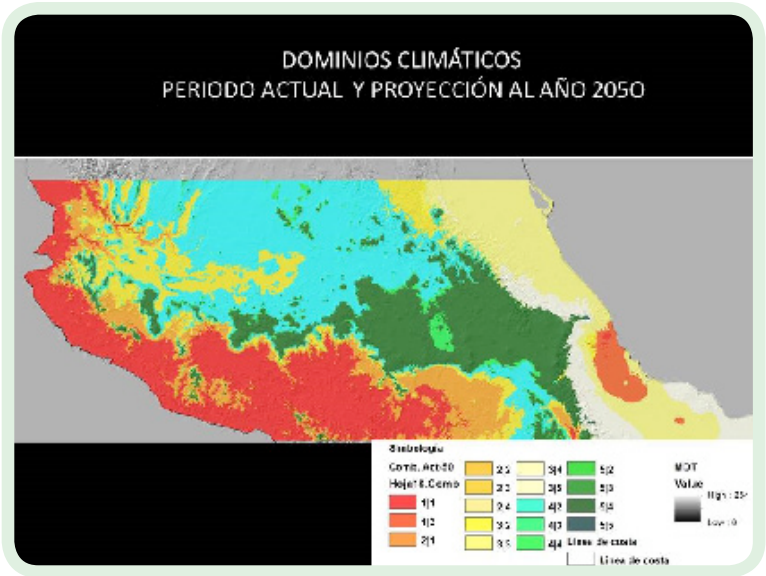
Si, como se predice, la temperatura de la superficie terrestre aumentará a lo largo del siglo XXI, todos los ecosistemas experimentarán el período de cambio climático más acelerado desde el final de la última glaciación. Para México, los aumentos en temperatura esperados podrían variar entre 2 y 4°C hacia finales del siglo XXI, lo cual, para un país megadiverso como el nuestro, podría traer graves consecuencias.

Para México no se han realizado estudios de escala fina, ni a nivel regional de los diferentes dominios ambientales que existen en el país y su relación con la biodiversidad. Más aún, no se han realizado modelos (dominios climáticos dinámicos) de los posibles dominios climáticos que se presentarán en el siglo XXI debidos al calentamiento global. Estos modelos permitirán anticipar los efectos en términos de magnitud de cambio en las condiciones ambientales y su distribución espacial de cada dominio que existe en el presente, o bien si se crearán nuevos dominios debido a la combinación única de factores climáticos que cambiarán en el futuro.

El generar esta información permitirá analizar diferentes aspectos acerca del riesgo que implica el cambio en el clima. En términos de la

biodiversidad, permitirá cuantificar los cambios en el espacio geográfico de las condiciones adecuadas para la persistencia de las especies, se podrá determinar la pérdida de áreas con climas adecuados para las especies y la distancia a la cual se encontrarán otras áreas con condiciones similares en el futuro, así como la continuidad o los huecos que pueden interrumpir los corredores para la dispersión de las especies. Así como determinar qué dominios climáticos y, por ende, que especies podrían ser más vulnerables para una región dada. Así mismo, puede proporcionar una base objetiva para el diseño de redes de conservación con relación a qué ecosistemas estarán más expuestos al riesgo, o bien cuáles podrían ser refugios potenciales para las especies. Con esta información se podrían hacer más eficientes las estrategias para proponer áreas prioritarias de conservación.

Hasta el momento se ha realizado la regionalización para la parte centro y norte de México, y se han analizado los cambios en la distribución potencial de algunas especies endémicas de anfibios, reptiles y mamíferos de esas zonas.



Mapa de proyección del calentamiento en el territorio nacional.

Fernando Vite
(vite@xanum.uam.mx)

Profesor del Departamento de Biología desde 1986. Desde entonces he tenido oportunidad de participar en proyectos sobre ecología de plantas y, más recientemente, también sobre la interacción de las plantas con animales. Los estudios con plantas se han centrado en las cactáceas, y dentro de ellas, en temas que se consideran como ecología individual y ecología de poblaciones. Además de lo anterior, con mis compañeros de Área hemos realizado estudios de zonas áridas a nivel regional. Toda vez que la docencia es vital en nuestra universidad, gran parte del tiempo lo he dedicado a la impartición de cursos sobre ecología (ecología de poblaciones, métodos de muestreo, ecología evolutiva y ecología urbana, entre otros). En cargos académico administrativos, he sido Coordinador de la Licenciatura en Biología desde septiembre de 2006 a la fecha.

José Alejandro Zavala-Hurtado
(jazh@xanum.uam.mx)

Profesor del Departamento de Biología desde 1988. Biólogo de la UNAM, con Maestría en Ecología de la University of Wales, UK, y Doctorado en Ciencias Biológicas de la UNAM. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel 2. Trabaja dinámica de comunidades de plantas y artrópodos, morfología funcional y biología de la reproducción de cactáceas.

Pedro Luis Valverde Padilla
(plvp@xanum.uam.mx)

Profesor del Departamento de Biología desde 1992. Cursé la Licenciatura en Biología de 1986 a 1991 en esta misma institución. Posteriormente, colaboré en el Programa de Aprovechamiento Integral de Recursos Naturales (PAIR-UNAM). Mis estudios de maestría y doctorado los realicé en la Facultad de Ciencias y el Instituto de Ecología, respectivamente, en la UNAM. Pertenezco al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel 2. Desde mi ingreso a la UAM-I he colaborado en diversos proyectos de investigación que abordan distintos aspectos en ecología

de plantas de zonas áridas. En la actualidad, mis intereses particulares de investigación son la ecología funcional de cactáceas (orientación de estructuras reproductivas y vegetativas, y sus consecuencias), las interacciones bióticas (polinización, florivoría y herbivoría) y algunos aspectos relativos a la ecología de arañas (selección de hábitat y estructura de comunidades).

Cecilia Leonor Jiménez Sierra
(ceci@xanum.uam.mx)

Profesora del Departamento de Biología desde 1999. Estudió la Licenciatura en Biología en la UAM-I, y la Maestría y el Doctorado en Ciencias en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Ha trabajado en la UNAM (FES-Zaragoza) y en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR), del CONACyT, en La Paz, Baja California Sur. Sus líneas de investigación versan sobre la ecología de zonas áridas, la biología reproductiva y la dinámica poblacional de vegetales, con especial énfasis en las cactáceas endémicas de México; así como en la conservación de los recursos naturales a través del sistema de Áreas Naturales Protegidas. Se ha preocupado por la difusión de la ciencia y sus textos se han publicado en diversos libros y revistas científicas; así como en revistas mexicanas de divulgación científica.

Pablo Corcuera Martínez del Río
(pcmr@xanum.uam.mx)

Egresado de la Licenciatura en Biología de la UAM-I. Realizó sus estudios de Maestría y Doctorado en la Universidad de Durham, Inglaterra. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel I. Sus líneas de investigación incluyen aspectos de selección de hábitat y análisis de la distribución y diversidad de comunidades de arácnidos y aves. También dirige proyectos sobre aves frugívoras y especies indicadoras en zonas desérticas y selvas bajas del país.

Beatriz Rendón Aguilar
(bra@xanum.uam.mx)

Profesora titular desde 2002. Realicé estudios de licenciatura en Biología y Maestría en la Facultad de Ciencias, y el Doctorado en Ecología, en el Instituto de Ecología de la UNAM. Pertenezco al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel 1. Con formación de Etnobotánica,

actualmente trabajo aspectos de evolución de plantas bajo procesos de domesticación, incorporando herramientas de la ecología evolutiva y biología molecular.

Mi interés se centra en el uso tradicional, conocimiento y manejo en plantas comestibles; sin embargo, abordo otros aspectos de la etnobotánica relacionados con la clasificación tradicional de las plantas, sistemas agrícolas tradicionales y, recientemente, he trabajado en aspectos de monitoreo de transgénicos en poblaciones nativas de maíz.

Claudia Ballesteros Barrera
(bbc7@xanum.uam.mx)

Profesora del Departamento de Biología desde 2013. Obtuvo el título de Licenciada en Ciencias de la Comunicación por parte de la Universidad del Valle de México, así como el título de Licenciada en Biología de la UAM, el de Maestra en Ciencias, por la Facultad de Ciencias, y el de Doctora en Ciencias, por el Instituto de Biología de la UNAM.

Su línea de investigación es la ecología biogeográfica y teoría del nicho ecológico. Estudia la distribución en el espacio geográfico y ecológico de las especies, utilizando Sistemas de Información Geográfica y Modelos del Nicho Ecológico, abordando las siguientes cuestiones: *i)* Respuestas al cambio global: cambio climático, deforestación, especies invasoras, *ii)* Análisis y determinación de áreas de riqueza, diversidad y endemismo, y *iii)* Tendencias evolutivas del nicho ambiental: paleodistribuciones y análisis del nicho con relación a la filogenia.

María de la Asunción Soto Álvarez
(maps@xanum.uam.mx)

Estudió Biología en la UAM-I y obtuvo el grado de Maestría en Psicobiología en la UNAM, trabaja desde 1984 en la UAM, su línea de investigación ha sido la fisiología y conducta repreductiva en mamíferos, en los últimos años ha trabajado específicamente en la reproducción de carnívoros, como el lobo mexicano y el coyote.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Rector General
Dr. Salvador Vega y León

Secretario General
Mtro. Norberto Manjarrez Álvarez

UNIDAD IZTAPALAPA

Rector de Unidad
Dr. José Octavio Nateras Domínguez

Secretario de Unidad
Dr. Miguel Ángel Gómez Fonseca

Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Dr. José Gilberto Córdoba Herrera

Directora de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Dra. Edith Ponce Alquicira

Directora de la División de Ciencias Sociales y Humanidades
Dra. Juana Juárez Romero

Coordinadora de Extensión Universitaria
Dra. Milagros Huerta Coria

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
40