



SIMPOSIOS

SESIÓN S2. Avances y perspectivas de estudios en cactáceas mexicanas I

Lunes 05 de Septiembre de 2016, Revolución I, Hotel Krystal Grand Reforma

Organizan: Monserrat Vázquez Sánchez (Instituto Politécnico Nacional)

Daniel Sánchez Carbajal (Universidad Nacional Autónoma de México)

- 10:00 - 10:20 **Introducción** (ID_999)
Monserrat Vázquez Sánchez y Daniel Sánchez Carbajal
- 10:20 - 10:40 **De la filogenia a la taxonomía en el género *Cephalocereus* (Cactaceae)** (ID_420)
María Luisa Bárcenas-Argüello, Salvador Arias, Teresa Terrazas y Ma. del Carmen Gutiérrez-Castorena
- 10:40 - 11:00 **Biología del desarrollo de flores unisexuales en Cactaceae** (ID_1344)
Sonia Vázquez-Santana y Rocío Hernández-Cruz
- 11:20 - 11:40 **Organización ultraestructural de la región intergénica psbA-trnH en Cactaceae (Caryophyllales)** (ID_761)
Patricia Hernández Ledesma y Rolando Bárcenas
- 11:40 - 12:00 **Estudios demográficos de *Echinocactus parryi*, especie endémica del Desierto Chihuahuense.** (ID_762)
Mario Daniel Vargas Luna, Rolando T. Bárcenas Luna y Francisco Félix Durán
- 12:00 - 12:20 **Factores que afectan la germinación y el establecimiento exitoso de un cactus endémico del desierto Chihuahuense** (ID_1104)
Gabriel Arroyo-Cosultchi, Eder Ortiz Martínez, María Mandujano C. y Jordan Golubov
- 12:20 - 12:40 **Genes homeobox y paedomorfosis en Cactaceae: el xilema secundario como sistema de estudio** (ID_708)
Jorge Reyes Rivera
- 12:40 - 13:00 **Conservación, ecología y cambio climático: la distribución de las cactáceas y otras suculentas del noroeste de México** (ID_1160)
Bárbara Larraín-Barrios
- 13:00 - 13:20 **Delimitación de especies en el complejo de *Stenocereus griseus* (Cactaceae) mediante métodos de agrupamiento genético.** (ID_957)
Hernán Alvarado Sizzo
- 15:20 - 15:40 **Importancia biológica de la diversidad edáfica en cactáceas columnares mexicanas: *Cephalocereus*** (ID_381)
María Luisa Bárcenas-Argüello, Salvador Arias, Teresa Terrazas, María del Carmen Gutiérrez Castorena
- 15:40 - 16:00 **Filogenia y taxonomía de *Echinocereus* (Cactaceae) con base evidencia morfológica y molecular** (ID_350)
Daniel Sánchez, Salvador Arias, Teresa Terrazas
- 16:00 - 16:20 **Discusión y conclusiones** (ID_999)
Monserrat Vázquez Sánchez y Daniel Sánchez Carbajal



Avances y perspectivas de estudios en cactáceas mexicanas I

Monserrat Vázquez Sánchez y Daniel Sánchez Carbajal

Introducción.

(ID_999)

De la filogenia a la taxonomía en el género *Cephalocereus* (Cactaceae)

María Luisa Bárcenas-Argüello, Salvador Arias, Teresa Terrazas y Ma. del Carmen Gutiérrez-Castorena

El interés de este trabajo se centró en evaluar la monofilia del grupo *Cephalocereus* sensu Arias, y redefinir su circunscripción a nivel de género. Se muestreó el total de las especies del grupo *Cephalocereus*, que comprende los géneros *Cephalocereus*, *Neobuxbaumia* y *Pseudomitrocereus*. Se tomaron siete regiones del cloroplasto, se codificaron los gaps y se registraron 47 caracteres estructurales, para reconstruir la filogenia del grupo. Se aplicaron métodos de Máxima Parsimonia e Inferencia Bayesiana, para los datos moleculares y estructurales, de forma separada, y para las matrices concatenadas en un análisis combinado. El nivel de homoplasia en la matriz estructural se cuantificó a partir del método MP, permitiendo identificar y excluir los caracteres más homoplásicos, para aumentar los valores de soporte y la resolución del análisis. El grupo *Cephalocereus* se recupera como monofilético con los valores de soporte más altos en los dos métodos empleados. *Neobuxbaumia* se recupera como parafilético, mientras que *Pseudomitrocereus* aparece en una posición derivada, y no basal, dentro del grupo. Las especies de *Cephalocereus* se recuperan en dos clados distintos agrupadas con especies de *Neobuxbaumia*. Sólo dos caracteres morfológicos del fruto representan sinapomorfías para el grupo *Cephalocereus*: pulpa de color blanco y presencia de casquete lignificado del perianto. La presencia de cefalio o pseudocefalio en especies del género *Cephalocereus* se reconoce aquí como producto de la evolución convergente o paralela, y se rechaza el valor taxonómico de este atributo, excepto para las especies hermanas *Cephalocereus senilis* y *C. columna-trajani*, donde la presencia de cefalio sí representa una sinapomorfía. Algunas especies de *Neobuxbaumia*, así como *Pseudomitrocereus fulviceps*, llegan a desarrollar tricomas y espinas en la región floral, semejando un pseudocefalio incipiente. Se propone la transferencia de las especies de este grupo monofilético a un género: *Cephalocereus*.

(ID_420)

Biología del desarrollo de flores unisexuales en Cactaceae

Sonia Vázquez-Santana y Rocío Hernández-Cruz

Las diferentes formas y funciones de las flores en cactáceas están relacionadas con los sistemas reproductivos. El hermafroditismo es considerado el sistema reproductivo más predominante de la familia. Sin embargo, en 28 especies de Cactaceae han sido reportadas flores unisexuales, donde sólo uno de los órganos reproductores es funcional, resultando así las flores masculinas y femeninas. Las variaciones en los patrones de desarrollo en las flores unisexuales generan morfos florales con órganos sexuales abortivos o incapaces de llevar a cabo su función sexual. En este trabajo se presentan nueve especies, de diferentes subfamilias de Cactaceae, con flores unisexuales en las que se ha determinado el momento y la etapa del desarrollo floral en la que cada uno de los verticilos sexuales es abortado. En el caso de las flores femeninas que abortan el androceo, el desarrollo de los granos de polen se detiene en etapa pre-meiótica o post-meiótica. El proceso común de aborción es un adelanto del patrón de muerte celular programada en las capas de la antera, resultando en anteras reducidas que no forman granos de polen. Y en las flores masculinas se observan diferentes conformaciones entre las especies, desde flores que no desarrollan cavidad del ovario hasta flores con gineceo completo. En estas últimas la aborción de las semillas ocurre en etapa post-cigótica. La presencia de unisexualidad en la familia

Cactaceae es considerada como un carácter homoplásico que no obedece a los mismos mecanismos ontogenéticos para su establecimiento.

(ID_1344)

Organización ultraestructural de la región intergénica psbA-trnH en Cactaceae (Caryophyllales)

Patricia Hernández Ledesma y Rolando Bárcenas

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar la organización ultraestructural y variabilidad de la región intergénica psbA-trnH a través de diferentes niveles taxonómicos en la familia Cactaceae y postular tendencias evolutivas de las estructuras secundarias de la región psbA-3UTR. Se analizaron y alinearon las secuencias de la región intergénica psbA-trnH para un muestreo amplio dentro de la familia, el muestreo incluyó 685 secuencias completas de la región representando a las tres subfamilias y nueve de las diez tribus de Cactaceae. Se modelaron y analizaron las estructuras secundarias de la región psbA-3UTR que fueron comparadas con las estructuras modeladas para taxa estrechamente relacionados a Cactaceae. Los resultados sugieren que dentro de Cactaceae hay una tendencia de reducción en longitud de la región debido a la presencia de indels de longitud considerable. Se encontró variabilidad en el codón de paro, en la TATA-box y se detectaron diversas mutaciones microestructurales características de grupos de especies. El análisis de la secuencia que forma la estructura secundaria arrojó 90 diferentes configuraciones de secuencias que a su vez forman 43 grupos de horquillas. A pesar de la variabilidad de la IGR-psbA-trnH en Cactaceae, algunas de sus regiones son relativamente conservadas y podrían ser filogenéticamente informativas, en este sentido sería interesante inferir cómo han evolucionado los diferentes tipos de horquillas sobre una hipótesis filogenética de la familia.

(ID_761)

Estudios demográficos de *Echinocactus parryi* especie endémica del Desierto Chihuahuense.

Mario Daniel Vargas Luna, Rolando T. Bárcenas Luna y Francisco Félix Durán

Echinocactus parryi (Cactaceae) es una especie amenazada y endémica del Desierto Chihuahuense, la cual ha sido poco estudiada. Se mapeó la distribución biogeográfica de la especie evaluando parámetros demográficos como la densidad poblacional y el área de ocupación (AOO), se documentaron relaciones bióticas de la especie e identificaron posibles impactos ambientales negativos. Además, se dio inicio a un análisis genético de microsátélites con el fin de determinar la variabilidad genética. Se reporta la distribución conocida de *E. parryi*, se encontró que El Mesudo es una nueva localidad de distribución de esta especie. La localidad con mayor densidad poblacional es la denominada Samalayuca seguida de Las Felipas y El Mesudo. El análisis de AOO determinó que la especie ocupa aproximadamente un área de 216.267 km². No obstante, esta estimación sobrestima la verdadera área de ocupación. En la localidad de Zorro Plateado, se encontró que *E. parryi* es depredada por *Neotoma albigula*, lo cual representa una fuente de agua importante para este roedor. Se encontró que dípteros e himenópteros son los principales visitantes de las flores de *E. parryi*, y que sus semillas son dispersadas por hormigas. La destrucción del hábitat es el principal impacto negativo que tienen las poblaciones. La evaluación preliminar de la variabilidad genética sugiere que la población tipo localizada cerca de la Laguna de Guzmán presenta diferencias genéticas con respecto a las otras poblaciones.

(ID_762)



Factores que afectan la germinación y el establecimiento exitoso de un cactus endémico del desierto Chihuahuense

Gabriel Arroyo-Cosultchi, Eder Ortiz Martínez, María Mandujano C. y Jordan Golubov

Las primeras categorías del ciclo de vida de las plantas han sido consideradas las más vulnerables especialmente en ambientes impredecibles como los son los ecosistemas áridos y semi-áridos. Se evaluó el efecto de longevidad y latencia de las semillas en la tasa de germinación de semillas, supervivencia y crecimiento de las plántulas de *Neobuxbaumia polylopha* (DC) Backeb., un cactus columnar raro del desierto Chihuahuense, bajo condiciones controladas y naturales. Se sabe poco sobre la dinámica de sus poblaciones durante las etapas más tempranas del ciclo de vida. La facilitación es crucial para el reclutamiento en las poblaciones de cactáceas, se investigó la importancia de este tipo de asociación para la germinación y establecimiento de *N. polylopha* así como el efecto de la depredación sobre semillas y plántulas. Se evaluó el efecto del factor nodricismo en la supervivencia de plántulas de 10 meses de edad al año, bajo dos especies arbustivas con valores de supervivencia de 28.7 % y 27.4 %. Las plántulas de un año protegidas y sin protección al año de ser plantadas sobrevivieron el 96 % y 72 % y las plántulas de 5 meses protegidas y sin protección mostraron un 65 % y 11 % de supervivencia respectivamente. Las semillas pueden permanecer viables por más de un año sugiriendo la posible formación de un banco de semillas de corta duración. Además, como se ha reportado para la mayoría de las cactáceas, las semillas de *N. polylopha* en su mayoría son depredadas y una baja proporción se establece bajo condiciones de sombra. Las plántulas de menor edad presentan una fuerte presión por herbívoros, mientras que a mayor edad de las plántulas la supervivencia aumenta.

(ID_1104)

Genes homeobox y paedomorfosis en Cactaceae: el xilema secundario como sistema de estudio

Jorge Reyes Rivera

En Cactaceae, la anatomía de la madera está altamente correlacionada con la morfología del tallo en términos del soporte conferido y, en algunas cactáceas, ocurre un cambio de fase que se asocia con la madurez de los individuos o su tamaño. Por ello, se ha considerado la evolución de este grupo de plantas suculentas mediante procesos heterocrónicos (paedomorfosis). Nuestro objetivo fue estudiar esos procesos desde los enfoques molecular y químico. Se cuantificaron los componentes estructurales de la madera (celulosa, hemicelulosas y lignina Klason) en trece especies de las tres subfamilias más representativas de Cactaceae. Se caracterizaron los componentes de la lignina por espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier y cromatografía líquida de alto rendimiento. Usando muestras de cámbium vascular de cuatro especies de Cactaceae (dos con madera fibrosa, una no fibrosa y una dimorfa), se extrajo ARN y se sintetizó el ADNc. Se hicieron búsquedas de genes homólogos de KNOTTED1-LIKE HOMEBOX GENE 1 [KNAT1] y KNOTTED1-LIKE HOMEBOX GENE 3 [KNAT3] y se diseñaron cebadores degenerados para las PCR's; el análisis filogenético se realizó por máxima verosimilitud. Las especies con maderas fibrosas tienen una composición típica similar a otras especies leñosas, pero no las especies de *Cactaceae* con una alta diversidad. Además, reportamos que un gen ortólogo putativo de KNAT1 y un gen KNAT3-like se expresan en el cámbium vascular de esas cuatro especies de Cactaceae. El análisis filogenético mostró que las secuencias de las proteínas codificadas por los genes *cact_KNAT1* se recuperan como parte del clado KNAT1, mientras que las proteínas codificadas por los genes *cact_KNAT3-like* son agrupadas con los genes KNAT3-like de *B. vulgaris*. Con base en la composición química de la madera de Cactaceae, consideramos que estos genes HOMEBOX podrían ser, en gran parte, responsables de la variabilidad anatómica de la madera y la paedomorfosis en Cactaceae.

(ID_708)

Conservación, ecología y cambio climático: la distribución de las cactáceas y otras suculentas del noroeste de México

Bárbara Larrain-Barrios

Se adoptaron dos enfoques biogeográficos para entender los patrones espaciales de las cactáceas y otras suculentas de la Región del Desierto Sonorense (RDS). En el primero, se definieron las especies de cactáceas endémicas a la región usando sistemas de información geográfica, bases de datos y trabajo de campo. Se utilizó como mínimo 75% de registros dentro de la región como medida de endemidad. Con la distribución espacial de estas especies, se obtuvieron mapas con riqueza, rareza, valor de conservación y complementariedad para cada celda de 30 min de lado en las que fue dividida la región. Mediante un consenso de mapas se obtuvieron áreas prioritarias de conservación complementarias a las áreas naturales protegidas. El segundo enfoque explora el efecto potencial del cambio climático sobre la distribución de un grupo funcional (especies suculentas, principalmente cactáceas), en una porción de la costa Pacífica de Baja California dentro de la RDS. La distribución actual y futura se obtuvo con el programa Maxent usando datos de campo, registros de herbario y capas bioclimáticas. Se consideraron dos períodos de tiempo, dos modelos de circulación global y dos rutas de concentración. Se generó un mapa de consenso con las áreas potenciales proyectadas al futuro usando celdas con más de 50% de probabilidad de presencia y se comparó con la distribución actual. Se detectaron 72 especies endémicas y seis áreas prioritarias para su conservación: cuatro en la península y dos en Sonora. Estas áreas, en conjunto con las ANP, protegen el 97% de los endemismos de la RDS. El grupo funcional (suculentas) mostró una ampliación en su distribución potencial futura con respecto a la actual en todos los modelos. No obstante, la variación futura en la precipitación y en la incidencia de niebla, pueden tener efectos negativos sobre el grupo, especialmente en las especies endémicas con mayor restricción geográfica.

(ID_1160)

Delimitación de especies en el complejo de *Stenocereus griseus* (Cactaceae) mediante métodos de agrupamiento genético.

Hernán Alvarado Sizzo

El complejo de especies de *Stenocereus griseus* (CESG) ha sido considerado como un grupo taxonómicamente complicado debido a la falta de sinapomorfias morfológicas y moleculares. Actualmente no existe un consenso en cuanto al número de especies que lo conforman así como los límites de su distribución geográfica. El objetivo de este trabajo es delimitar el CESG mediante métodos de agrupamiento genéticos (agrupamientos bayesianos y métodos basados en distancia genética) utilizando 9 locimicrosatélite en 377 individuos de tres especies putativas. Adicionalmente, probamos el estatus críptico del nombre *S. griseus*. Se recuperaron cuatro entidades genéticas: *S. pruinosus* en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y Valles Centrales de Oaxaca, *S. laevigatus* en Chiapas y Yucatán, *S. griseus* en el norte de Colombia y un cuarto grupo en el norte de México sin afinidad a las especies previamente reconocidas, de forma que la proponemos como la nueva especie *Stenocereus huastecorum*. De esta forma, demostramos la utilidad de los métodos de la genética de poblaciones en la delimitación de grupos de plantas con problemas taxonómicos así como en la detección de especies crípticas.

(ID_957)



Importancia biológica de la diversidad edáfica en cactáceas columnares mexicanas: *Cephalocereus*

María Luisa Bárcenas-Argüello, Salvador Arias, Teresa Terrazas, María del Carmen Gutiérrez Castorena

Las especies de *Cephalocereus* (5), *Neobuxbaumia* (9) y *Pseudomitrocereus fulviceps* son endémicas de México y forman un grupo monofilético al interior de la tribu Echinocereeae. Algunas tienen una distribución extensa al abarcar varios estados de la República Mexicana, mientras que otras se restringen a un sitio único. Estudios sobre su biología e interacciones ecológicas revelan que algunos parámetros edáficos permiten explicar estos patrones, sin embargo, el conocimiento del hábitat geológico es aún limitado. Con el objetivo de conocer y caracterizar las condiciones físico-ambientales se llevaron a cabo recorridos para ubicar localidades de cada una de las especies y registrar latitud, longitud, altitud, geología, litología, pendiente, orientación y geomorfología. Se tomaron muestras de suelo y se determinó pH, materia orgánica, textura así como Ca, Fe, Na, Mn, Mg y Cl solubles. Se exploró su valor explicativo con relación a la distribución de las especies mediante un análisis canónico de correspondencias (ACC). El contenido de materia orgánica y de limo, así como el pH del sustrato son los parámetros que mejor explican la distribución de las especies. La altitud presentó diferencias significativas entre los miembros del grupo. Se detectó afinidad litológica en *C. totolapensis* por andesita, *N. squamulosa*, *C. nizandensis* y *C. apicicephalum* por calizas. *Pseudomitrocereus fulviceps* se restringe a sustratos calcáreos en el Valle Tehuacán-Cuicatlán, pero en otros sitios del estado de Oaxaca habita sobre lutitas, limolitas, areniscas y micas. *Neobuxbaumia scoparia* habita en derrames volcánicos en Veracruz, mientras que en Oaxaca crece sobre calizas. La alopatría de *N. mezcalaensis* y *N. tetetzo* se explica porque la primera prefiere alto contenido de arcilla, mientras la segunda habita en suelos con alto contenido de arena. Las especies que crecen sobre más de un tipo de roca tienen mayor área de distribución y por lo tanto diferentes condiciones edáficas las distinguen.

(ID_381)

Filogenia y taxonomía de *Echinocereus* (Cactaceae) con base evidencia morfológica y molecular

Daniel Sánchez, Salvador Arias, Teresa Terrazas

Echinocereus es un género morfológicamente diverso que incluye a 64 especies, las cuales han sido agrupadas en ocho secciones taxonómicas con base en morfología. Se ha sugerido que la inclusión de varias fuentes de evidencia en un análisis filogenético resulta en una hipótesis más robusta. Por lo tanto, se realizó un análisis filogenético con un grupo de 45 caracteres morfológicos y seis secuencias del cloroplasto, usando parsimonia e inferencia Bayesiana como métodos de reconstrucción filogenética. Las topologías del análisis de parsimonia e inferencia Bayesiana no fueron compatibles debido a un problema de atracción de ramas largas en el análisis de inferencia bayesiana. Un segundo análisis de parsimonia e inferencia Bayesiana que excluyó a una de las ramas largas, corrobora la monofilia de *Echinocereus* e incluyó ocho grupos monofiléticos principales. Los clados recuperados no representan la clasificación infragenérica más reciente, por lo que se discute sobre la clasificación infragenérica de *Echinocereus* con base en los ocho clados recuperados que están sustentados por una combinación de caracteres morfológicos y moleculares.

(ID_350)

Discusión y conclusiones

Montserrat Vázquez Sánchez y Daniel Sánchez Carbajal

Avances y perspectivas de estudios en cactáceas mexicanas

(ID_999)
