



## Efecto de metales pesados en el crecimiento de dos especies de mangle de la Laguna de Términos, Campeche, México

César Antonio CIMÁ MUKUL<sup>1</sup>, Nancy DE LA CRUZ LANDERO<sup>2</sup>, Ángel ALDERETE CHÁVEZ<sup>2</sup>, Rosa María CERÓN BRETÓN<sup>3</sup> y Julia Griselda CERÓN BRETÓN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Excelencia en Investigación, Sistemas Petroleros y Protección Ambiental, Coordinación de Vinculación Universitaria; <sup>2</sup>DES-DACNAT, Centro de Investigación de Ciencias Ambientales; <sup>3</sup>Laboratorio de Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias Químicas; Universidad Autónoma del Carmen, Av. Concordia esq. Av. 56 No. 4, Col. Aviación, C.P. 24180, Ciudad del Carmen, Campeche, México

Los manglares se destacan por su alto valor ecológico, promoviendo la biodiversidad de especies y protegiendo las costas contra erosiones. Aun así, los seres humanos los ha afectado en diferentes formas, exponiéndolos a diversos contaminantes, entre los que se encuentran los metales pesados. En este estudio se estableció un experimento en condiciones de vivero con el objetivo de evaluar el efecto que tienen los metales sobre el crecimiento de dos especies de mangle: *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*. Se realizó una colecta de semillas en las inmediaciones de la Laguna de Términos, en el estado de Campeche, México, las cuales fueron sembradas en un sustrato que se contaminó con 6.6 y 10 mg de cadmio  $\text{kg}^{-1}$  y 50 y 200 mg de zinc  $\text{kg}^{-1}$ , considerando tres repeticiones y un tratamiento control por especie. Se realizaron tres cosechas destructivas para medir la altura de la planta, el número de hojas, el diámetro de tallo y la biomasa seca. Los resultados indicaron que *L. racemosa* redujo su biomasa seca cuando se sometió a 10 mg de cadmio  $\text{kg}^{-1}$  y 200 mg de zinc  $\text{kg}^{-1}$ . *A. germinans* creció un 70 % por arriba de las plantas control en dosis de 200 mg de zinc  $\text{kg}^{-1}$ ; con cadmio no mostró el mismo comportamiento ya que el número de hojas, el diámetro de tallo y la producción de biomasa seca se vieron ligeramente reducidos en 1.13 %. *L. racemosa* mostró ser más sensible a la exposición a metales pues redujo significativamente su producción de biomasa viéndose afectado su crecimiento y desarrollo. Los resultados encontrados pueden servir de base para ampliar el conocimiento sobre los efectos del cadmio y zinc en el crecimiento y desarrollo de las especies estudiadas, sugiriendo su uso como bioindicadores de suelos contaminados con estos metales.

**ID\_1049**

**Modalidad: presentación oral**

**Sesión OR6: FISIOLÓGÍA Y ECOTOXICOLOGÍA**



## **Efecto del aluminio en el crecimiento, fotosíntesis y acumulación en tejidos durante el ciclo de vida de *Fagopyrum esculentum* (Polygonaceae)**

Alma Yadira MARTÍNEZ-RENDÓN<sup>1</sup>, Clara TINOCO-OJANGUREN<sup>1</sup>, Guadalupe Judith MÁRQUEZ-GUZMÁN<sup>2</sup>, José Luis RUVALCABA-SIL<sup>3</sup> y Rocío CRUZ-ORTEGA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ecología Funcional y Departamento de Biodiversidad, Instituto de Ecología, <sup>2</sup>Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, <sup>3</sup>Departamento de Física Experimental, Instituto de Física; Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, C.P. 04510, México, D.F., México

Los suelos ácidos se caracterizan por una alta solubilidad del catión trivalente  $Al^{3+}$ , que es tóxico para muchas plantas. Sin embargo, *Fagopyrum esculentum* tolera naturalmente el  $Al^{3+}$  utilizando dos mecanismos: la exclusión y la acumulación en sus tejidos. En este trabajo se evaluaron los efectos del aluminio en procesos fisiológicos de *F. esculentum* durante su ciclo de vida (crecimiento relativo, tasa fotosintética, niveles endógenos de ABA y acumulación de Al en el tejido foliar). Se establecieron plantas a partir de la germinación de semillas, en un sistema hidropónico en condiciones controladas, en una cámara de crecimiento durante ocho semanas. Estas plantas se trataron con tres concentraciones de  $AlCl_3$  (25, 50 o 100  $\mu M$ ) y con solución nutritiva sin aluminio como grupo control. *F. esculentum* no mostró diferencias significativas en su crecimiento y tasa fotosintética con las diferentes concentraciones de aluminio. La asignación de otros nutrientes minerales en raíces, tallos y hojas tampoco se vio modificada significativamente, al igual que los niveles endógenos de ABA. Por lo tanto, no existe una respuesta específica de esta fitohormona a la presencia de Al. Finalmente, debido a que el Al se mantuvo todo el tiempo en las raíces de *F. esculentum*, no existió ninguna relación entre la formación de cristales de oxalato y la acumulación de Al en hojas. Estos resultados sugieren que en condiciones experimentales hidropónicas, *F. esculentum* realiza un ajuste metabólico muy eficiente y mantiene activa durante todo su ciclo de vida la exclusión del Al de los órganos aéreos, evitando que se produzcan respuestas fisiológicas inhibitorias. Es importante recalcar que este trabajo es pionero en estudiar la respuesta al Al durante el ciclo de vida completo de *F. esculentum* de una manera integral, considerando parámetros de respuesta morfológicos, fisiológicos y bioquímicos.

**ID\_181**

**Modalidad: presentación oral**

**Sesión OR6: FISIOLOGÍA Y ECOTOXICOLOGÍA**



## Procesos moleculares y fisiológicos en la respuesta a metales de *Fagopyrum esculentum* (Polygonaceae)

Rocío CRUZ-ORTEGA, Iván REYNA-LLORENS, Alma Yadira MARTÍNEZ-RENDÓN y Raisa FLORES

Departamento de Ecología Funcional, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, C.P. 04510, México, D.F., México

La toxicidad por metales en plantas se debe a la contaminación del suelo por la industria minera y por el uso intensivo de fertilizantes en suelos agrícolas, ocasionando en ambos un suelo con pH ácido y solubilidad de metales tóxicos. En este proyecto se está evaluando la respuesta a metales como el aluminio, el cobre y el zinc en una planta tolerante, *Fagopyrum esculentum*. Hemos estudiado la respuesta a nivel molecular en plántulas (4 días de edad) y fisiológico durante el ciclo de vida de la planta. En plántula, las concentraciones altas de aluminio inducen un daño a nivel celular, que ocasionan una inhibición radicular, pero con el tiempo este daño se revierte, induciendo raíces laterales, y un aumento en los niveles de ABA. Se caracterizó un gen tipo transportador ABC (FeALS, # GU3227650), el cual se induce en respuesta al aluminio y al ABA. Este transportador puede estar involucrado en los mecanismos de exudación de ácidos orgánicos al medio, o en la translocación del aluminio de la raíz a las hojas. *F. esculentum*, además de ser tolerante al aluminio, también lo es al cobre y al zinc, no afectando su crecimiento relativo (AGR, RGR, LAR, NAR y R/S), ni su proceso fotosintético, el cual lo evaluamos analizando asimilación de CO<sub>2</sub> y florescencia de clorofila a. El análisis por microarreglos de plántulas de 4 días tratadas con Al (50 µM), Cu (0.75 µM), Zn (2.5 µM) por 24 h mostró que para el aluminio 1927 genes su expresión se regula negativamente y 1416 positivamente. Para el Cu, 1981 se regulan negativamente y 1493 positivamente. Para el Zn, 1678 genes son regulados negativamente y 1794 positivamente. Estos datos se están analizando para poder definir cuáles son los genes que pueden estar involucrados en los mecanismos de tolerancia a los tres metales en *F. esculentum*.

**ID\_518**

**Modalidad: oral**

**Sesión OR6: FISIOLOGÍA Y ECOTOXICOLOGÍA**



## **Efecto del tiempo de germinación en la tolerancia al estrés hídrico de las plántulas de *Dioon edule* (Zamiaceae)**

Laura YÁÑEZ-ESPINOSA<sup>1,3</sup>, Joel FLORES<sup>2</sup>, Paulina RODRÍGUEZ MILLÁN<sup>3</sup> y Gabriel RUBIO MÉNDEZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 78377 San Luis Potosí, S.L.P., México

<sup>2</sup>División de Ciencias Ambientales, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. 78216 San Luis Potosí, S.L.P., México

<sup>3</sup>Programas Multidisciplinarios de Posgrado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 78290 San Luis Potosí, S.L.P., México

La elevada mortalidad de plántulas es un factor crítico que afecta el éxito del establecimiento de *Dioon edule*. El déficit hídrico es la principal causa de mortalidad de plántulas durante el primer año después de la germinación. Sin embargo, las plantas adultas son xeromórficas y presentan metabolismo CAM-cíclico cuando se induce estrés por déficit hídrico, permitiéndoles sobrevivir la sequía. Evaluamos el efecto del tiempo en que germinaron las semillas y la tolerancia de las plántulas al estrés por déficit hídrico. Los experimentos se desarrollaron en condiciones de invernadero. Se evaluó la velocidad, la sincronización, el tiempo medio y la frecuencia de germinación en semillas. Se seleccionó una muestra de 18 plántulas de semillas que germinaron durante cinco meses para evaluar su tolerancia al estrés por déficit hídrico con diferente contenido relativo de agua en el suelo (CRWs) (100 %, 77 %, 15 %, 4 %, control). Se evaluó el área foliar, la actividad CAM, los pigmentos fotosintéticos, la conductancia estomática y la anatomía de los folíolos. La mayor frecuencia de germinación (71.72 %  $\pm$  0.93) se presentó al cuarto y quinto mes. Las plántulas del primer mes presentaron la mayor área foliar. La actividad CAM ( $\Delta H^+$ ) se presentó en todas las plántulas cuando el suelo alcanzó CRWs de 4 y 15 %. Las plántulas del cuarto y quinto mes alcanzaron el mayor valor de  $\Delta H^+ g^{-1} PF$ . La conductancia estomática de las plántulas del primero al cuarto mes mostró valores característicos de plantas  $C_3$  cuando el CRWs era 77-100 % y las plántulas del cuarto y quinto mes presentaron el cierre estomático parcial al mediodía. Las plántulas de cinco a siete meses antes de la sequía son más tolerantes al estrés hídrico debido a que presentan características xeromórficas y las de tres a cuatro meses antes tienen menor probabilidad de sobrevivir debido a que no presentan todas las características xeromórficas.

**ID\_553**

**Modalidad: presentación oral**

**Sesión OR6: FISIOLOGÍA Y ECOTOXICOLOGÍA**



## Captura de metales pesados en sustrato y plantas en una azotea verde extensiva

Fabiola VILLEGAS PÉREZ, Alfonso GARCÍA SÁMANO, Eréndira ARELLANO LEYVA y Margarita COLLAZO-ORTEGA

Laboratorio de Desarrollo en Plantas, Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México 04510, D.F., México

En ciudades densamente pobladas la vegetación ha sido reemplazada por construcciones sin un plan de manejo para aumentar y mantener las áreas verdes. Una estrategia para reestablecerlas son las azoteas verdes extensivas (AVE), que entre sus beneficios ecosistémicos está mitigar la contaminación atmosférica. Una AVE es una naturación que consiste en cubrir con plantas resistentes a la sequía y la alta temperatura la superficie de un techo, y que sólo requieren de un mantenimiento mínimo. El objetivo del presente trabajo fue identificar cuáles metales pesados (MP) y en qué concentraciones, se capturan Cd, Co, Cr, Mn, Ni, Pb y Zn en raíz, tallo y hoja de *Sedum rubrotinctum*, *S. dendroideum* y *S. morenense*, así como en el suelo adherido al rizoma y el circundante de las plantas de un AVE de 13 años de edad en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Distrito Federal, de la cual existen datos previos de retención de MP del agua de lluvia. La concentración de los MP inmediatamente disponibles fue: Mn > Zn > Pb > Co > Ni > Cd > Cr (45.40 mg kg<sup>-1</sup> en Mn y 0.023 mg kg<sup>-1</sup> en Cr); y la total: Mn > Cr > Zn > Pb > Ni > Co > Cd (573.65 mg kg<sup>-1</sup> en Mn y 0.682 mg kg<sup>-1</sup> en Cd). En los órganos de las plantas la concentración varía ampliamente; los de mayor concentración fueron Mn y Zn, al ser esenciales para el metabolismo de las plantas. En *S. dendroideum* el Ni se acumula en raíz y hojas, Zn y Mn en raíz, tallo y hojas, y Pb en la raíz; en *S. rubrotinctum* y *S. moranense* Co en hoja; Mn, Ni y Zn en raíz, tallo y hoja; y Pb en la raíz. Se concluye que la AVE tiene gran potencial para capturar MP y mitigar la contaminación atmosférica de la ciudad, por lo que se recomienda ampliamente la implementación de las AVE, particularmente en zonas de escasa vegetación.

**ID\_821**

**Modalidad: oral**

**Sesión OR6: FISIOLOGÍA Y ECOTOXICOLOGÍA**



## **Efecto del tamaño de la semilla sobre la tolerancia al estrés hídrico en un pastizal semiárido**

Marcela MARTÍNEZ-LÓPEZ y Carlos MARTORELL

Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510 México, D.F., México

El tamaño (peso) de la semilla tiene un efecto importante en la germinación y el establecimiento. Las especies de semillas con mayor peso tendrían ventajas sobre las especies de semillas con menor peso, principalmente en condiciones adversas (estrés hídrico). Algunos factores como el sombreado y la profundidad del suelo influyen en el grado de estrés hídrico que experimenta una planta. Las especies menos tolerantes al estrés hídrico se verían beneficiadas por estos factores. La hipótesis de que las especies de semilla grande tienen mayor tolerancia al estrés hídrico que las especies de semilla chica tiene evidencias contradictorias. Por ello, se realizó un experimento en laboratorio y otro en condiciones naturales, en un pastizal semiárido de la Mixteca Alta en Oaxaca. Se evaluó la germinación de 12 especies con semillas de diferente tamaño para ambos experimentos. Se determinó la tasa de supervivencia, crecimiento y reproducción de 12 especies a lo largo de un gradiente de estrés hídrico relacionado con la profundidad del suelo y el sombreado en condiciones naturales. Contrariamente a lo predicho por la teoría, la relación entre el peso de semilla y la tolerancia al estrés hídrico no es lineal. Hay un intervalo de estrés hídrico en el que las especies tienen un mejor desempeño a pesar del peso de la semilla. Las especies con semillas de menor tamaño son tolerantes a un intervalo de estrés hídrico, y la diferencia con respecto a las especies de semillas de mayor tamaño no es totalmente opuesta. El tamaño de la semilla confiere ventajas durante el establecimiento pero no determina la tolerancia al estrés hídrico de las especies.

**ID\_845**

**Modalidad: presentación oral**

**Sesión OR6: FISIOLOGÍA Y ECOTOXICOLOGÍA**