

ISSN: 2007-1167



PLANTA

Año 14, No. 25

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Diciembre 2018





# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN®

Una publicación de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Ing. Rogelio G. Garza Rivera  
**Rector**

Dr. Santos Guzmán López  
**Secretario General**

M.A. Emilia Edith Vásquez Farías  
**Secretario Académico**

Dr. Celso José Garza Acuña  
**Secretario de Extensión y Cultura**

Antonio Jesús Ramos Revillas  
**Director de Editorial Universitaria**

Dr. José Ignacio González Rojas  
**Director de la Facultad de Ciencias Biológicas**

Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez  
Dr. Sergio M. Salcedo Martínez  
Dr. Sergio Moreno Limón  
**Editores Responsables**

Dra. Alejandra Rocha Estrada  
**Editora Invitada**

Dr. Jorge Luis Hernández Piñero  
**Circulación y Difusión**

PLANTA, Año 14, Nº 25, Julio-Diciembre 2018. Es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Ciencias Biológicas. Domicilio de la publicación: Ave. Pedro de Alba y Manuel Barragán, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, C.P. 66451. Teléfono: + 52 81 83294110 ext. 6456. Fax: + 52 81 83294110 ext. 6456. Editores responsables: Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez, Dr. Sergio M. Salcedo Martínez y Dr. Sergio Moreno Limón. Reserva de derechos al uso exclusivo: 04-2015-091013075700-102. ISSN 2007-1167, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Licitud de título y contenido No. 14,926, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: En trámite. Impresa por: Imprenta Universitaria, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, C.P. 66455. Fecha de terminación de impresión: 21 de Diciembre de 2018, Tiraje: 500 ejemplares. Distribuido por: Universidad Autónoma de Nuevo León a través de la Facultad de Ciencias Biológicas. Domicilio de la publicación: Ave. Pedro de Alba y Manuel Barragán, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, C.P. 66455

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores.

Prohibida su reproducción total o parcial, en cualquier forma o medio, del contenido editorial de este número.

Impreso en México  
Todos los derechos reservados  
© Copyright 2018  
planta.fcb@gmail.com

## Contenido

<b>EDITORIAL</b>	3
<b>PERSONAJES</b>	
Gregor Johann Mendel	4
<b>BOTÁNICA APLICADA</b>	
Las plantas contra el cáncer	7
Las plantas en la medicina biológica anticáncer	11
<b>SOLO CIENCIA</b>	
Diversidad arbórea en el Parque Fundidora, Monterrey, Nuevo León, México	13
La Lagartija Pigmea ( <i>Gerrhonotus parvus</i> Knight & Scudday, 1985) entre las Rocas y la Vegetación	23
Lluvia de oro o sombrilla japonesa en Monterrey y su área metropolitana. ¡No es <i>Koelreuteria paniculata</i> , ni es de Japón!	32
<b>EL URBANITA VERDE</b>	
Azoteas verdes: Beneficios e impactos en el ambiente urbano	36
<b>TU ESPACIO</b>	
I.- ¿Cómo actúa el mecanismo de trampa de la planta carnívora <i>Nepenthes</i> respecto a sus presas?	48
II.- Mecanismos utilizados por los cactus para su supervivencia	53
<b>PARA REFLEXIONAR</b>	
La liebre y la tortuga	56

Imagen portada  
*Agave aff. tenuifolia* (Cerro de la Silla)  
Manuel Nevarez de los Reyes

## *¿El futuro es sostenible?*

**S**iguendo con el tema iniciado en el número anterior (Cuando el destino nos alcance), es importante y apremiante de manera particular y colectiva preguntarnos ¿Es sostenible el futuro de la humanidad?, nuestras acciones y forma de vida están encaminadas al desarrollo sostenible?...

Para responder estas preguntas, es importante entender el desarrollo sostenible como “el Proceso mediante el cual se satisfacen las necesidades económicas, sociales, de diversidad cultural y de un medio ambiente sano de la actual generación, sin poner en riesgo la satisfacción de las mismas a las generaciones futuras” (Declaración de Johannesburgo, 2002). No confundir con el desarrollo sustentable, el cual está enfocado básicamente a los recursos naturales y que aparece por primera vez en la literatura en la Declaración de Estocolmo (1972) significando que es un “proceso por el cual se preservan los recursos naturales en beneficio de las generaciones presentes y futuras”.

Al respecto, cada vez más son los autores que sostienen que No, por ejemplo, Mansilla (2006) afirma que “A comienzos del siglo XXI se puede aseverar que en América Latina el llamado desarrollo sostenible es improbable” y ahonda más en el tema al indicar que “los movimientos sociales se pliegan a lo esencial de la teoría del desarrollo sostenible. Sin una conciencia clara de la temática, se guían por los siguientes principios, a los que consideran verdades indubitables: (a) el crecimiento económico no tiene límites fijos; (b) la explosión demográfica y los desarreglos ecológicos no significan amenazas; (c) es posible y deseable un crecimiento integral que no cese nunca; (d) el ingreso per capita de la población debe elevarse sin término; y (e) los servicios educativos y de salud deben crecer también de modo indefinido”.

Por otra parte, Gamband (2012) en su libro “El mito del desarrollo sustentable”, nos dice que cada habitante de la tierra consume en promedio doscientas veces más la cantidad de recursos naturales que consumía el humano promedio hace solo 100 años y si a eso le añadimos que

la población se ha duplicado en menos de 40 años para alcanzar cerca de 8,000 millones de habitantes en la actualidad. Por lo anterior, no es difícil deducir el enorme impacto que ejerce esta población sobre los sistemas de soporte de la tierra.

No menos impactantes son las predicciones del Físico teórico Stephen Hawkin, quien antes de morir afirmó que debido al incremento constante de la población mundial y el abusivo consumo de recursos y energía al que en conjunto estamos sometiendo a nuestro planeta, en 600 años la Tierra podría convertirse en una “bola de fuego chisporroteante”, tal vez no en sentido literal, sino que probablemente hacía una referencia al cambio climático. Por lo que su recomendación era que debemos buscar un nuevo hogar, si queremos sobrevivir como especie. Hawking sostenía que nuestra mejor opción quizá, se encuentre en el sistema Rikel Centaurus, más conocido como Alfa Centauri, y el más próximo a nuestro sistema solar.

Como podemos ver, de acuerdo a la opinión de estos autores, el futuro de la humanidad no es nada alentador. Sin embargo, no podemos quedarnos cruzados de brazos, debemos informarnos y concientizar a la población, pero de una manera realista, donde no basta con usar focos ahorradores de energía, ahorrar un poco de agua y reciclar algo de basura, porque aunque todos en el planeta hiciéramos eso, solo sería una aspirina para un planeta enfermo; se requieren soluciones más radicales, cambios en los paradigmas económicos, políticos, de uso, aprovechamiento y conservación de los recursos naturales, de la estructura de las ciudades, de nuestros hábitos de consumo. También empatía y solidaridad hacia nuestros semejantes en cualquier parte del planeta, entendiendo que lo que le pase a cualquier pueblo menos resiliente, eventualmente nos pasará también a nosotros, recordemos que:

***“Todos compartimos este planeta y compartiremos su destino, sin distinciones de razas, credos, situación geográfica o riqueza económica”***

## GREGOR JOHANN MENDEL “El Monje que descubrió las leyes de la Herencia”

*Las investigaciones y experimentos de Mendel establecieron las bases de la genética moderna. Mendel acuñó también una terminología propia de esta disciplina que sigue vigente hasta nuestros días*

**J**ohann Mendel nació el 20 de julio de 1822, en la comunidad rural Heinzendorf bei Odrau, en el antiguo Imperio Austríaco, actualmente República Checa. Era hijo de campesinos con pocos recursos económicos, por lo que Mendel pasó la infancia trabajando en una granja.

Mendel fue un maestro, aprendiz de por vida, científico y hombre de fe. Sería justo decir que Mendel tenía mucha determinación, perseveró a través de circunstancias difíciles para hacer algunas de las contribuciones más importantes en la biología.

Estudió en el instituto filosófico de Olomouc, donde desde temprana edad mostró grandes habilidades académicas, lo cual no pasó desapercibido por el cura local y a pesar de los deseos de su familia de continuar en la granja familiar. Mendel inició su formación teológica en 1843, en el monasterio agustino de Königskloster, cercano a Brünn, donde tomó el nombre de Gregor y fue ordenado sacerdote en 1847.



Figura 1. Gregor Mendel

En 1850, a los 28 años, falló en los exámenes que lo habrían calificado como maestro de educación preparatoria. Por lo cual y a fin de prepararse mejor en 1851 ingresó a la Universidad de Viena para continuar sus estudios. Allí se formó bajo el acompañamiento del físico austriaco Christian Doppler y el físico-matemático Andreas von Ettingshausen. Posteriormente estudió anatomía y fisiología de las plantas, y se especializó en el uso de microscopio.

pio bajo la tutoría del botánico Franz Unger, que era un experto en teoría celular y apoyaba el desarrollo de una teoría pre-darwiniana de la evolución, lo que influyó de manera importante en la formación del joven estudiante. Al finalizar se doctoró en Matemáticas y Ciencias (Física, Química y Biología).

A pesar de haber vivido en la misma época que Darwin y haber leído alguno de sus textos, no existe evidencia de que hubiera intercambio directo entre Mendel y Darwin y sus profesores.

En 1854 Mendel se convirtió en profesor suplente de la Real Escuela de Brünn, donde enseñó durante 16 años.

En el monasterio Mendel se vio muy pronto motivado por la investigación de la naturaleza, lo que le llevó al estudio de distintas especies de plantas, pero también al área de la meteorología y distintas teorías de la evolución.

En 1856, a los 34 años, intentó nuevamente calificar como profesor de educación preparatoria, sin embargo, debido a una enfermedad no pudo completar los exámenes. Fue en ese mismo año cuando inicia sus estudios sobre la herencia en plantas.

Entre otras cosas descubrió que las distintas variedades de guisantes tienen propiedades particulares intrínsecas que, al mezclarse, producen eventualmente nuevas especies de plantas como unidades independientes.

Para lograr esto, se embarcó en un estudio sistemático de ocho años de duración de guisantes comestibles, que registra individualmente y con cuidado los rasgos mostrados por cada planta en generaciones sucesivas.

Su trabajo involucró el crecimiento y el registro de los rasgos en unas 30,000 plantas.

Una de las claves de su éxito fue que cultivó variedades de guisantes estrechamente relacionadas que diferirían solo en un pequeño número de rasgos.

Mendel presentó sus trabajos en las reuniones de la Sociedad de Historia Natural de Brünn (Brno), el 8 de febrero y el 8 de marzo de 1865, publicándolos posteriormente como Experimentos sobre híbridos de plantas en 1866 en las actas de la sociedad, pero sus resultados fueron ignorados por completo.

En sus trabajos sobre los guisantes denominó «caracteres» a las características fenotípicas (aparición externa). Usó el nombre de «elemento» para referirse a las entidades hereditarias separadas. Su mérito radica en darse cuenta de que sus experimentos (variedades de guisantes) siempre ocurrían en variantes con proporciones numéricas simples.

Los «elementos» y «caracteres» han recibido posteriormente varios nombres, pero hoy los conocemos de forma universal por el que sugirió en 1909 el biólogo danés Wilhem Ludwig Johannsen, genes.

Siendo más exactos, las versiones diferentes de genes responsables de un fenotipo particular, se llaman alelos. Los guisantes verdes y amarillos corresponden a distintos alelos del gen responsable del color.

En 1865, todavía interesado en la ciencia, funda la sociedad Austriaca de Meteorología. De hecho, durante su vida publicó más artículos sobre meteorología que sobre Biología.

En 1868 fue nombrado Abad del monasterio, a raíz de lo cual abandonó de forma definitiva la investigación científica y se dedicó en exclusiva a las tareas propias de su función.

Un aspecto no muy conocido de la vida de Mendel es que se dedicó durante los últimos 10 años de su vida a la apicultura. Mendel reconoció que las abejas resultaron un modelo de investigación frustrante. Los historiadores aseguran que probablemente los experimentos realizados con abejas fueran guiados para confirmar la teoría de la herencia.

Cuando Mendel falleció el 6 de enero de 1884 a causa de una nefritis crónica, en el convento de Brunn se valoraron sus méritos de abad y de pedagogo, pero nadie se dio cuenta del alcance de sus experimentos con los híbridos vegetales que le permitieron formular las leyes de la herencia.

Tuvieron que transcurrir más de treinta años para que sus trabajos fueran reconocidos y entendidos. Hugo de Vries, botánico holandés, junto a Carl Correns y



Figura 2. Gregor Mendel (De pie al lado derecho de la imagen) con otros religiosos alrededor de 1860 en el monasterio de Brunn

Erich von Tschermak, redescubren las leyes de Mendel por separado en el año 1900.

Sus estudios sentaron las bases para el descubrimiento de la actividad hereditaria de genes, cromosomas y la división celular, que fueron posteriormente conocidas como las leyes de Mendel. Estas leyes enuncian lo siguiente:

- La herencia de cada rasgo está determinada por algo (que ahora llamamos genes) que se pasa de padres a hijos sin cambios. En otras palabras, los genes de los padres no se "mezclan" en la descendencia.
- Para cada rasgo, un organismo hereda un gen de cada padre.
- Aunque un rasgo puede no aparecer en un individuo, el gen que puede causar el rasgo todavía está allí, por lo que el rasgo puede aparecer nuevamente en una generación futura.

## LAS PLANTAS CONTRA EL CÁNCER

I.M. Montero-Pérez, J.E. Anguiano-Pérez, M. Guerrero-Olazarán, J.M. Viader-Salvadó, L.J. Galán-Wong, M.A. Guzmán-Lucio, J.A. Gallegos-López\*

Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León  
\*juan.gallegoslp@uanl.edu.mx

### Introducción

El cáncer es una enfermedad que afecta a aproximadamente al 40% de la población global a pesar de los avances en el tratamiento y diagnóstico de la enfermedad. Existen diferentes plantas que producen metabolitos con propiedades anticarcinogénicas. Estos compuestos son la base de muchos fármacos, que se emplean contra el cáncer, tal como veremos con algunos ejemplos a continuación.

### *Catharanthus roseus* (Vinca o Teresita)

Es una hierba anual, leñosa en su base y muy ramificada, que puede alcanzar hasta 80 cm de altura (Figura 1), Originaria de Madagascar y comúnmente cultivada en Cuba (Acosta y Rodríguez, 2002). Produce alcaloides que se utilizan para tratar una gran variedad de cánceres debido a su capacidad para perturbar la dinámica de los microtúbulos de la célula. Por esta razón esta planta se emplea en la producción industrial de dos derivados semisintéticos la vinblastina (Figura 2) y vincristina (Figura 3), se introdujeron por primera vez en la década de 1960 y han



Figura 1. *Catharanthus roseus*

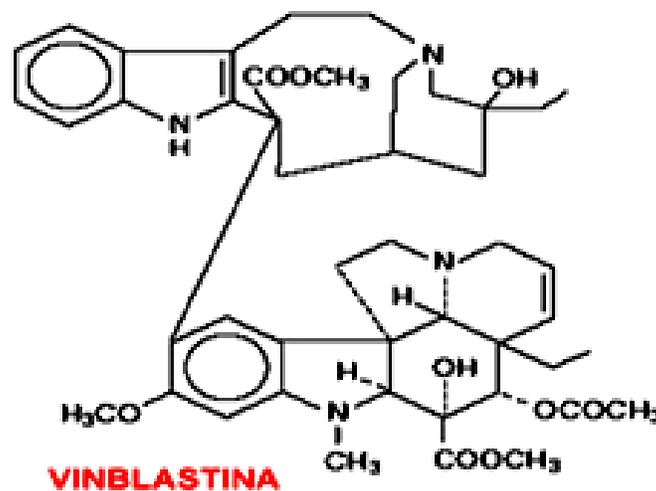


Figura 2. Estructura química de la vinblastina

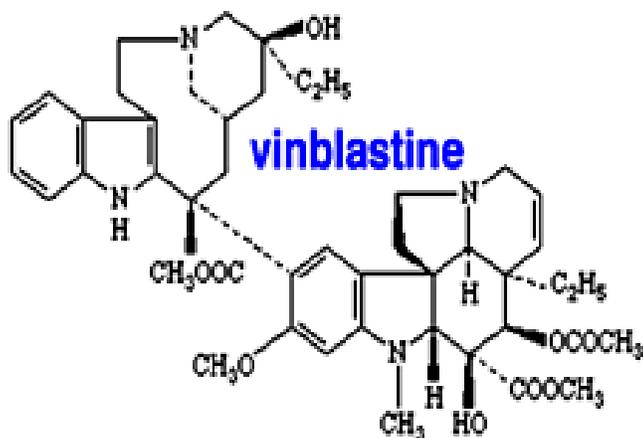


Figura 3. Estructura química de la vincristina

contribuido a remisiones a largo plazo y curas para cáncer en leucemia infantil, teratoma testicular, enfermedad de Hodgkin y muchos otros tipos de cáncer. La vincristina induce apoptosis en las células. Las células en G1 son particularmente susceptibles a la perturbación de los microtúbulos en interfase (Kothari *et al.*, 2016). Varios análogos estructurales también están en uso clínico, y los más notables de ellos son la vinorelbina y vindesina (Mann, 2002).

### ***Taxus canadensis* (Tejo)**

*Taxus canadensis* es un arbusto de hoja perenne distribuida en el noreste de Canadá (Figura 4) (Hou *et al.*, 2014). El género *Taxus* se encuentra ampliamente distribuido en las regiones de clima templado y frío en el hemisferio norte del mundo. *Taxus spp.* es rica en el diterpeno taxano. Éste pseudo alcaloide fue aislado por primera vez en cantidades diminutas de la corteza del tejo del Pacífico (*Taxus brevifolia Nutt.*). Se encontró que este compuesto tiene una potente actividad antitumoral debido a que las células tratadas con paclitaxel (taxol) sufren disfunción



Figura 4. Planta de Tejo (*Taxus canadensis*)

en el ensamblaje (polimerización) y estabilización de los microtúbulos de las células.

El primer miembro de este grupo de compuestos aislado en forma pura es la taxina A. Estructuralmente, los taxoides básicos están compuestos de un esqueleto diterpeno y una cadena lateral de alcaloide (Figura 5). Actualmente el Taxol es uno de los medicamentos más importantes contra el cáncer de ovario y de mama. Así mismo ha mostrado actividad contra el cáncer de cuello, de pulmón, gastrointestinal y de vejiga (Gorai *et al.*, 2016).



Figura 5. Forma esquelética del compuesto químico Taxol

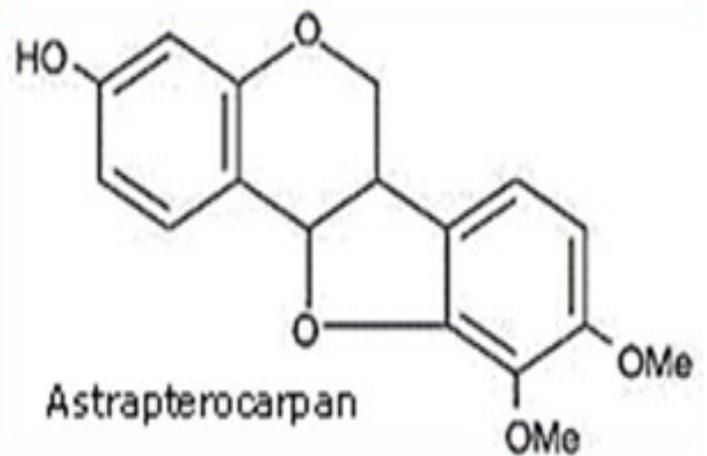
### ***Astragalus* spp. (Astrágalo)**

*Astragalus* es el género más grande en la familia Leguminosae (Fabaceae) y uno de los más grandes géneros de plantas vasculares en la Tierra (Figura 6). Sus principales constituyentes activos son los flavonoides (Figura 7), los cuales poseen actividades biológicas tales como antialérgico, antiinflamatorio, antiviral, antioxidante y anticarcinogénica. Muchos flavonoides, como las fitoalexinas, proporcionan defensa a las plantas contra las infecciones virales. La acción estrogénica de muchas isoflavonas es bien conocida y se utilizan comúnmente para reducir la fragilidad capilar (Gorai *et al.*, 2016).

Los flavonoides totales de *Astragalus* (TFA) tienen un efecto inhibitorio significativo sobre el carcinoma hepatocelular humano de células BEL-7402 in vitro. Los TFA y la calycosina pueden reducir notablemente la expresión de la ciclina D1 (proteína importante para la regulación del ciclo celular y un sensor para las señales de crecimiento extracelular), que probable-



**Figura 6. Detalle de la planta de Astrágalo**



**Figura 7. Estructura química de un flavonoide de la planta *Astragalus* sp.**

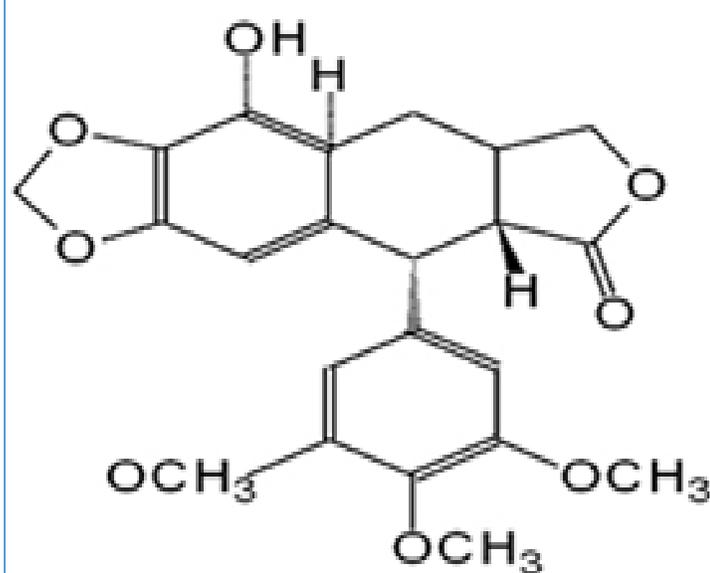
mente está relacionado con los efectos de los TFA y calycosina en la supresión de la propagación de células K562 y el paro de células en fase G0/G1 (Zhang *et al.*, 2012).

### **Podofilotoxinas (*Podophyllum*)**

La planta *Podophyllum* (Figura 8) produce un compuesto llamado podofilotoxina el cual es un lignano (Figura 9). Este compuesto y sus derivados son de gran importancia como fármacos antineoplásicos y agentes antivirales debido a las actividades biológicas que presentan. La podofilotoxina y sus derivados se utilizan actualmente en la quimioterapia de varios tipos de cáncer, incluyendo el carcinoma cervical, osteosarcoma, carcinoma nasofaríngeo, cáncer de colon, cáncer de mama, cáncer de próstata, carcinoma testicular, cáncer de pulmón, cáncer de células pequeñas y el linfoma. Se ha demostrado que la podofilotoxina induce la apoptosis en la línea celular SGC-7901 GC humana a través de la vía mitocondrial.



Figura 8. Ejemplar de la planta *Podophyllum* sp.



**PODOFILOTOXINA**

Figura 8. Ejemplar de la planta *Podophyllum* sp.

### Conclusión

En diferentes regiones del mundo existen plantas que aún no han sido estudiadas. Estas plantas podrían producir metabolitos con actividad antineoplásica. La identificación de nuevos fármacos a partir de

dichas plantas, podría representar nuevas armas en la lucha contra el cáncer.

### Referencias

Acosta de la Luz, L., y Rodríguez Ferradá, C. 2002. Instructivo técnico para el cultivo de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. Vicaria. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 7(2): 96-109.

Costa, M., Hilliou, F., Duarte, P., Pereira, L., Almeida, I., Leech, M., Memelink, J., Barceló, A., and Sottomayor, M. 2008. Molecular Cloning and Characterization of a Vacuolar Class III Peroxidase Involved in the Metabolism of Anticancer Alkaloids in *Catharanthus roseus*. *Plant Physiology*, 146(2): 403-417.

Gorai, D., Jash, S. K., and Roy, R. 2016. Flavonoids from *Astragalus* genus. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 7(7): 2732-2747.

Hou, S., Ni, Z., Ren, T., Dong, Z., Dong, M., Gu, Y., Yang, J. and Shi, Q. 2014. MALDI-MS of Pseudo-Alkaloid Taxanes from *Taxus canadensis*. *Chemistry of natural compounds*, 50(6): 1050-1055.

Kothari, A., Hittelman, W. N., and Chambers, T.C. 2016. Cell cycle-dependent mechanisms underlie vincristine-induced death of primary acute lymphoblastic leukemia cells. *Cancer research*, canres-2104.

Mann, J. 2002. Natural products in cancer chemotherapy: past, present and future. *Nature Reviews Cancer*, 2(2): 143-148.

Zhang, D., Zhuang, Y., Pan, J., Wang, H., Li, H., Yu, Y., and Wang, D. 2012. Investigation of effects and mechanisms of total flavonoids of *Astragalus* and calycosin on human erythroleukemia cells. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 209843

## LAS PLANTAS EN LA MEDICINA BIOLÓGICA ANTICANCER

M.A. Valdez-Marroquín

Empresa Bioalcel  
mvaldes70@hotmail.com

La Medicina Biológica es un conjunto de terapias y enfoques clínicos incluyentes e integrativos que se basan en cuatro pilares principales que son; la herbolaria, nutrición aminocídica, TCA y la alimentación, que se utilizan en conjunto para combatir un amplio grupo de enfermedades dentro de las que se encuentran, enfermedades metabólicas, autoinmunes, infecciosas, crónico degenerativas y cáncer, entre otras.

Por una parte, el cáncer el cual es un grupo de enfermedades que se caracteriza por el crecimiento anormal y excesivo en el número de células de un tejido, que tiene entre sus características distintivas, la resistencia a la muerte celular, evasión del sistema inmune, inducción de angiogénesis, invasión y metástasis entre otros.

Estas características le proveen a la célula cancerosa un gran arsenal con el cual logran evadir los efectos de la mayoría los tratamientos de primera línea, es por esto que la mayoría de la investigación actual se encuentra concentrada en la búsqueda de nuevas terapias integrativas, como la Medicina Biológica que no solo busquen inducir un daño a la célula cancerosa, sino que también restauren la homeostasis del organismo con el fin de que este pueda lograr combatir a las células cancerosas.

La herbolaria ha sido un pilar en el tratamiento de enfermedades a lo largo de la historia (Mi-Kyoung Usted *et al.*, 2016), así como también es uno de los cuatro pilares de la Medicina Biológica Mexicana, la cual se basa en el uso de un diverso grupo de biomoléculas con actividad biológica importante en dife-

rentes procesos fisiológicos, cuyos efectos han sido reportados y validados por investigadores de diferentes partes del mundo.

Algunas de las plantas utilizadas para extraer estas biomoléculas, se describen a continuación.

*Eriobotrya japonica* (Nisgar®), se ha demostrado que los extractos de níspero pueden suprimir la invasión y migración de células de cáncer de mama (Mi-Kyoung *et al.*, 2016), por otra parte, también se demostró una fuerte citotoxicidad de extractos de níspero en líneas celulares de cáncer de mama con receptor de estrógeno negativo (MDA-MB-231), cáncer cervicouterino (HeLa) y carcinoma pulmonar (A549) (Kang *et al.*, 2006).

*Larrea tridentata* (Gobgar®), se ha demostrado que el ácido nordihidroguayarático (NDGA) suprime la expresión de una proteína llamada NRP1 generalmente relacionada con la agresividad tumoral y con un mal pronóstico en diferentes tipos de cáncer como cáncer de mama, próstata, páncreas, colon y riñón, ya que esta regula múltiples procesos celulares implicados en la progresión tumoral, incluida la proliferación celular, migración, invasión, adhesión e incluso la sensibilidad de las células tumorales a quimioterapia y radioterapia. Por lo cual los resultados indican el posible valor de aplicación de NDGA en terapias contra el cáncer dirigidas a NRP1 en tipos de tumores seleccionados con sobreexpresión de NRP1 (Xin Li *et al.*, 2016).

*Annona muricata* (Maregar®), sus extractos han sido reportados con una actividad antiproliferativa *in vi-*

tro, en leucemia mieloide aguda, induciendo citotoxicidad por estrés oxidativo y pérdida de la membrana mitocondrial, daño nuclear y arresto en la fase G1 del ciclo (Pieme, 2014); así como diferentes estudios *in vivo* e *in vitro* en un modelo de cáncer de mama, demostraron la inhibición de la metástasis, así como la regulación del sistema inmune (Najmuddin *et al.*, 2016).

Extractos de *Viscum album* (Muergar®), ricos en lectinas y viscotoxinas han sido reportados con función inmunomoduladora al estimular la secreción de interleucinas 2,6 y 12 y TNF- (Hajto *et al.*, 1998; Ribereau-Gayon *et al.*, 1996). Además, al administrar extractos de *Viscum album* en conjunto con tratamientos de primera línea en pacientes con cáncer, han sido reportada la mejora del bienestar del paciente, reduciendo las reacciones adversas de las quimioterapias (Büssing *et al.*, 2012; Kienle y Kiene, 2010).

Por otra parte, dentro de los pilares de la Medicina Biológica Mexicana para el tratamiento de enfermedades también se encuentra la nutrición aminocídica con productos como Bamlet®, una oleoproteína que destruye más de 40 tipos de cáncer por apoptosis. De manera general, esta oleoproteína pasa a través de la membrana celular, llega al lisosoma y provoca la muerte de la célula tumoral, esta es específica para células tumorales y no daña células normales. Bamlet es un producto que por sí solo incrementa la posibilidad de éxito en el tratamiento de cáncer, sin embargo, se ha logrado incrementar su efectividad al combinarlo de manera sinérgica con otros tratamientos de medicina biológica logrando tasas de supervivencia más altas o incluso curaciones definitivas en algunos casos de cáncer en etapa 4 y con pronóstico reservado.

El uso en conjunto de los pilares de la Medicina Biológica Mexicana podría tener un efecto sinérgico en el tratamiento de enfermedades como el cáncer, debido a los múltiples efectos que pueden desencadenarse en el organismo. Estos efectos incluyen no solo el daño directo de las células cancerosas, sino tam-

bién la regulación de la expresión de proteínas relacionadas con la agresividad tumoral, eliminando la capacidad de angiogénesis y metástasis, entre otras, con el fin de recuperar la homeostasis del organismo.

Por otra parte, es importante destacar que las estrategias utilizadas por la Medicina Biológica Mexicana al parecer no presentan efectos adversos en los pacientes, por lo que no comprometen el estado de los pacientes, como la mayoría de las quimioterapias.

Sin embargo, es importante y urgente realizar estudios sistemáticos de su uso para evidenciar su efectividad en el tratamiento de diversas enfermedades.

## Referencias

- Büssing, A., Raak, C., Ostermann, T. 2012. Quality of life and related dimensions in cancer patients treated with mistletoe extract (Iscaidor): a meta-analysis. eCAM
- Hajto, T., Hostanska, K., Weber, K., Zinke, H., Fischer, J., Mengs, U., Lentzen, H., Saller, R. 1998. Effect of a recombinant lectin, *Viscum album* agglutinin on the secretion of interleukin-12 in cultured human peripheral blood mononuclear cells and on NK-cell mediated cytotoxicity of rat splenocytes *in vitro* and *in vivo*. *Natural Immun.* 16: 34–46
- Kang SC, Lee CM, Choi H, Lee JH, Oh JS, Kwak JH, Zee OP. 2006. Evaluation of oriental medicinal herbs for estrogenic and antiproliferative activities. *Phytother Res.* 20(11):1017-9.
- Kienle, G.S., Kiene, H. 2010. Review article: influence of *Viscum album* L (European mistletoe) extracts on quality of life in cancer patients: a systematic review of controlled clinical studies. *Integr. Cancer Ther.* 9: 142–157.
- Najmuddin, S.U.F. et al 2016. Anti-cancer effect of *Annona muricata* Linn Leaves Crude Extract (AMCE) on breast cancer cell line. *BMC Complement Altern Med.* 16 (1) 311.
- Mi-Kyoung You,1 Min-Sook Kim,2 Kyu-Shik Jeong,3 Eun Kim,4 Yong-Jae Kim,4 and Hyeon-A Kim. 2016. Loquat (*Eriobotrya japonica*) leaf extract inhibits the growth of MDA-MB-231 tumors in nude mouse xenografts and invasion of MDA-MB-231 cells. *Nutrition Research and Practice* 10(2): 139–147.
- Pieme CA, Santosh KG, Ambassa P, Suresh K, Ngameni B, Ngogang YJ, Bhushan S, Saxena AK. 2013. Induction of mitochondrial dependent apoptosis and cell cycle arrest in human promyelocytic leukemia HL-60 cells by an extract from *Dorstenia psilurus*: a spice from Cameroon. *BMC Compl Alternat Med.* 13: 1-9.
- Ribereau-Gayon, G., Dumont, S., Muller, C., Jung, M.L., Poindron, P., Anton, R. 1996. Mistletoe lectins I, II and III induce the production of cytokines by cultured human monocytes. *Cancer Lett.* 109: 33–38.
- Xin Li, Shengjun Fan, Xueyang Pan, Yilixiati Xiaokaiti, Jianhui Duan, Yundi Shi, Yan Pan, Lu Tie, Xin Wang, Yuhua Li, and Xuejun Li. 2016. Nordihydroguaiaretic acid impairs prostate cancer cell migration and tumor metastasis by suppressing neuropilin Oncotarget.7(52): 86225–86238.

## DIVERSIDAD ARBÓREA EN EL PARQUE FUNDIDORA, MONTERREY, NUEVO LEÓN, MÉXICO

A. Rocha-Estrada\*, M.A. Alvarado-Vázquez, Á.E. Castro-García y M.A. Guzmán-Lucio

Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Ciudad Universitaria 66455, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México

\*alejandra.rochaes@uanl.edu.mx

### Resumen

El Parque Fundidora es una de las pocas áreas verdes ubicado en el municipio de Monterrey, cuyo propósito principal es de recreación, por lo que es muy visitado por las familias para realizar diversas actividades, entre las cuales están paseo en bicicleta, visitas a los museos, entre otras. Por lo que es importante conocer que especies de árboles encontramos ahí. Por este motivo el área del parque se dividió en 10 sitios, la Casa de los Loros-Embarcadero Santa Lucia, Paseo de la Mujer-Boulevard Acero, Oficinas Generales de Fundidora-Hotel Holiday Inn, Horno 3-Mirador “Los Hornos”, Plaza Maquinaria-Pabellón Carpintería, Plaza Forum-Auditorio Banamex, Lago de Aceración, Escuela Adolfo Prieto-Centro de Exposiciones Fundidora, Auditorio Adolfo Prieto-Parque Acero de Béisbol y Cintermex-Arena Monterrey-Estacionamientos. Se visitaron los sitios y se encontró un total de 54 géneros de árboles, 69 especies incluidas en 29 familias. Las especies de *Quercus polymorpha*, *Q. virginiana*, *Q. fusiformis*, *Q. vaseyana*, *Q. shumardii*, pertenecientes a la familia Fagaceae, *Fraxinus americana* y *F. berlandieriana* (Oleaceae) están presentes en la mayoría de los sitios del Parque Fundidora. En el sitio 1 que corresponde a la Casa de los Loros-Embarcadero Santa Lucia se identificaron 33 géneros, 44 especies pertenecientes a 22 familias, lo cual representan el 64% del total de las registradas en el Parque Fundidora. Con respecto al origen se encontró que el 33% son plantas nativas y el 67% introducidas. En lo que respecta a la similitud entre los sitios se encontró que los sitios 4 y 6 presentan similitud entre ellos, y lo mismo para los sitios 8 y 9, con respecto a las especies registradas en esos sitios.

**Palabras clave:** árboles, Monterrey, Parque Fundidora

### Introducción

Debido al gran crecimiento demográfico y los altos índices de migración a las zonas urbanas, el área conurbada del municipio de Monterrey y su área metropolitana han crecido exponencialmente. Las áreas verdes urbanas son insuficientes, carentes de manejo y planeación, ya que en ocasiones los “vecinos” de dichas áreas son los encargados de plantar diversas especies y generalmente sin ninguna asesoría, por lo que plantan especies inadecuadas en lugares inadecuados.

La conservación de las áreas con vegetación puede mejorar la calidad de vida de los habitantes a través de la creación de sitios de esparcimiento, al mejorar con las especies de plantas la calidad del aire, al ser un sitio de conservación o proveedor de hábitat de especies de flora y fauna silvestre, etc.

Al hacer un análisis de los beneficios que otorgan estas áreas, resalta la importancia de contar con un plan de manejo fundamentado en la Dasonomía urbana. Los árboles hacen más funcional la arquitectura urbana, ya que permiten una mejor definición de los espacios, rompen con la monotonía del paisaje, dan sensación de profundidad, crean ambientes aislados y tranquilos, protegen y constituyen focos de atracción visual gracias a sus múltiples formas, volúmenes, sombras y colores.

Es de gran importancia para cualquier ciudad el conocimiento, la planeación y manejo de los espacios arbolados en las áreas urbanas, estos comprenden desde las barrancas dentro de la ciudad, así como

los parques naturales, los jardines públicos y privados, los parques recreativos como el Parque Fundidora, los camellones y los árboles de las banquetas, las cuáles demandan una atención técnica y planificada para su manejo con el propósito de cumplir con los aspectos de bienestar ambiental y social que estas áreas verdes generan.

La Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S.A, ahora conocida como Parque Fundidora, es uno de los pocos lugares con más área verde en el municipio de Monterrey, N.L. Su amplio espacio alberga una diversidad considerable de especies vegetales de estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos. No existen estudios formales acerca de las especies vegetales en las áreas verdes del Parque Fundidora, tampoco se sabe el origen de los elementos arbóreos en el lugar, por lo que en éste estudio se pretende realizar un análisis cualitativo principalmente de las especies de estrato arbóreo.

## Material y métodos

### Área de estudio

El Parque Fundidora, es un parque público localizado al oriente del centro de Monterrey, Nuevo León. Se encuentra en los terrenos que ocupó la compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey de 1900 a 1986; con una extensión de aproximadamente 231 ha y situado en las coordenadas 25°40' 38.45" N, 100°17'6.78" W (UTM 2840580 371022 14R). El parque se localiza en la antigua Colonia Obrera de Monterrey, limita al sur con la Avenida Constitución, al norte con Avenida Madero, al oriente con la Avenida Antonio I. Villarreal y al poniente con Avenida Fundidora.

### Muestreo y colecta del material vegetal

El muestreo, colecta e identificación de las especies arbóreas se realizó en los diferentes sitios que integran el Parque Fundidora mediante un muestreo estratificado, para lo cual el parque se dividió en 10 sitios, estos se enumeraron considerando los primeros sitios como los más densos en vegetación o arbolado, y el resto los menos densos o con muy poca

población de árboles. En estos sitios se colectó e identificó los elementos arbóreos y se compararon las especies encontradas entre los sitios del parque (Figura 1).

Los sitios muestreados corresponden a:

- \* Casa de los Loros-Embarcadero Santa Lucia
- \* Paseo de la Mujer-Boulevard Acero
- \* Oficinas Generales de Fundidora-Hotel Holiday Inn
- \* Horno 3-Mirador "Los Hornos"
- \* Plaza Maquinaria-Pabellón Carpintería
- \* Plaza Forum-Auditorio Banamex
- \* Lago de Aceración
- \* Escuela Adolfo Prieto-Centro de Exposiciones Fundidora
- \* Auditorio Adolfo Prieto-Parque Acero de Béisbol
- \* Estacionamientos Cintermex-Arena Monterrey

En cuanto a su identificación, cuando los ejemplares no pudieron ser identificados en el sitio, se tomó muestra de hojas, flores, frutos y fotografías, y se llevó al Laboratorio de Anatomía y Fisiología Vegetal. La identificación se realizó considerando a Bailey (1949), Correll y Johnston (1970), López Lillo y Sánchez de Lorenzo Cáceres (2006), Encina Domínguez y Villarreal Quintanilla (2007).

### Similitud entre sitios

Para la similitud entre los sitios se utilizaron los índices cualitativos de Sorensen y Jaccard de acuerdo a las siguientes ecuaciones (Gurevitch *et al.*, 2002).

$$\text{Índice de Jaccard} \quad S_j = a/a + b + c$$

$$\text{Índice de Sorensen} \quad SSD = 2a/2a + 2a + b + c$$

Dónde:

a = número de especies en ambos sitios

b = número de especies en el segundo sitio solamente

c = número de especies en el primer sitio solamente

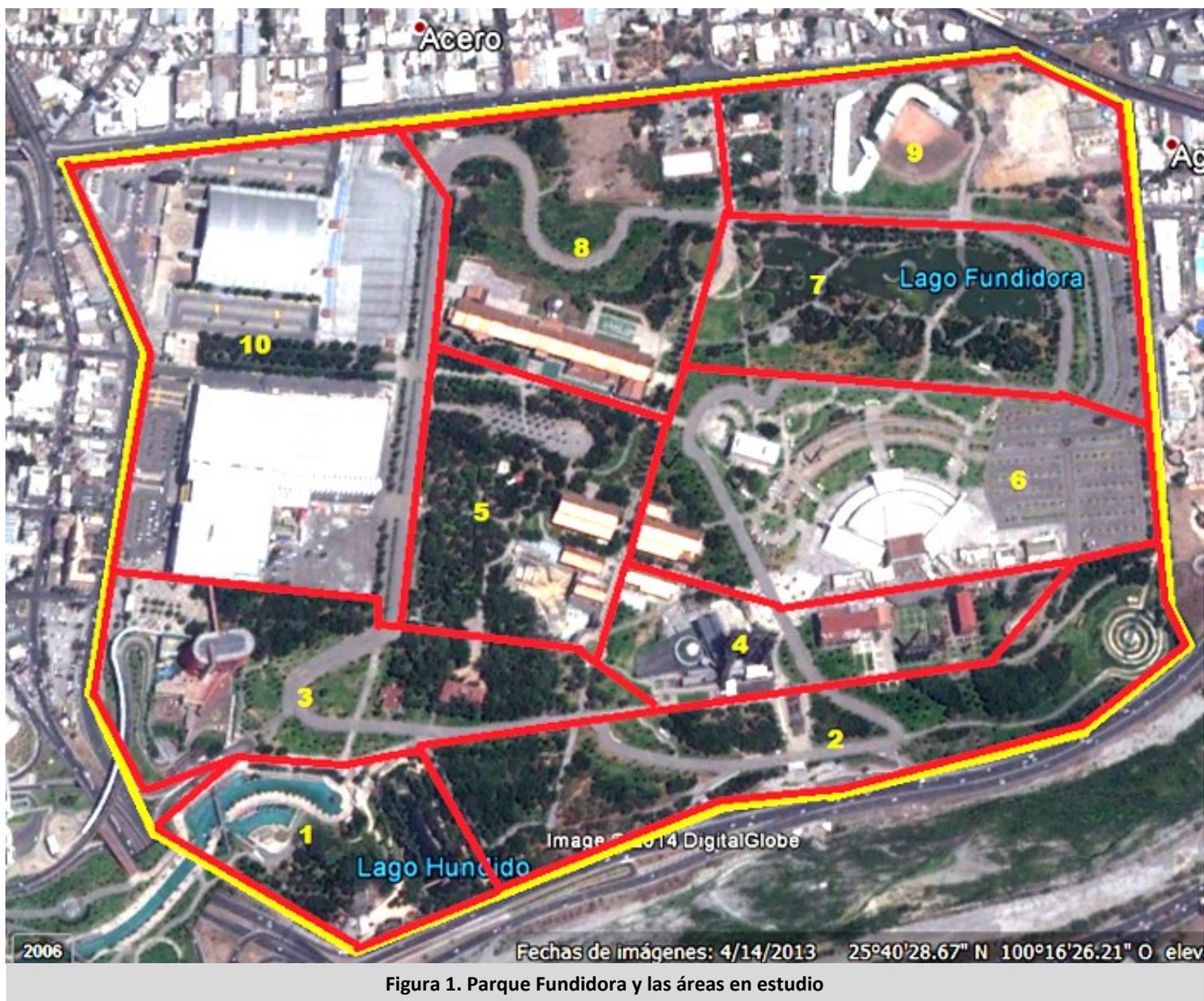


Figura 1. Parque Fundidora y las áreas en estudio

## Resultados y Discusión

Se encontró para el Parque Fundidora un total de 54 géneros de estrato arbóreo y 69 especies incluidas en 29 familias. Las especies *Quercus polymorpha*, *Q. virginiana*, *Q. fusiformis*, *Q. vaseyana*, *Q. shumardii*, pertenecientes a la familia Fagaceae, *Fraxinus americana* y *F. berlandieriana* (Oleaceae) están presentes en la mayoría de los sitios del Parque Fundidora (Cuadro 1, Figura 2). Por su parte Rocha Estrada *et al.* (1998), estudiaron las especies vegetales que son utilizadas con fines ornamentales en el área metropolitana de Monterrey, encontrando a *Fraxinus sp*, *Ligustrum lucidum* y *Melia azeda-*

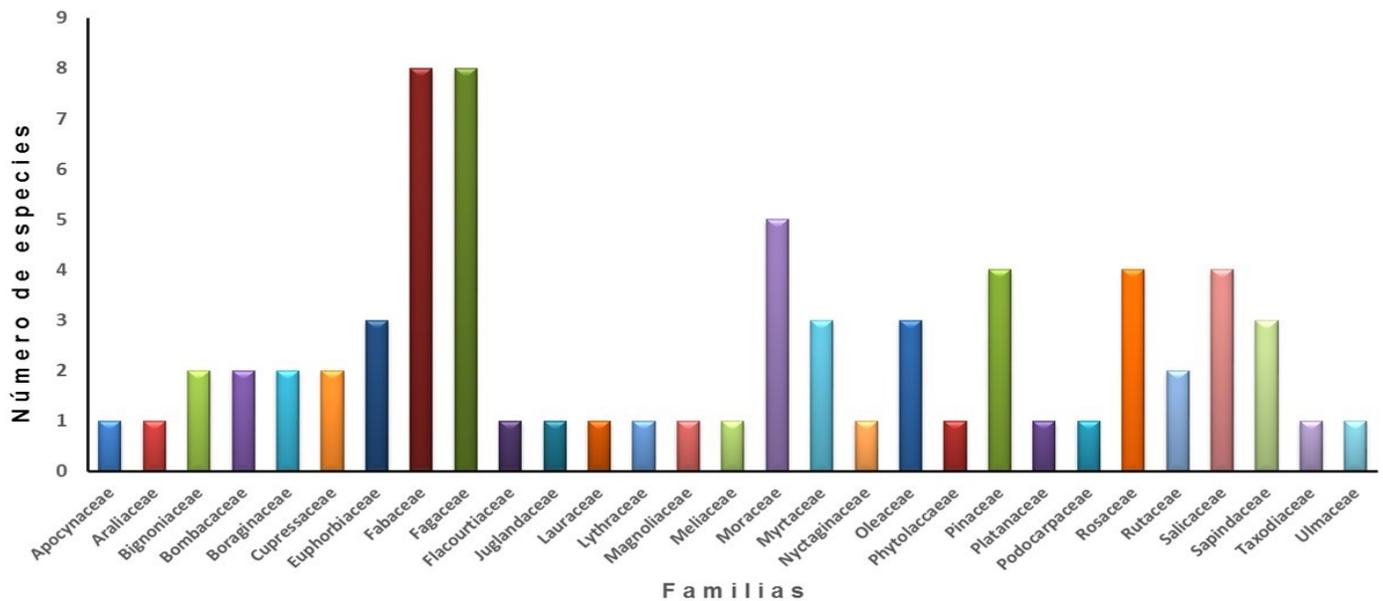
*rach* como los árboles más frecuentes. Por otro lado, López Aguillón *et al.* (2002), evaluaron el arbolado público en la ciudad de Linares durante 1995-1999, encontrando que las especies dominantes corresponden a *Ficus benjamina*, *Fraxinus americana*, *Fraxinus udhei*, *Ligustrum japonicum* y *Sapium sebiferum*, mencionando además que de las anteriores solo *Fraxinus americana* es considerada como especie nativa de la región. Cruz-Rubio (2007), encontró que, en las áreas verdes del área metropolitana de Monterrey, las especies de uso ornamental corresponden a los géneros *Fraxinus sp*, *Ficus sp* y *Ligustrum sp*; por lo que basándose en sus resulta-



Figura 2. Bosque mixto de *Fraxinus* y *Quercus* en el Paseo de la Mujer-Boulevard Acero.



Figura 3. Ejemplares de *Quercus polymorpha*, conocido como encino roble.



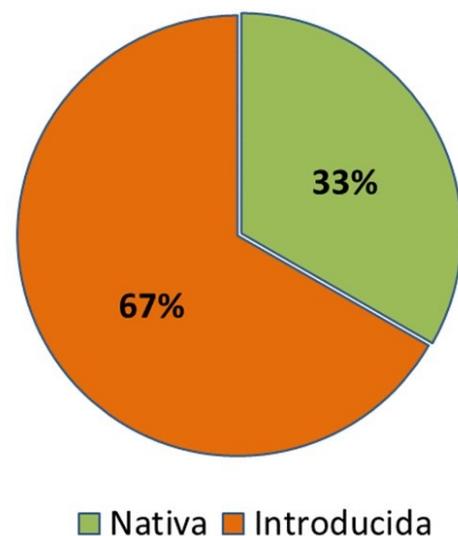
**Figura 4. Número de especies de árboles por familia registradas en el Parque Fundidora**

dos se observa una cultura arraigada a través de los años por el uso del fresno para fines ornamentales y recientemente el uso de ficus y encinos. Barberi Lozano (2008), estudio el arbolado de las plazas y parques públicos de Saltillo, encontrando que las especies más abundantes son el fresno (*Fraxinus uhdei*), trueno (*Ligustrum lucidum*), pino halepo (*Pinus halepensis*), alamillo (*Populus tremuloides*), ciprés de Arizona (*Cupressus arizona*), lila (*Melia azadarach*) y el pirul (*Schinus molle*); estas especies constituyen el 62.09% del total de las especies registradas.

Con respecto a la riqueza se encontró que las familias mejor representadas son Fabaceae y Fagaceae con 8 especies, Moraceae con 5, Pinaceae, Rosaceae y Salicaceae con 4, las familias Euphorbiaceae, Myrtaceae, Oleaceae y Sapindaceae con 3 especies, respectivamente (Figura 3 y 4). En el sitio 1 que corresponde a la Casa de los Loros-Embarcadero Santa Lucia se identificaron 33 géneros, 44 especies pertenecientes a 22 familias, lo cual representan el 64% del total de las registradas en el Parque Fundidora; esto quizá se deba a que es un sitio donde se da la exposición de especies de aves exóticas de territorios tropicales de diferentes partes del mundo, se presta para la plantación de especies vegeta-

les exóticas y llamativas, de atractivos colores (floración), aromas, y formas que llamen la atención del público que visita el lugar.

En cuanto al origen del arbolado urbano en el Parque Fundidora, se encontró que aproximadamente un 33% de las especies registradas son de origen nativo (autóctono) y el 67% introducidas (Figura 5); por su parte Reyes-Rodríguez (2010) en su estudio sobre el arbolado en Ciudad Universitaria encuentra con respecto al origen que el 33.3% corresponden a



**Figura 5. Origen de las especies de árboles del Parque Fundidora**

Tabla 1. Especies, géneros, familias y origen para el estrato arbóreo encontrados en el Parque Fundidora

Familia	Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Origen	
<b>Apocynaceae</b>	<i>Nerium oleander</i> L.	X	x	x	x	x		x	x		x	I	
<b>Araliaceae</b>	<i>Schefflera actinophylla</i> Harms									x		I	
<b>Areaceae*</b>	<i>Phoenix canariensis</i> Chabaud	X		x		x	x		x	x	x	I	
	<i>Phoenix dactylifera</i> L.			x			x				x	I	
	<i>Phoenix roebellini</i> O' Brien					x						I	
	<i>Washingtonia robusta</i> Lindeley	X	x	x	x	x	x		x	x	x	N	
	<i>Washingtonia filifera</i> Lindeley										x	I	
	<i>Livistona chinensis</i> Brown										x	I	
	<i>Trachycarpus fortunei</i> Hooker										x	I	
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> Watson	X		x			x		x			x	I
	<i>Dypsis baronii</i> Beccari	x								x			I
	<i>Sabal mexicana</i> Friedrich	x							x	x			N
<b>Asparagaceae*</b>	<i>Yucca elephantipes</i> Regel	x		x							x	I	
	<i>Yucca thompsoniana</i> Trelease	x		x								N	
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	X										I	
	<i>Tecoma stans</i> L.		x									N	
<b>Bombacaceae</b>	<i>Pseudobombax ellipticum</i> Kunth	X										I	
	<i>Ceiba pentadra</i> L.	X										I	
<b>Boraginaceae</b>	<i>Cordia boissieri</i> Pyrame	x	x									N	
	<i>Ehretia anacua</i> Teran & Berland	x	x	x					x	x		N	
<b>Cupressaceae</b>	<i>Cupressus sempervirens</i> L.								x	x		I	
	<i>Thuja occidentalis</i> L.	x		x		x				x		I	
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Triadica sebifera</i> L.	x	x	x		x			x			I	
	<i>Ricinus communis</i> L.									x		I	
	<i>Hura sp</i> L.	x										I	
<b>Fabaceae</b>	<i>Vaucheria farnesiana</i> L.	x	x			x		x	x	x		N	
	<i>Caesalpinia mexicana</i> L.	x					x	x	x			N	
	<i>Ceratonia siliqua</i> L.					x						I	
	<i>Ebenopsis ebano</i> Berland	x		x	x		x	x	x	x		N	
	<i>Leucaena leucocephala</i> Lamarck	x	x	x	x	x	x	x	x	x		I	
	<i>Parkinsonia acuelata</i> L.	x	x		x		x	x	x	x	x	N	
	<i>Senna alata</i> L.	x										I	
<b>Fagaceae</b>	<i>Quercus canbyi</i> Trelease		x		x		x	x	x	x		N	
	<i>Quercus fusiformis</i> Kunkel		x	x	x	x	x	x	x	x	x	N	
	<i>Quercus microlepis</i> Trelease		x	x					x		x	N	
	<i>Quercus muhlenbergii</i> Engelmann	x						x				I	
	<i>Quercus polymorpha</i> Schltldl.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	N	
	<i>Quercus shumardii</i> Botsford	x	x	x	x	x	x		x	x	x	I	
	<i>Quercus vaseyana</i> Botsford	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	N	
	<i>Quercus virginiana</i> Miller	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	I	
<b>Flacourtiaceae</b>	<i>Muntingia calabura</i> L.	x										I	

Tabla 1. Continuación . . .

Familia	Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Origen
<b>Juglandaceae</b>	<i>Carya illinoensis</i> Wangenh								x			N
<b>Lauraceae</b>	<i>Persea americana</i> Miller	x	x									I
<b>Lythraceae</b>	<i>Lagerstroemia indica</i> L.		x									I
<b>Magnoliaceae</b>	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	x		x					X			I
<b>Meliaceae</b>	<i>Melia azedarach</i> L.		X					X				I
<b>Moraceae</b>	<i>Ficus benjamina</i> L.	x										I
	<i>Ficus microcarpa</i> L.	x					x					I
	<i>Ficus altissima</i> Ludwig	x										I
	<i>Ficus religiosa</i> L.	x										I
	<i>Morus sp</i> L.	x		x		x		x	x	x		I
<b>Myrtaceae</b>	<i>Eucalyptus globulus</i> Labillardière			x			x					I
	<i>Psidium guayaba</i> L.	x										I
	<i>Callistemon speciosus</i> Sims						x					I
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Bougainvillea glabra</i> Denis	x	x	x	x		x		x			I
<b>Oleaceae</b>	<i>Fraxinus americana</i> L.	x	x	x	x	x	x	x	x	x		I
	<i>Fraxinus berlandieriana</i> Marsh.	x	x	x	x	x	x		x	x	x	I
	<i>Ligustrum lucidum</i> Townsend	x	x	x	x		x		x			I
<b>Phytolaccaceae</b>	<i>Phytolacca dioica</i> L.			x								I
<b>Pinaceae</b>	<i>Pinus cembroides</i> Gerhard								x			I
	<i>Pinus eldarica</i> Miller	x	x	x	x	x			x	x	x	I
	<i>Pinus halepensis</i> Miller		x		x	x			x	x		I
	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindley			x	x							N
<b>Platanaceae</b>	<i>Platanus occidentalis</i> L.	x	x	x	x		x	x	x			N
<b>Poaceae*</b>	<i>Arundo donax</i> L.	x										I
	<i>Bambusa oldhamii</i> Munro	x	x						x	x	x	I
	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrader ex Wendland	x	x									I
<b>Podocarpaceae</b>	<i>Podocarpus macrophyllus</i> Thunb.							x	x	x		I
<b>Rosaceae</b>	<i>Eryobotria japonica</i> Lindley					x						I
	<i>Malus sp</i> Miller		x			x						I
	<i>Photinia sp</i> Lindley	x		x								I
	<i>Pyrus calleryana</i> Decaisne							x				I
<b>Rutaceae</b>	<i>Citrus sp</i> L.	x								x		I
	<i>Sargentia gregii</i> Geog							x				N
<b>Salicaceae</b>	<i>Populus deltoides</i> Bartram				x	x				x		N
	<i>Populus nigra</i> Michaux		x	x		x	x	x		x	x	N
	<i>Salix nigra</i> Marshall	x	x	x	x	x	x					N
	<i>Salix babilonica</i> L.							x				I
<b>Sapindaceae</b>	<i>Ungnadia speciosa</i> Ladislaus			x		x			x	x		N
	<i>Acer negundo</i> L.		x						x	x		N
	<i>Dodoaena viscosa</i> Edmond						x					N
<b>Taxodiaceae</b>	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	x	x	x				x		x	x	N
<b>Ulmaceae</b>	<i>Celtis laevigata</i> Ludwig	x	x	x		x	x	x	x	x		N

1 Casa de los Loros-Embarcadero Santa Lucia; 2 Paseo de la Mujer-Boulevard Acero; 3 Oficinas generales de Fundidora-Hotel Holiday Inn; 4 Plaza Maquinaria-Pabellón Carpintería; 5 Plaza Forum-Auditorio Banamex; 6 Lago de Aceración; 7 Escuela Adolfo Prieto-Centro de Exposiciones Fundidora; 8 Auditorio Adolfo Prieto-Parque Acero de Béisbol; 9 Cintermex-Arena Monterrey-Estacionamientos. Origen: N-nativa, I-introducida. \*Especies con porte arbóreo o arborescente.



Figura 6. Palmar en la Casa de los Loros.

especies nativas y el 66.7% son especies introducidas. Dentro de las especies nativas más frecuentes están cinco especies pertenecientes al género *Quercus*, *Celtis laevigata*, *Taxodium mucronatum*, *Salix nigra*, *Populus nigra* y *Platanus occidentalis* (Cuadro 1). A este respecto Alanís-Flores y González-Alanís (2003), mencionan que las plantas nativas son más eficaces para “sobrevivir” a las condiciones que ofrece el Área Metropolitana de Monterrey, además que no requieren de grandes cuidados como lo hacen las especies introducidas. Pero de acuerdo a los resultados encontrados en este estudio, las especies introducidas son las dominantes, debido a sus colores vistosos, grandes flores, rápido crecimiento, costos accesibles, entre otros.

#### Otras especies arborescentes y palmas en el Parque Fundidora

Se encontraron tres familias con porte arbóreo, palmas y arborescente, un total de 15 especies pte-

recientes a la familia Arecaceae con 10, Asparagaceae con 2 y Poaceae con 3 especies, respectivamente (Figura 6). Con respecto al origen se encontró que la mayoría de las especies de estas tres familias son introducidas y no nativas o autóctonas (Cuadro 1).

Por otro lado, en las últimas décadas se ha experimentado una profunda transformación del paisaje, afectando de forma considerable a los sistemas ecológicos y ambientales de nuestras ciudades. Según los informes de las Naciones Unidas, más del cincuenta por ciento de la población mundial vive en las zonas urbanas, proporción que aumentará al setenta por ciento en los próximos cincuenta años. De acuerdo con esto, actualmente las grandes metrópolis cuentan con escasos espacios de área verde, por lo que el paisaje reciente las consecuencias tanto en los aspectos ecológico-ambientales, sociales y psicológicos.

Hoy en día, es un hecho comprobable que el deseo

de estar en contacto con la naturaleza o al aire libre va cobrando cada vez más interés. La mera presencia de espacios verdes urbanos en las ciudades constituye uno de los aspectos empleados hoy en día para medir el grado de calidad de vida de los ciudadanos. Alanís-Flores y González-Alanís, (2003), mencionan que en las ciudades la plantación de árboles, arbustos y otras especies responde a diversas finalidades que, para todos estos propósitos, estas especies son usadas de forma aislada, formando grupos pequeños, grandes conjuntos en parques o estableciendo alineaciones en camellones, avenidas, etc., pero en cualquier situación se debe tener conocimiento sobre las especies arbóreas que se usaran para dichos fines.

### Similitud entre los sitios del Parque Fundidora

En el cuadro 2 se presentan los resultados de similitud entre los sitios, considerando el Índice de Jaccard y Sorensen, encontrando que los sitios 4 y 6

**Cuadro 2. Matriz de similitud entre los sitios del Parque Fundidora de acuerdo a los índices de Jaccard (S<sub>j</sub>) y Sorensen (S<sub>SD</sub>)**

Sitio/Índice		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Especies comunes	51	24	27	16	18	17	18	26	20	13
	SJ %	100	39.34	45.79	28.57	30	28.81	30.5	42.62	32.25	22.03
	SSD %	100	56.47	62.79	44.44	46.15	44.73	46.75	59.77	48.87	36.11
2	Especies comunes		34	21	18	18	17	15	24	20	14
	SJ %		100	43.75	48.64	41.86	40.47	33.33	52.17	44.44	34.14
	SSD %		100	60.86	65.45	59.01	57.62	50	68.57	61.53	50.9
3	Especies comunes			35	17	20	19	14	23	19	15
	SJ %			100	43.58	47.61	46.34	29.78	47.91	40.42	36.58
	SSD %			100	60.71	64.51	63.33	45.9	64.78	57.57	53.57
4	Especies comunes				21	14	18	11	18	15	10
	SJ %				100	41.17	64.28	30.55	46.15	40.54	31.25
	SSD %				100	58.33	78.26	46.8	63.15	57.69	47.61
5	Especies comunes					27	13	12	18	19	12
	SJ %					100	33.33	29.26	40	48.71	33.33
	SSD %					100	50	45.28	57.14	65.51	50
6	Especies comunes						25	13	18	15	11
	SJ %						100	34.21	41.86	36.58	31.42
	SSD %						100	50.98	59.01	53.57	47.82
7	Especies comunes							26	16	14	9
	SJ %							100	34.78	32.55	23.68
	SSD %							100	51.61	49.12	38.29
8	Especies comunes								36	23	12
	SJ %								100	52.27	26.66
	SSD %								100	68.65	42.1
9	Especies comunes									31	13
	SJ %									100	33.33
	SSD %									100	50
10	Especies comunes										21
	SJ %										100
	SSD %										100

1 Casa de los Loros-Embarcadero Santa Lucia; 2 Paseo de la Mujer-Boulevard Acero; 3 Oficinas generales de Fundidora-Hotel Holiday Inn; 4 Plaza Maquinaria-Pabellón Carpintería; 5 Plaza Forum-Auditorio Banamex; 6 Lago de Aceración; 7 Escuela Adolfo Prieto-Centro de Exposiciones Fundidora; 8 Auditorio Adolfo Prieto-Parque Acero de Béisbol; 9 Cintermex-Arena Monterrey-Estacionamientos.

presentan similitud entre ellos (64.28-78.26), y lo mismo para los sitios 8 y 9 (52.27-68.65), con respecto a las especies registradas en esos sitios.

## Conclusiones

El Parque Fundidora es una de las pocas áreas verdes que posee el Área Metropolitana de Monterrey con propósito de recreación, pero también donde se tiene una diversidad considerable de especies vegetales de estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo que ayudan a dar un respiro a muchas familias de la mancha gris que es la urbanización, al visitar el establecimiento. En el área de estudio se encontraron un total de 54 géneros de árboles, 69 especies incluidas en 29 familias, de las cuales el 67% son de origen introducido que de este porcentaje una mayor parte se encontraron solo en el sitio 1 correspondiente a La Casa de los Loros-Embarcadero Santa Lucía, por ser un establecimiento dedicado a la exposición de especies de aves exóticas de diferentes partes del mundo, dando un toque tropical al lugar. Las especies más frecuentes en el Parque Fundidora son *Q. fusiformis*, *Q. virginiana*, *Q. polymorpha*, *Q. shumardii*, *Q. vaseyana*, *F. berlandieriana*, *P. occidentalis*, *C. laevigata*, *S. nigra* y *T. mucronatum*, siendo la mayoría de ellos, representantes de las especies nativas de nuestra región nortea y que se reconocen como excelentes especies para reforestación en áreas verdes urbanas, zonas riparias, debido a su adaptación al clima de nuestra región y por sus bajos requerimientos de mantenimiento o cuidados. Por otra parte, especies introducidas necesitan un cuidado especial, debido a que no se encuentran del todo adaptadas a las condiciones del norte del país y sufren los cambios de clima drásticos característicos de la ciudad de Monterrey y su área metropolitana, y además son muy susceptibles a plagas que se presentan en esta región, aunado a los requerimientos hídricos que podrían necesitar (dependiendo de la especie) entre otros cuidados que deben tener, lo cual se traduce a una mayor inversión en el mantenimiento de estas especies arbóreas. Con respecto a los índices de similitud (Jaccard y Sorensen), se encontró que los sitios 4 y 6 presentan similitud entre ellos, y lo mismo para los sitios 8 y 9.

## Referencias

- Alanís-Flores G.J. y D. González-Alanís. 2003. Flora nativa ornamental para el área metropolitana de Monterrey. Ediciones de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Primera edición. 23-45.
- Bailey L.H. 1949. Manual of cultivated plants. MacMillan, New York, United States. 1116 p.
- Barberi Lozano H.M. 2008. Arbolado de parques y plazas públicas de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. 65 p.
- Corell D.S. and M.C. Johnston. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas Research Foundation, Renner. 1881 p.
- Cruz-Rubio M.J. 2007. Evaluación y propuesta de valoración económica del arbolado urbano en el área metropolitana de Monterrey, N.L., México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, N.L. 149 p.
- Encina-Domínguez J. y J. Villarreal-Quintanilla. 2007. Aspectos taxonómicos y distribución del género *Quercus* L. en el noreste de México. Manual del curso-taller Taxonomía de encinos. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas. 23 p.
- Gurevitch J, S.M. Scheiner and G.A. Fox. 2002. The ecology of plants. Sinauer Associates, Inc. Sunderland Massachusetts, USA. 322-323.
- Jiménez Pérez J., G. Cuellar Rodríguez y E.J. Treviño Garza. 2013. Áreas verdes del municipio de Monterrey. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León y el Gobierno Municipal de Monterrey 2012-2015. 7-16.
- López Aguillón R. y E. Zamudio Castillo. 2002. Análisis del arbolado del arbolado urbano público en la ciudad de Linares, N.L (1995-1999). Consultado en [http://www.isahispana.com/treecare/resources/analisis\\_del\\_arbolado.pdf](http://www.isahispana.com/treecare/resources/analisis_del_arbolado.pdf)
- López Lillo A. y J.M. Sánchez de Lorenzo Cáceres. 2006. Árboles en España. Manual de identificación. Segunda edición. Mundi-Prensa, México D.F., S.A. de C.V. 654.
- Reyes Rodríguez C.C. 2010. El arbolado de Ciudad Universitaria a 50 años de su fundación. Diversidad, densidad, condición y otros aspectos ecológicos. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. 127 p.
- Rocha-Estrada A., T.E. Torres-Cepeda, Ma. del C. González de la Rosa, S.J. Martínez-Lozano y M.A. Alvarado-Vázquez. 1998. Flora ornamental en plazas y jardines públicos del área metropolitana de Monterrey, México. SIDA 18(2): 579-586.

## LA LAGARTIJA PIGMEA (*Gerrhonotus parvus* Knight & Scudday, 1985) ENTRE LAS ROCAS Y LA VEGETACIÓN

D. Lazcano<sup>1</sup>, S.C. Hernández-Bocardo<sup>1</sup> y J. Banda-Leal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Herpetología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de Garza, Apartado Postal-513, C.P. 66450 Nuevo León, México. DL (imantodes52@hotmail.com); SCHB (sandra.hernandez.bocardo@gmail.com)

<sup>2</sup>Sistemas de Innovación y Desarrollo Ambiental S.C., JBL (javier\_banda@hotmail.com)

### Abstract

*Gerrhonotus parvus* is an endemic species for the states of Nuevo Leon and Coahuila; presently known from only four localities along the Sierra Madre Oriental, it is known only in four localities of Santa Rica on the outskirts of Galeana, in the canyons of San Isidro, in Santiago, Mireles in, Los Rayones, Reflections in Santa Catarina, Nuevo León, and now in the sierra de Zapalinamé in Canyon of San Lorenzo in Arteaga, and Saltillo, Coahuila. The intention of this document is diagnostic micro-habitat use by the species with is conformed of vegetation and rocks, we have made visits and collections of these sites since 2001 to 2016 by staff of the herpetology laboratory, Facultad de Ciencia Biológicas, Universidad Autonoma de Nuevo León and many North American colleagues.

### Resumen

*Gerrhonotus parvus* es una especie endémica de los estados de Nuevo León y Coahuila, se conoce únicamente en cuatro localidades de la Sierra Madre Oriental de Nuevo Leon en la localidad de Santa Rita, a las afueras de Galeana, en los cañones de San Isidro en Santiago, Mireles, en Los Rayones, Reflexiones en Santa Catarina, Nuevo León y ahora en la sierra de Zapalinamé, Cañon de San Lorenzo en Arteaga y Saltillo, Coahuila. La intención de este trabajo es diagnosticar los micro-hábitats utilizados, como vegetación y rocas; hemos realizado visitas y colectas de estos sitios desde 2001 hasta 2016 por

parte del personal del Laboratorio de Herpetología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevos León y muchos colegas norteamericanos.

### Introducción

La familia Anguidae se compone de dos subfamilias, Anguinae y Gerrhonotinae. Su distribución es irregular en Europa, y se extiende al sur de Asia y América. Esta familia se caracteriza por la presencia de grandes escamas dorsales con mínima superposición. Además de la presencia de osteodermos adyacentes en el dorso y vientre, que en la mayoría de los anguidos son separados por un pliegue granular ventral-lateral profundo bien definido. Dos géneros de la subfamilia Anguinae carecen de extremidades (*Ophisaurus* y *Dopasia*). En Gerrhonotinae, los cuerpos son alargados y las extremidades son reducidas (Pianka y Vitt, 2014).

*Gerrhonotus* en el país está representado por ocho especies: *G. farri*, *G. infernalis*, *G. lazcanoii*, *G. liocephalus*, *G. lugoii*, *G. mccoii*, *G. ophiurus* y *G. parvus*. De ellas, las que tienen mayor rango de distribución son *G. liocephalus* en el área occidental y meridional de México y *G. infernalis* en el centro y norte de México y sur de Texas (Good, 1994). *Gerrhonotus ophiurus* se distribuye en centro y suroeste San Luis Potosí, este de Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y zonas montañosas del norte Veracruz (Lemos-Espinal y Dixon, 2013) y recientemente para Nuevo León (Nevárez *et al.*, en prensa). *G. mccoii*, recién-

temente descrito, es conocido sólo en varias pequeñas lagunas en la cuenca de Cuatro Ciénegas, Coahuila (Vázquez García *et al.*, 2018). Las especies con *G. infernalis*, *G. liocephalus*, *G. mccoysi* y *G. ophiurus*, se consideran especies grandes, con escamas dorsales quilladas y distribución amplia. El resto de las especies se encuentran en áreas muy restringidas y se conoce de sólo unos pocos individuos. Por ejemplo *G. lugoi* está aislada en la cuenca de Cuatro Ciénegas, Coahuila (McCoy, 1970); *G. farri* se encuentra cerca de Tula, Tamaulipas (Bryson y Graham, 2010) y *G. parvus* es conocida solamente de 4 localidades de Nuevo León y Coahuila. En Nuevo León las especies habitan en los municipios de Galeana, Los Rayones, Santiago y Santa Catarina (Banda-Leal *et al.*, 2013; Banda-Leal *et al.*, 2014b) Figuras 1a y 1b. Estas especies (*G. farri*, *G. lazcanoii*, *G. lugoi* y *G. parvus*) son pequeñas, con escamas dorsales suaves-lisas con distribuciones reducidas y se conoce muy poco sobre su biología. *G. farri* y *G. lazcanoii*, se conocen a partir de un solo ejemplar (Banda-Leal *et al.*, 2016, 2017). Para *G. lugoi*, hay solamente información de la reproducción en cautiverio que describe su comportamiento de cortejo y tamaño de camada (Lazcano *et al.*, 1993). En un documento reciente, García-Vázquez *et al.* (2016), mencionan el hallazgo de *G. lugoi* en el municipio de Mina, Nuevo León. Para *G. parvus*, hay más detalles disponibles sobre su historia natural basado en el trabajo que comenzó en 1985 cuando fue descrito (Knight y Scudday, 1985; Banda-Leal *et al.*, 2002; Bryson *et al.*, 2003; Banda-Leal *et al.*, 2005; Conroy *et al.*, 2005; Banda-Leal *et al.*, 2013; Banda-Leal *et al.*, 2014a; Banda-Leal *et al.*, 2014b; Banda-Leal, 2016). La lagartija pigmea *Gerrhonotus parvus* se distribuye en la Sierra Madre Oriental en el estado de Nuevo León y en Coahuila, México (Figura 2). Aunque ha sido ampliamente documentado por nuestro grupo durante la última década (Banda Leal, 2016) todavía hay mucho que hacer para entender su biología. Por último, aunque se han hecho esfuerzos para entender las relaciones filogenéticas de las especies del género (Good 1988, 1994; Conroy *et al.*, 2005; García-Vázquez *et al.*, 2018), todavía no están muy claros.



Figura 1. a) Ejemplar de *Gerrhonotus parvus* sobre lechuguilla (Crédito David Lazcano); b) *Gerrhonotus parvus* sobre sustrato (Crédito Mike Shaw Price)

### Sitios de Estudio

La localidad tipo de la especie *G. parvus* está situada en una zona de transición entre bosque de pinos (*Pinus arizonica*) y matorral gipsófilo abierto, esta localidad se conoce como Ejido de Santa Rita. La parte plana de ejido tiene parches de Colorín (*Sophora*

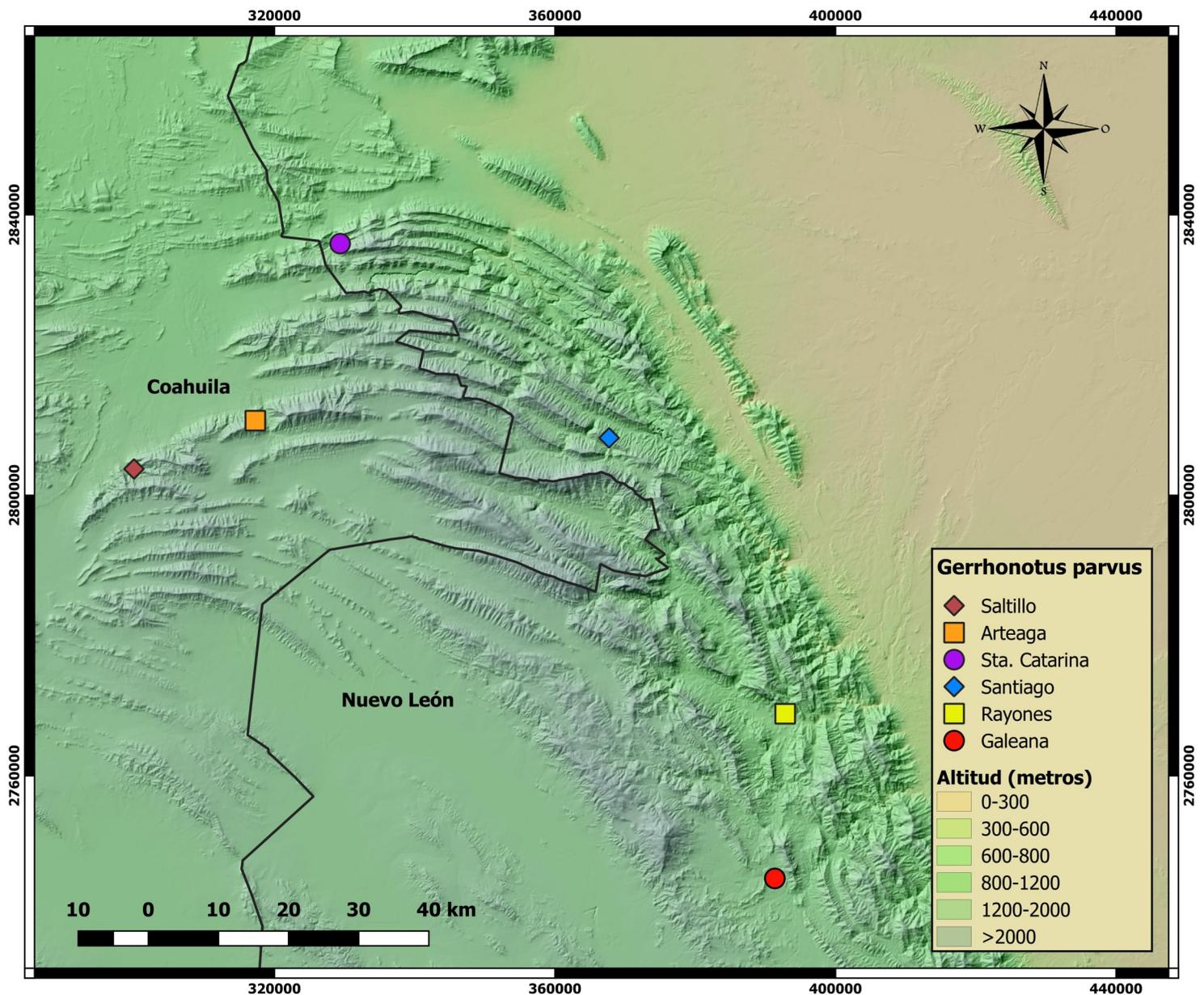


Figura 2. Mapa de distribución de la lagartija pigmeo *Gerrhonotus parvus* en Nuevo León y Coahuila (Crédito: Javier Banda-Leal).

*secundiflora*), con elementos dispersos de Palma común (*Yucca filifera*) y algunas plantas herbáceas, gramíneas y cactáceas globulares (*Coryphantha* sp., *Turbinicarpus beguinii*, *Mammillaria* sp.). También hay algunas laderas bajas con pendientes pronunciadas, así como barrancos formados por arroyos, donde están presentes las calizas, dando origen a los suelos calcáreos. En estas laderas, los tipos de vegetación dominante son los matorrales submontanos y rosetófilos. Aquí podemos encontrar los siguientes elementos dominantes, Bignonia Amarilla (*Tecoma stans*), Guapilla (*Hechtia glomerata*), Biznaga Burra (*Echinocactus platyacanthus*), Biznaga

Barril Costillona (*Ferocactus hamatacanthus*) y otros cactáceas (*Neolloydia* sp., *Turbinicarpus* sp y *Thelocactus* sp.). Importantes sotoles y hierba de oso se presentan en el área: Sotol de Monterrey (*Dasylirion berlandieri*), Sotol de la Sierra Madre (*D. cedrosanum*) y Palmilla (*Nolina cespitifera*). Aquí la comunidad de pino se compone de Pino Arizona (*Pinus arizonica*) y Pino Piñonero (*Pinus cembroides*). El gradiente altitudinal es 1,650 a 1,850 m (Figura 3).

La segunda localidad donde fue encontrada la especie es el Cañón San Isidro, Santiago, Nuevo León.



Figura 3. Sitio donde se encontró el holotipo de *Gerrhonotus parvus* en el Ejido Santa Rita, Galeana, N. L. (Crédito: Manuel Nevárez de los Reyes).

Este cañón tiene una elevación entre 1,600-1,750 msnm, que corre de este a oeste, se caracteriza por estar cubierta de paredes de rocas de calizas escarpadas con Agaves (*Agave* sp.), Sotoles (*Dasyilirion* sp.), y encinos (*Quercus* sp.), también encontramos cuerpos de agua intermitentes. El fondo de cañón tiene una acumulación de hojarasca con grandes rocas calizas dispersas (Banda-Leal *et al.*, 2002; Bryson y Lazcano, 2005), Figura 4. La tercera localidad para la especie es el Cañón Mireles, Los Rayones, Nuevo León, consiste en un hábitat muy similar con matorral submontano igual que el Cañón San Isidro, este sitio tiene una menor altura 900 msnm (Conroy *et al.*, 2005), Figura 5. La cuarta localidad es el Cañón Reflexiones en el municipio de Santa Catarina,

Nuevo León (Figura 6). Este cañón estrecho de paredes de rocas calizas se encuentra a una elevación de 1,650 msnm, con la presencia de elementos de matorral submontano o rosetófilo. En la base del cañón encontramos las siguientes especies de plantas, Ocotillo (*Gochnatia hypoleuca*), Mimbres (*Chilopsis linearis*), Colorín (*Sophora secundiflora*), Barreta (*Helietta parvifolia*), y algunos individuos aislados de Sabino (*Juniperus deppeana*). En las paredes rocosas del cañón encontramos los siguientes elementos vegetales: Lechuguilla (*Agave lecheguilla*) y Maguey Araña (*Agave bracteosa*), así como Palma de la Sierra Madre (*Brahea berlandieri*), y varias cactáceas (*Mammillaria melanocentra*, *M. plumosa*, *Epithelantha unguispina*, y algunas espe-



Figura 4. Segunda localidad donde se encontró la especie de *Gerrhonotus parvus* en el Cañón de San Isidro, Santiago, Nuevo León (Crédito: Manuel Nevárez de los Reyes).

cies de *Echinocereus* sp.); en las áreas menos rocosas con exposición noreste, encontramos Pino Prieto (*Pinus greggii*), como lo documenta Banda-Leal *et al.*, (2014b).

El registro más actualizado de distribución de la especie esta fuera de Nuevo León, está en los municipios de Arteaga y Saltillo en el estado de Coahuila en el área Natural Protegida de la Sierra de Zapalinamé, que se encuentra entre las elevaciones 1,700 -3,100 msnm, con diferentes tipos de vegetación que van desde matorral submontano, encinos, pinos, pastizales, y vegetación de galería, esto en base a las localidades donde los ejemplares fueron encontrados dentro del área protegida. Aquí fueron tres localidades donde se encontraron, por ejem-

plo, donde la mayoría de los ejemplares fueron encontrados fue el Cañón de San Lorenzo (Figura 7), aquí encontramos comunidades vegetales/florísticas muy diversas según su altitud. Elementos como: Sotol de la Sierra Madre (*Dasyllirion cedrosanum*), Encino Chaparro (*Quercus pringlei*), Palo de Pajarito (*Lindleya mespiloides*), Capulín (*Rhus virens*), y Caoba de Montaña (*Cercocarpus montanus*), estos pueden estar creciendo en los sustratos rocosos que forman de grandes a pequeñas grietas. La otra localidad donde se encontraron otros individuos se llama Paraje Aguajes, los principales elementos florísticos encontrados aquí son Encino Chaparro (*Quercus pringlei*), Enebro Triste (*Juniperus flacida*), Sotol de la Sierra Madre



Figura 5. Tercera localidad donde se encontró la especie de *Gerrhonotus parvus* en el Cañón Mireles, Los Rayones, Nuevo León (Crédito: Manuel Nevárez de los Reyes).

(*Dasyllirion cedrosanum*) y otros tipos de sotoles, Agave Lechuguilla (*Agave lechuguilla*) y Bamel (*Brahea dulcis*). Por últimos se encontraron en la localidad llamada Cerro de las Nieves II, con elementos florísticos muy similares a las otras localidades (Banda-Leal *et al.*, 2018).

La naturaleza de los microhábitats en los sitios de colecta/observación sugiere que la especie tiene preferencia por cañones de piedra caliza seca.

### Material y Métodos

Los estudios de campo se llevaron a cabo desde 2001 hasta 2016 durante los meses de marzo a oc-

tubre. Examinamos las localidades previamente conocidas dentro de la Sierra Madre Oriental en Nuevo León y Coahuila donde se encuentran *Gerrhonotus parvus*. Estas localidades fueron visitadas de 8:00 a 16:00 hrs, con una duración de 2-3 días cada visita: Ejido Santa Rita, Galeana 4.5 km al sur de la entrada a la ciudad de Galeana; Cañón de San Isidro en Santiago, Cañón de Mireles a 2.20 km de la entrada a Los Rayones 2.20, Cañón de Reflexiones, Santa Catarina, 3.6 km al sur de la localidad de Casablanca y la zona en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, a 4,73 km al este de Casablanca, García, Nuevo León, posteriormente se trabajaron las localidades del Cañón de San Lorenzo en Arteaga y Saltillo, Coahuila.



Figura 6. Cuarta localidad donde se encontró la especie de *Gerrhonotus parvus* en el Cañón Reflexiones, Santa Catarina, Nuevo León (Crédito: Manuel Nevárez de los Reyes).

## Resultados

Durante las visitas a estos sitios de avistamiento de *Gerrhonotus parvus*, se obtuvieron los siguientes números: en la localidad de Santa Rita, en Galeana 6 individuos, Cañón de Mireles 1 individuo, Cañón de San Isidro 51 individuos, Cañón Reflexiones 1 individuo en Nuevo León, para Coahuila en el Cañón de San Lorenzo se obtuvieron 12 individuos. Esto dio como resultados la observación de 62 individuos. La mayoría de los individuos localizados estaban activos entre los meses mayo-octubre, en días frescos y después de lluvias, principalmente entre las rocas y vegetación. En un estudio reciente sobre el uso de los microhábitats que se presenta en los sitios de colecta principalmente Cañón de San Isidro

donde se han encontrado la mayor cantidad de individuos. Los individuos se encontraban en microhábitats fríos, húmedos y sombreados, principalmente en las rocas (65%), hojarasca (16%), vegetación (11%) y suelo (8%).

## Discusión y Conclusiones

En un reciente documento (Lazcano *et al.*, por publicarse), la tendencia de esta especie, como otros de la familia de Anguidae parecen ser termoconformistas. En general parece que evitan la exposición directa al sol. Es probable que factores abióticos como la temperatura y humedad son los más importantes que influyen en los patrones de actividad



Figura 7. Localidad en Coahuila donde se encontró la especie de *Gerrhonotus parvus* en el Cañón San Lorenzo, en la Area Protegida de la Sierra Zapalinamé, Arteaga y Saltillo, Coahuila (Crédito: Manuel Nevárez de los Reyes).

y selección de microhábitat (Angert *et al.*, 2002; Pal *et al.*, 2010). Aunque el uso de las rocas es el de mayor porcentaje de micro-habita, durante los muestreos había una tendencia a estar en la sombra, entre la vegetación, cuando están activos. Por tal razón la vegetación presente en todas las localidades donde se le encuentra, le sirve como un refugio momento durante su periodo de actividad que principalmente fueron en la mañana (10:00-12:00 am y en la tarde (5:00 -7:00 pm). Nunca se observó ningún individuo termorregulando en campo, en experimentos que se han realizado con la misma especie en cautiverio nunca se asolearon, sino estaban en madrigueras artificiales que no tenían contacto con el area que estaba recibiendo calor de un foco

(Esquivel-Arévalo, 2017). Esto explica por qué en el modelado de nicho ecológico, la bioclimática isotérmica fue la variable que más influye en la distribución *Gerrhonotus parvus* en las localidades dentro de la Sierra Madre Oriental. Estos lugares corresponden a las provincias geográficas de Gran Sierra Plegada y Sierra y Llanuras Occidentales (Banda-Leal, 2016).

#### **Agradecimientos**

Queremos agradecer a las múltiples instituciones nacionales e internacional por el apoyo económico para realizar los estudios de campo, permitiéndonos intensificar la exploración de las Sierras de Nuevo Leon; a nuestra Universidad Autónoma de Nuevo León, por también financiar este proyecto; a la SEMARNAT por emitir los

permiso de colecta Oficio Num. SGPA/DGVS/0511/12; Oficio Num. SGPA/DGVS/07101/12;

Oficio Num. SGPA/DGVS/03347/14; Oficio Num. SGPA/DGVS/01867/14; Oficio Num. SGPA/DGVS/05581/15; Oficio Num. SGPA/DGVS/08375/16; y Oficio Num. SGPA/DGVS/08333/16. Sin olvidarnos el intenso apoyo de los alumnos que han tramitados por este laboratorio: voluntarios, prestatarios, servicio social, tesisistas con un interés en común la herpetología. Intentar entender humildemente la dinámica de este precioso planeta que hemos llamada Tierra.

## Referencias

Angert, A.L., D. Hutchinson, D. Glossip, and L. Losos L. 2002. Microhabitat use and thermal biology of the collared lizard (*Crotaphytus collaris collaris*) and the fence lizard (*Sceloporus undulatus hyacinthinus*) in Missouri Glades. *Journal of Herpetology* 36:23-29.

Banda-Leal, J. 2002. Aspectos Ecológicos de la Herpetofauna del Parque Ecológico Chipinque, ubicado en los Municipios de Garza García y Monterrey, Nuevo León, México. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Unpublished thesis. Pp. 90.

Banda-Leal, J., D. Lazcano-Villarreal, and Bryson R. 2005. *Gerrhonotus parvus* maximum size. *Herpetological Review* 36 (4):449.

Banda-Leal, Jr., R. W. Bryson, and D. Lazcano. 2002. A new range extension for the Pigmy Alligator Lizard *Elgaria parva* (Knight and Scudday, 1985) Lacertilia: Anguinae for Nuevo León, México. *The Southwestern Naturalist* 47(4): 614-615.

Banda-Leal, J, D. Lazcano, and M. Nevárez-de los Reyes. 2013. Notes on Mexican Herpetofauna 19: Herpetofauna Sympatric with *Gerrhonotus parvus* in San Isidro Canyon, Santiago, Nuevo León, Mexico. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society* 48: 13-19.

Banda-Leal J, D. Lazcano, M. Nevárez-de los Reyes, and C. Barriga-Vallejo C. 2014a. Notes on Mexican Herpetofauna 20: Potential Herpetofaunal Predators of *Gerrhonotus parvus* in the San Isidro Canyon, Santiago, Nuevo León, México. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society* 49: 17-23.

Banda-Leal, J., D. Lazcano, M. Nevárez-de los Reyes, and C. Barriga-Vallejo C. 2014b. *Gerrhonotus parvus* (Knight & Scudday, 1985 Squamata: Anguinae): New range extension and clutch size in the state of Nuevo Leon, Mexico. *Check List* 10: 950-953.

Banda-Leal, J., M. Nevárez-de los Reyes, and R. Jr. Bryson. 2017. A new species of pigmy alligator lizard (Squamata: Anguinae) from Nuevo León, México. *Journal of Herpetology* 51: 223-226.

Banda-Leal J, D. Lazcano, C. Barriga-Vallejo, and M. Nevárez-de los Reyes. 2018. New records of *Gerrhonotus parvus* Knight & Scudday, 1985 (Squamata, Anguinae) in the state of Coahuila, México. *Check List* 14: 523-528.

Bryson R. W. Jr., D. Lazcano, J. Banda-Leal, G. Castañeda-Gaytán, and C. García-de la Peña. 2003. Historia Natural de la Lagartija Pigmea (*Elgaria parva*) Endémica de Nuevo León,

México, *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana* 11 (1):21-22.

Bryson R.W. Jr. and M. R. Graham. 2010. A new alligator lizard from northeastern Mexico. *Herpetologica* 66 (1): 92-98.

Conroy, C.J.; W. R. Jr. Bryson, D Lazcano, and A. Knight. 2005. Phylogenetic placement of the Pygmy Alligator Lizard based on mitochondrial DNA. *Journal of Herpetology* 39(1):142-147.

Esquivel-Arévalo, D.B. 2017. Selección de Madrigueras Artificiales por *Gerrhonotus parvus* (Knight & Scudday, 1985) en Condiciones de Cautiverio. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis de Licenciatura inédita. Pp. 77.

García-Vázquez, U.O., E. García-Padilla, and G.J. Herrera-Enríquez. 2016. First record of the alligator lizard *Gerrhonotus lugoi* (Squamata: Anguinae) for the State of Nuevo León, Mexico. Primer registro de la lagartija *Gerrhonotus lugoi* (Squamata: Anguinae) para el estado de Nuevo León, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 1399-1401.

García-Vázquez, U.O., A. Contreras-Arquieta, M. Trujano-Ortega, and A. Nieto-Montes de Oca. 2018. A new species of *Gerrhonotus* (Squamata: Anguinae) from the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, Mexico. *Herpetologica* 74: 269-278.

García-Vázquez U. O., A. Nieto-Montes de Oca, R. W. Jr. Bryson, W. Schmidt-Ballardo, C. J. Pavón-Vázquez. 2018. Molecular systematics and historical biogeography of the genus *Gerrhonotus* (Squamata: Anguinae). *Journal of Biogeography* 00:1-13.

Good, D.A. 1988. Phylogenetic relationships among gerrhonotinae lizards, an analysis of external morphology. University of California Press 121: 1-139.

Good, D.A. 1994. Species limits in the genus *Gerrhonotus* (Squamata: Anguinae). *Herpetological Monographs* 8: 180-202.

Knight, R.A, and J.F. Scudday. 1985. A new *Gerrhonotus* (Lacertilia: Anguinae) from the Sierra Madre Occidental, Nuevo León, México. *The Southwestern Naturalist* 30 (1):89-94.

Lazcano D, A. Contreras-Arquieta, and M. Nevárez de los Reyes. 1993. Notes on Mexican Herpetofauna 3: Reproductive Biology of *Gerrhonotus lugoi* an Anguid Lizard from the Cuatro-Cienegas Basin, Coahuila, Mexico. *Bulletin Chicago Herpetological Society* 28: 263-265.

Lazcano, D. and Bryson, R. W. Jr. 2010. *Gerrhonotus parvus* juvenile size. *Herpetological Review* 41(1) 79.

Lazcano, D., J. Banda-Leal, H. Gadsden-Esparza, G. Castañeda-Gaytán, and S.C. Hernández-Bocardo. 2018. Thermal ecology of the Pygmy Alligator Lizard *Gerrhonotus parvus* Knight & Scudday, 1985, in Nuevo León, Mexico. *Amphibian & Reptile Conservation* (In press)

Lemos-Espinal, J.A, and J.R. Dixon. 2013. Amphibians and Reptiles of San Luis Potosí. Eagle Mountain Publishing. Pp.312.

McCoy, C.J. 1970 A new alligator lizard (genus *Gerrhonotus*) from the Cuatro-Cienegas Basin, Coahuila, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 15: 37-44.

Pal, A, M.M. Swain, and S. Rath. 2010. Observations on microhabitat use and activity patterns in *Sitania ponticeriana* (Sauria: Agamidae). *Russian Journal of Herpetology* 17(1): 22-234.

## LLUVIA DE ORO O SOMBRILLA JAPONESA EN LA CIUDAD METROPOLITANA DE MONTERREY.

¡No es *Koelreuteria paniculata*, ni es de Japón!

M.A. Guzmán Lucio, M.A. Alvarado-Vázquez, A. Rocha-Estrada y J.A. Gallegos-López

Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Ciudad Universitaria 66455, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México  
email marco.guzmanlc@uanl.edu.mx

### Introducción

Actualmente se definen tres especies, *Koelreuteria bipinnata* y *K. paniculata*, ambas confinadas al este de China, y *K. elegans*, distribuida en Taiwan y Fiji. Las especies *Koelreuteria bipinnata* y *K. elegans* y sus sinónimos han sido fuente de confusión taxonómica entre botánicos, horticultores y comerciantes de plantas, no así como *Koelreuteria paniculata* quién les ha representado menos dificultad, no obstante todas las especies están bien representadas en parques, arboretums, campus y jardines de muchos países del mundo (Meyer, 1976).

Esta situación de confusión aplica a la Ciudad de Monterrey para el árbol denominado Lluvia de Oro y también conocido como Sombrilla Japonesa. El primer nombre hace alusión al color amarillo brillante de sus flores que caen del árbol una vez que finaliza su temporada de polinización, de forma eventual, cada vez que una brisa de aire las desprende paulatinamente. El nombre de som-



Figura 1. Árbol en fructificación de *Koelreuteria elegans* subsp. *formosana* en la ciudad de Monterrey. Con cápsulas de color rojo ladrillo

brilla japonesa obedece a que es un árbol de sombra pero también a la adjudicación arbitraria y la creencia sin investigar realmente su procedencia y origen, pero que por ser de una flora regional similar, en este caso China y Japón en el este de Asia, se toma indistintamente el país y se difunde sin fundamento. No sólo el nombre común ha sido un problema, también el nombre científico aplicado a las plantas que se encuentran en la ciudad de Monterrey que corresponden realmente a *Koelreuteria elegans* subsp. *formosana*, en lugar de *Koelreuteria paniculata*.

Derivado de la duda e incongruencia de imágenes de la red y documentos digitales e impresos sobre el nombre de la especie, se realizó esta investigación, con la finalidad de manejar correctamente el nombre científico correspondiente y gravitar toda la información actual y futura de esta planta.

## Material y Métodos

Para la investigación se consideraron las observaciones reiteradas de árboles presentes en jardines de plazas y parques públicos, camellones, baldíos, banquetas y espacios próximos a las bardas de casas habitación, ríos y arroyos en municipios del área metropolitana de Monterrey desde el año de 1990, en donde la especie a pesar de conocerse por el nombre científico de *Koelreuteria paniculata*, invariablemente se trataban de especímenes de la misma especie. También se revisaron especímenes del herbario institucional UNL de la Facultad de Ciencias Biológicas, UANL, fechados del año de 1980. Búsquedas en la red, confirmaron el nombre erróneo de registros de *Koelreuteria paniculata* en diversos documentos académicos y de investigación así como reportes técnicos de consultores ambientales. Consulta de diversos documentos bibliográficos de referencia para el género como Meyer (1976), Ching (1993) y Shu (2007).

## Resultados

El nombre más común en inglés para las especies del género es Goldenrain-Tree o Árbol lluvia de oro. Se compone de 3 especies y dos subespecies con distribución en el este-sureste de Asia.

### Taxonomía

*Koelreuteria paniculata* Laxm.

*Koelreuteria bipinnata* Franchet

*Koelreuteria elegans* (Seem) A.C. Sm.

*Koelreuteria elegans* (Seem) A.C. Sm. subsp. *elegans*

*Koelreuteria elegans* (Seem) A.C. Sm. subsp. *formosana* (Hayata) F.G. Meyer

De los citados documentos taxonómicos para la identificación de la especie de árbol ornamental observado en la ciudad de Monterrey, conocido como lluvia de oro, sombrilla japonesa, canelo chino, lámpara china, se integraron las claves presentadas en el presente trabajo.

#### CLAVE PARA ESPECIES DEL GENERO *Koelreuteria*

- A. Hojas pinnadas o imperfectamente bipinnadas con los folíolos toscamente crenado-serrados a pinnatisectos y lobulados. Valvas de la cápsula de color pajizo, ovadas, estrechas en el ápice para formar un fruto maduro cónico  
***Koelreuteria paniculata***
- A'. Hojas uniformemente bipinnadas, folíolos definidamente serrulados. Valvas de la cápsula ampliamente elípticas, a veces ligeramente más largas que anchas pero de ápice no cónico cuando la cápsula está madura, teñida de rosa o rojo ladrillo .....(B)
- B. Folíolos ligeramente oblicuos en la base, de ápice agudo corto acuminados. Pétalos 4, raramente 5  
***Koelreuteria bipinnata***
- B'. Folíolos fuertemente oblicuos, largo acuminados y algunas veces caudados. Pétalos comúnmente 5, ó 4...(C)
- C. Peciolulos de 1 a 2.5 mm y a veces 3 mm de longitud. Estilos 4.5 a 7.5 mm de longitud. Origen en Fiji  
***Koelreuteria elegans* subsp. *elegans***
- C' Peciolulos de 4 a 5 mm y a veces 10 mm. Estilos de 3 a 4 mm de longitud. Origen en Taiwan  
***Koelreuteria elegans* subsp. *formosana***

La especie presente en el área metropolitana de Monterrey fue identificada como *Koelreuteria elegans* subsp. *formosana*. Se observó como una planta ornamental pero también en arroyos y ríos de la ciudad, lo que confirma su distribución en el medio silvestre. Algunos sinónimos de la especie corresponden a:

*Koelreuteria formosana* Hayata

*K. henryi* Dummer

*K. vitiensis* A.C. Sm.

### Descripción Botánica

Este árbol deciduo de la familia Sapindaceae puede alcanzar 17 m de altura y 0.5 m de diámetro. Tronco con lenticelas redondas o lenticulares, en forma de pústulas, corchosas, café canela, comúnmente con la corteza exfoliando en láminas cuadrangulares.

Hojas bipinnadas, de 25 a 60 cm de longitud y 15 a 44 cm de ancho; raquis corto pubescente sobre el lado superior que esta mas ó menos surcado; folíolos 10 a 17 por pinna, oblongo ovoides, de 6 a 10 cm de longitud por 1.8 a 3 cm de ancho, largo acuminados a caudados; fuertemente oblicuos en la base, serrulados, pubérulos sobre las nervaduras sobre ambas superficies cuando jóvenes, tendiendo a ser glabros en la madurez y pubérulos en la nervadura media y peciolulos, las venas laterales 10 a 12 pares, vagamente delineadas en el haz, delgadas y elevadas en el envés, peciolulos de 4 a 5 y hasta 10 mm de longitud.

Inflorescencias paniculadas en el ápice de las ramas, con floración enteramente amarilla y fructificación rosado-rojiza. Flores con pétalos usualmente 5, menos comúnmente 4, agudos, de 6 a 7 mm de longitud y 1.5 a 2.5 mm de ancho, esparcidamente vellosos en la base. Filamentos estaminales de 4.5 a 6 mm de largo.



Figura 2. Floración mostrando a) la substitución de la floración de color amarillo por cápsulas tricarpelares en forma de farol, b) fruto desarrollado.

Cápsulas alrededor de 4 cm; papirácea, inflada y tricarpelar. Estilos del pistilo 3 a 4 y hasta 5 mm de longitud que se proyectan desde la escotadura apical del fruto.

Semillas 1 a 2 por carpelo, café lustrosas a negras. Algunas de las semillas alojadas en las valvas de la cápsula son rudimentarias. Planta originaria de Taiwan. En la reproducción de *Koelreuteria elegans* subsp. *formosana*, abejas y otros pequeños insectos son los polinizadores usuales.



Figura 3. Placentación de 1 a 2 semillas lustrosas por valva papirácea que son transportadas por el viento.

Es posible que los árboles en estado vegetativo pudieran confundirse con los árboles de *Melia azedarach*, conocido comúnmente como canelo, lila o canelo chino. Se diferencia de forma vegetativa al tener esta última especie una corteza estriada con láminas alargadas; en estado reproductivo se reconoce mejor por qué tiene flores con pétalos de color blanquecino-lavanda claro, y en variados tintes de color violáceo y una columna estaminal con el color más oscuro. Los frutos forman una drupa subglobosa de color amarillento y lenticelas visibles al madurar y color pajizo al envejecer, el endocarpo o hueso presenta amplias estrías y costillas longitudinales.

### Discusión

La introducción de la especie en Norteamérica ocurrió en 1915 por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, desde Taipei en Taiwan, en estados como California, Florida e islas de Hawaii (Meyer, 1976). Se desconoce el momento de la introducción en México. La carencia de registros anteriores a 1980 como los registrados en el herbario UNL para la ciudad de Linares y de Saltillo, presupone que la presencia de la especie de encontrarse en la ciudad de Monterrey era imperceptible por ser en ese tiempo un árbol muy poco común o de introducción también reciente, ya que los árboles de ornato más antiguos de la ciudad y los encontrados en campo en ríos y arroyos al día de hoy en nuestra percepción no rebasa los 40 años de edad. El conocimiento de la presencia de la especie y la difusión de su nombre incorrecto se asocia al uso de imágenes de la red de internet en la ciudad, la cual inició y se difundió vertiginosamente a partir de los años ochenta, a esto se une la falta de documentos taxonómicos para identificar plenamente al género, ya que no estaban disponibles para los investigadores botánicos de la región.

### Conclusión

El árbol conocido como lluvia de oro o sombrilla japonesa en la ciudad de Monterrey pertenece al taxón *Koelreuteria elegans* subsp. *formosana*, aunque no se descarta que en algún jardín privado pudiera estar alguna otra de las especies del género y que eventualmente en un futuro no tan lejano pudiera estar representadas ambas especies. Se sugiere el uso del nombre común de Lluvia de oro para este árbol, como el dado para las especies del género, o Sombrilla Taiwan en lugar de sombrilla japonesa, ya que en este último país solo existe de forma naturalizada.

### Referencias

- Ching H.Ch. 1993. Sapindaceae. Flora of Taiwan. Committee of the Flora of Taiwan. National Taiwan University. 3:599-608.
- Meyer G.G. 1976. A revision of the genus *Koelreuteria* (Sapindaceae). Journal of the Arnold Arboretum. Harvard University. 57(2):129-166.
- Shu S.L.. 2007. *Koelreuteria* Laxmann. Flora of China 12:9-10., <http://flora.huh.harvard.edu/china//PDF/PDF12/Koelreuteria.pdf>, <http://www.efloras.org>

## AZOTEAS VERDES: BENEFICIOS E IMPACTOS EN EL AMBIENTE URBANO

**A. Ruvalcaba-Hernández**

Facultad de Ciencias Biológicas, UANL

### Introducción

El crecimiento acelerado de las poblaciones trae consigo un desequilibrio social, económico y ambiental. Debido a la concentración de edificios y tránsito vehicular, la vida en nuestras ciudades se ha vuelto insana.

La demanda de nuevos productos y medios energéticos no renovables que soportan nuestro estilo de vida ha llevado a que en la naturaleza se alteren los patrones naturales sufriendo así cambios climáticos drásticos como perturbaciones en el ciclo del agua, déficit de zonas verdes y disminución de biodiversidad.

Esto genera una serie de problemas, no solo sociales y económicos, sino también ambientales, especialmente visibles en las ciudades de los países en vía de desarrollo, las cuales carecen generalmente de la infraestructura adecuada para mitigar los efectos de la desordenada expansión urbana.

Las grandes ciudades (socializadas) presentan problemas en los ciclos ambientales, de residuos, edificatorios, sociales y salubres.

A medida que más y más personas viven en las ciudades, la restauración, conservación y mejora de la biodiversidad en las zonas urbanas se vuelven cada vez más importantes.

Actualmente la construcción masiva de edificaciones genera diversos impactos ambientales al entorno, empezando por la intervención de áreas naturales, perjudicando las condiciones del suelo, bosques y biodiversidad presente en el lugar, además de generar grandes cantidades de residuos contaminantes.

Los techos y muros verdes son tecnologías que pueden ser utilizadas como herramientas para la gestión ambiental en los edificios, casas, y prácticamente cualquier infraestructura urbana que cuente con una cubierta artificial.

### Historia

Si bien el uso de los techos verdes se ha popularizado en los últimos años, han existido desde hace mucho tiempo, siendo muy prominentes en casas rurales de Europa durante la edad media debido a la disponibilidad y el bajo costo de los materiales.

Antes de la era industrial, la gente no tenía el acceso a los materiales de construcción actuales, como el asfalto. Ante la escasez de estos recursos, los techos eran construidos con el material que se encontraba a mano.

El uso de mantos de pasto, con propiedades aislantes era una buena opción ya que ayudaba a mantener la casa fresca durante el verano e impedía la fuga de calor durante el invierno. Con el paso del tiempo, esta práctica se fue reemplazando por el uso de materiales como las tejas de cerámica.

Sin embargo, hace unos años se comenzaron a publicar estudios y artículos evaluando los beneficios de los techos ajardinados, particularmente en Alemania.

Es en 1961 que Reinhard Bornkamm, un investigador de la Universidad Libre de Berlín, publica sus estudios sobre techos verdes.

En los años siguientes comenzaría el estudio de techos verdes y otras construcciones ecológicas en

Berlín de la mano de Bornkamm y el Dr. Herbert Sukopp. Eventualmente, debido al incremento en investigaciones, proyectos y al número de empresas interesándose por este nuevo negocio se funda en 1975 la sociedad para el Desarrollo de Paisajes y Diseño de Paisajes (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau o FLL) para desarrollar estándares para la construcción de techos verdes.

Actualmente se estima que entre un 7 y un 10% de los techos de Alemania están ajardinados (Bass y Baskaran, 2003). En algunas ciudades este porcentaje es mayor debido a incentivos económicos ofrecidos por el gobierno en forma de subsidios o de recortes impositivos.

Actualmente esta tecnología continúa ganando fuerza en Europa y en Estados Unidos, particularmente en ciudades como Chicago, Portland y Atlanta. Han surgido en los últimos años un gran número de empresas dedicadas a la construcción y desarrollo de techos ajardinados, como Liveroof, Living Roofs y Roofscapes.

En Estados Unidos, el programa LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) clasifica a las construcciones con un sistema de puntos orientado a favorecer los diseños sustentables que resulten en un menor y más eficiente uso de energía y de materiales.

Este sistema permite identificar edificios en los cuales se considera que el ambiente de trabajo es más saludable y los costos de mantenimiento son menores.

Se caracterizan ya que, en las zonas de climas fríos calientan, puesto que almacenan el calor de los ambientes interiores y en los climas cálidos enfrían, ya que mantienen aislados los espacios interiores de las altas temperaturas del exterior.

### **Fundamentos del Uso de Azoteas Verdes**

Las azoteas verdes cobraron importancia en los años 70 del siglo pasado, teniendo énfasis en la conservación de la energía y la eficiencia energética.

Posteriormente en los años 80 crece la preocupación acerca del impacto que produce la operación de los edificios y la fabricación de los materiales de construcción sobre el medio ambiente natural.

Durante esta misma década los problemas de la pobre calidad del aire interior y la inadecuada ventilación en edificios herméticos constituyeron una preocupación creciente.

La azotea verde urbana reporta beneficios al medio ambiente, a los edificios y a los usuarios. Existen dos tipos básicos de azoteas verdes, la azotea intensiva (Figura 1 y 2), la cual crea verdaderos jardines, y la azotea extensiva (Figura 3) que es más una lámina vegetal bien adaptada y que requiere cuidados mínimos.



**Figura 1. Azotea intensiva, vegetación más elevada y mayores requisitos de mantenimiento (GreenRoof, 2017).**

### **Azotea verde intensiva**

Este tipo de techo se caracteriza por ser un techo verde más complejo y elaborado, ya que su vegetación es específica y requiere de cuidados específicos, exige un sistema de irrigación complejo, y de componentes en el sustrato que proporcione los nutrientes suficientes a la vegetación para su desarrollo.

El techo verde intensivo se asemeja a un campo abierto o jardín a nivel de terreno, es por eso por lo que el grosor del sustrato es mayor al de un techo

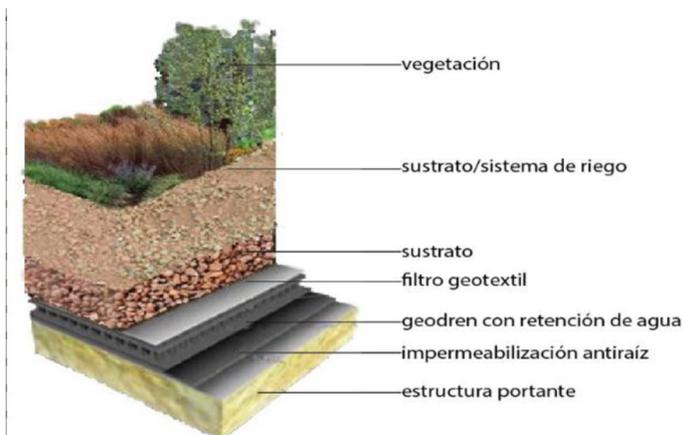


Figura 2. Sección de azotea verde intensiva (Agudelo *et al.*, 2013).

verde extensivo, por lo cual su instalación y mantenimiento es más complejo comparado con un techo verde extensivo o semi intensivo.

En la mayoría de los casos este tipo de techos requiere de un sistema de irrigación, y una fertilización especial, así como también de un cuidadoso mantenimiento; y dependiendo del tipo de plantas hasta pueden requerir de un sistema adicional de recolección de agua.

En ella se designa una plantación vivaz de plantas leñosas y superficies de césped, que usualmente se encuentran en campo abierto. Requiere de un tipo de estructura de edificación adecuada para su instalación ya que por su compleja construcción y tipo de vegetación puede llegar a tener un peso en su estado no saturado de  $12\text{KN/m}^2$  ( $1200\text{kg/m}^2$ ) (Figura 2).

### Azotea verde extensiva

Caracterizada por ser una azotea verde simple que puede asignarse tipos de vegetación o plantaciones simples y silvestres, el cual no requiere un tipo de mantenimiento dedicado, ya que no demanda un sistema de irrigación complejo, este puede ser hasta cierto punto natural, es muy conveniente por su sencillez ya que su capa de sustrato es la más delgada entre los techos verdes.

A este tipo de azotea se designa una plantación que crece naturalmente sin ser sembrada, que se las



Figura 3. Azotea extensiva con sustrato poco profundo, vegetación resistente a la sequía y bajos requisitos de mantenimiento (GreenRoof, 2017).

arregla con un escaso espesor de sustrato desde tres hasta 15 centímetros sin agua ni nutrientes, y forma una duradera y cerrada capa de plantas. Los pesos son menores a los  $1,6\text{ KN/m}^2$  ( $160\text{ kg/m}^2$ ) (Figura 4). La vegetación de musgos, hierbas o pastos de diferente composición pueden sobrevivir sin cuidados y resistentes al calor y al frío. Generalmente se eligen plantas silvestres por su capacidad de regeneración, resistencia y adaptación.

Estos sistemas se componen de capas de protección de la edificación y capas de soporte de la vegetación. Se trabaja en la adaptación de los sistemas a condiciones específicas, en nuevos usos aprovechamientos y en la integración de azoteas verdes en la planificación de ciudades sostenibles.

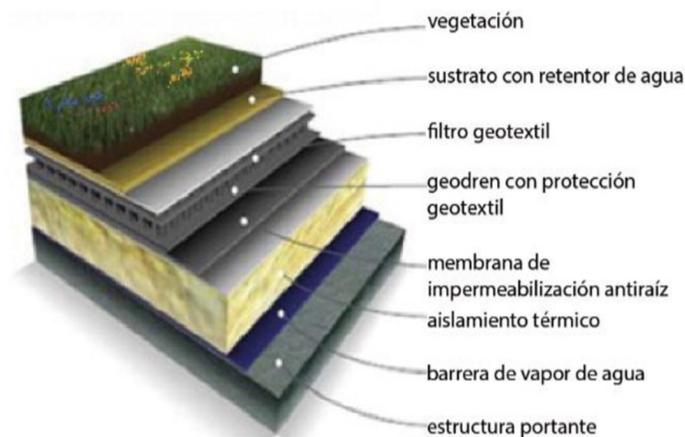


Figura 4. Sección de azotea verde extensiva (Agudelo *et al.*, 2013).

## **Beneficios Ambientales**

Mejora la calidad de aire: produce anualmente el oxígeno suficiente para satisfacer las necesidades de un ser humano. Las plantas absorben gases contaminantes a través de sus estomas interceptando el material particulado con sus hojas, son capaces de descomponer compuestos como hidrocarburos poli aromáticos fijados en sus tejidos o en el suelo. Se estima que 2.000 m<sup>2</sup> de hierba sin cortar en un techo verde puede eliminar hasta 4.000 kg de material particulado.

Regulación de temperatura: regula el ambiente a través del enfriamiento por la proporción de sombra y por el fenómeno de transpiración, que a su vez disminuye las reacciones fotoquímicas que forman los contaminantes atmosféricos como el ozono en la atmósfera.

Aporte a la conservación de la biodiversidad: estas azoteas pueden convertirse en hogares para muchos insectos y aves, sobre todo aquellos diseñados para tener poco mantenimiento.

Aporte de áreas verdes en las ciudades: el crecimiento de las ciudades hace que cada vez sean menos las áreas verdes en metrópolis, es por eso que estas azoteas ayudan a compensar esa falta de áreas.

## **Beneficios Técnicos**

Aislación térmica de los edificios: evitan que el calor pase a través del techo. Este tiene mejores resultados si se utiliza un medio creciente de baja densidad, debido a que es más poroso, por otra parte, mientras mayor sea el contenido de humedad el medio creciente mayor será su capacidad aislante.

Aislación acústica de los edificios: el suelo, las plantas y las capas de aire atrapadas en el sistema, sirven como aislación acústica. El medio creciente tiende a bloquear las ondas de baja frecuencia, mientras que las plantas hacen lo mismo con las de alta frecuencia.

Manejo del agua de lluvia: es almacenada en el medio de crecimiento, de donde es absorbida por las

plantas y luego devuelta a la atmósfera mediante el proceso de evaporación y transpiración. Puede llegar a retener del 70% al 80% de la precipitación que cae sobre él, y en invierno del 25% al 40%, reduciendo la cantidad de agua que se derrama desde el techo.

Protección de la impermeabilización: una azotea verde protege la capa impermeable más que un techo tradicional, prolongándolo así su vida útil y con ello un ahorro de gastos en el mantenimiento.

## **Beneficios sociales**

Beneficios relativos a la salud: estas áreas ayudan a las personas a enfrentar el estrés y promueven actividades relajantes. Las personas se hacen menos susceptibles a las enfermedades, ya que se filtra el aire.

Producción local de alimentos: se pueden convertir en una oportunidad para la agricultura urbana, con todos los beneficios que esto conlleva, que las familias produzcan sus propios alimentos, como la mayoría de los vegetales.

Satisfacción visual: tiene una vista natural, ya que atrapa la atención de aquellos que la pueden ver, alejándolos de sus problemas y preocupaciones lo cual estudios psicológicos demuestran que también es un aporte a la salud.

## **Beneficios económicos**

Reducción de gases de efecto invernadero: disminuye los gastos necesarios para cumplir con las regulaciones y limitaciones al respecto.

Disminución de gastos de energía: en los sistemas de enfriamiento y calentamiento del edificio, lo que conlleva a un ahorro en los gastos rubros, tanto en el tamaño de los equipos a utilizar, como en las facturas de electricidad mensuales.

Ahorro en gastos de alimentos: al estar produciendo sus propios alimentos como vegetales.

Debido al aporte al medio ambiente que les rodea, y al ahorro energético que le brindan al edificio, un techo verde, azotea verde o cubierta 'ajardinada'

en el techo de un edificio –ya sea parcial o totalmente cubierto de vegetación; en tierra o en un medio de cultivo apropiado y que utiliza tecnologías para mejorar el hábitat o ahorrar consumo de energía,– es un elemento importante a la hora de diseñar y construir de manera sustentable.

### **La planificación ecológica de los paisajes**

Es una de las disciplinas que puede contribuir sustancialmente a regulación del proceso de urbanización en áreas ambientales sensitivas.

Los resultados que se han tenido hasta ahora demuestran que los techos verdes amortiguan mejor las temperaturas exteriores, reduce la oscilación térmica y; en el consumo eléctrico, con una diferencia promedio anual de un 28%.

Los aires acondicionados colocados bajo las azoteas verdes logran menor consumo de electricidad por que el aire interior es menos calentado por el techo en horas de sol y, además el aire recibe menos calor acumulado a través del techo.

El potencial de ahorro de energía de las azoteas verdes es ampliamente promocionado como un beneficio importante que no se ha estudiado con mucho detalle, con pocas excepciones.

Los estudios de campo en general se han limitado a la evaluación de los efectos de los climas de verano en los techos verdes, con un enfoque en la temperatura de la superficie.

Así mismo la contaminación también se reduce directamente cuando las partículas de polvo y humo quedan atrapadas en la vegetación.

Además de que las plantas absorben gases tóxicos, especialmente aquellos originados por los escapes de vehículos y que constituyen una gran parte del smog urbano.

Estas azoteas en las zonas urbanas y suburbanas actúan como un corredor verde y proporcionan un hábitat de vida silvestre. Se pueden conectar los hábitats fragmentados entre sí con el fin de promover la biodiversidad urbana.

### **Azoteas verdes en México**

En México estos sistemas empiezan a adoptarse paulatinamente, siendo en las grandes ciudades (Cd. de México, Monterrey, Guadalajara) en donde se han implementado principalmente.

Hoy en día La Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) ha venido impulsando desde el año 2007 la creación de áreas verdes inducidas mediante el sistema para la naturalización de azoteas. Así mismo, ha colaborado con el gobierno de la **Ciudad de México** para realizar proyectos de techos verdes en los siguientes edificios:

1. En el 2007 en colaboración con el Sistema de Transporte Colectivo Metro se realizó el proyecto de techo verde en la Glorieta del Metro Insurgentes.
2. En el año 2008, algunas edificaciones públicas pertenecientes al Gobierno del Distrito Federal también fueron promovidos los techos verdes. Los espacios naturados fueron:
  - Hospital de Especialidades Dr. Belisario Domínguez con una superficie naturada de 971.00 m<sup>2</sup>.
  - Escuela Preparatoria Iztacalco “Felipe Carrillo Puerto” con una superficie naturada de 1477.85 m<sup>2</sup>.
  - Escuela Preparatoria Coyoacán “Ricardo Flores Magón” con una superficie naturada de 2222.80 m<sup>2</sup>.
  - Centro de Educación Ambiental “Yautlica” con una superficie naturada de 1500.00 m<sup>2</sup>.
  - El Museo de Historia Natural con una superficie naturada de 60.00 m<sup>2</sup>.
  - Secundaria técnica N° 14” Cinco de Mayo” con una superficie naturada de 220.50 m<sup>2</sup>.
3. Durante el año 2009, gracias a los resolutiveos de impacto ambiental que indican la naturalización como una de las medidas de mitigación de los impactos ambientales negativos de construcciones diversas se realizaron los tra-

bajos en la zona metropolitana en:

- Plaza Central
- Superama Horacio
- Escuela Preparatoria Álvaro Obregón “General Lázaro Cárdenas del Río”.

4. En el 2010 sólo se logró naturar el centro de Enseñanza Ambiental “Dr. Mario Molina” con una superficie de 140.00 m<sup>2</sup>.

Actualmente la Secretaría del Medio Ambiente en coordinación con la Secretaría de Finanzas, otorga un beneficio fiscal del 10% en la reducción del impuesto predial, a las personas físicas que acrediten ser propietarias de inmuebles destinados a uso habitacional y que instalen voluntariamente un sistema de naturación de azoteas verdes en los techos de sus viviendas para la zona del Distrito Federal y metropolitana (SEDEMA, 2016).

#### **Azotea verde en CFE (Monterrey, Nuevo León). Contribuyendo al Medio Ambiente**

El proyecto, inició como una alternativa para crear hábitats urbanos alternos, que mejoren la calidad del aire, el cuidado y aprovechamiento del agua, el bienestar personal y la salud de la comunidad; contribuyendo de esta forma, a lograr un equilibrio ecológico y un desarrollo urbano sustentable.

La Azotea Verde de la Residencia Regional de Construcción Noreste de la Coordinación de Proyectos de Transmisión y Transformación de Comisión Federal de Electricidad (CFE), se sitúa en el tercer piso del edificio ubicado en Av. Junco de la Vega No. 3450, de la Colonia Contry Tesoro, en la ciudad de Monterrey, Nuevo León (Figura 5).

La vegetación utilizada conta de 10 especies, en las que son plantas de ornato, arbustos y pasto. Las plantas seleccionadas, son las que se adecúan a las condiciones del sitio en la ciudad de Monterrey (exposición al sol, clima de lugar, etc.) y forman un diseño armónico, teniendo en cuenta colores de flores y de hojas, texturas y tamaños

Esta azotea, no cuenta con un sistema de captación y almacenamiento de agua, el sistema de irrigación



**Figura 5. Azotea verde de CFE (CFE, 2010).**

es por aspersión. Este tipo de sistema se utiliza para cultivos que requieren de un sistema de riego de bajo caudal, con excepcional uniformidad de distribución y óptima resistencia a las obstrucciones.

Tienen contemplado expandir la naturación hacia toda el área que comprende la azotea del edificio, aproximadamente 240 m<sup>2</sup>, además de realizar el cultivo de Hortalizas. De esta forma, la azotea verde, es un lugar que permite obtener ahorros en el consumo de energía eléctrica del edificio, mediante el aislamiento térmico que provee la naturación de la azotea, un ahorro en el gasto de impermeabilización futura, aislamiento acústico, pero sobre todo es un lugar que permite recordar la importancia de preservar el entorno para las generaciones futuras (CFE, 2010).

#### **Azotea verde en Banco Banorte, centro de contacto Roberto González Barrera**

El presidente del consejo de administración de Grupo Financiero Banorte, Guillermo Ortiz, y el director general de la institución, Alejandro Valenzuela, inauguraron la azotea verde en el Centro de Contacto Roberto González Barrera el día 24 de octubre del 2013, el cual tiene un área de 4,000 m<sup>2</sup> en donde se utilizaron 1,750 m<sup>2</sup> para la azotea verde, diseñada y construida por la empresa Ciceana.

Contiene plantas características de los ecosistemas de las tres regiones del país, sur, centro y norte. Se utilizaron 40 mil ejemplares, de 67 especies, en donde 16 de ellas son cactáceas en peligro de extinción protegidas por la NOM-059.

Crearon un vivero en donde se cultivaron las mismas especies que tienen, para renovar a las que se vayan dañando a largo plazo, quieren que a futuro se realicen recorridos de educación ambiental para niños de preescolar, escolar y secundaria (Aranda, 2013).

### **Azotea verde y Jardín Botánico. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.**

Contamos con un techo verde en FCB (Figura 6), UANL, en el edificio de unidad B, tercer piso con una superficie total de 95 m<sup>2</sup>.

Se impulsó para programas que beneficien la salud ambiental de los ecosistemas urbanos.

Cumple con propósitos como:

- Aportación de múltiples servicios ecológicos y ambientales.
- Espacio para la educación ambiental.
- Jardín botánico regional.
- Espacio para la conservación de especies en categoría de riesgo.

Cuenta con 3 zonas, en la primera zona cuenta con agaváceas, ya que es el grupo más dominante, en la segunda zona se presentan las cactáceas, y en la zona 3 se presenta un poco de matorral regional y con la mayoría de crasuláceas y suculentas. Cuenta con más de 100 especies.

### **Guadalajara, Jalisco**

Se tiene conocimiento de la presencia de muchas azoteas verdes en edificios de Guadalajara, sin embargo no se encontró literatura en donde abalen la información de donde estas se presentan.

Se saben que la mayoría de las azoteas están ubicadas en edificios de departamentos en el área de Chapultepec.

### **Estudios de caso que muestran el impacto de las azoteas verdes en el mundo**

#### **Colombia**

En Colombia, especialmente en Bogotá se están implementando los techos verdes, así como lo hace el Reino Unido, Hungría, Suecia, Holanda, Alemania, Suiza y otros países en el mundo, los cuales son un ejemplo claro de la tendencia y la importancia que tienen las terrazas verdes y la arquitectura sostenible en el medio ambiente. Estos países fueron los pioneros en implementar y dar a conocer este sistema (Jiménez *et al.*, 2017).

Este artículo plantea analizar los beneficios socio ambientales de las infraestructuras verdes aplicables al plano urbano en los métodos de construcción y planificación urbanística en la ciudad de Bucaramanga, como herramienta para hacer frente a los efectos del cambio climático y mejorar las condiciones de vida de la población, identificando los problemas y dificultades por la cual atraviesa la ciudad.

Por ello, las áreas urbanas necesitan de una interacción social y ambiental para generar beneficios a los seres vivos que allí se congregan, incluyendo los seres humanos. Implementando actividades de esparcimiento cultural donde la gente se involucre cada vez más con los parques y zonas verdes de la ciudad, su apreciación y su posterior sentido de pertenencia.

#### **México**

Ordoñez *et al.* (2012), menciona que la búsqueda del confort térmico en edificaciones al menor costo energético es una aspiración humana; en Yucatán la alta temperatura ambiental estimula la búsqueda de tecnologías que maximicen el confort al interior de las viviendas.

Los techos verdes son una de las opciones tecnológicas que se orientan a este objetivo. La selección



Figura 6. Azotea verde de la Facultad de Ciencias Biológicas



Figura 7. A) *Portulaca pilosa*. Fotografía de Forest Starr y Kim Starr, 2003. B) *Kalanchoe fedtschenkoi*. C) *Sedum rubrotinctum*. Fotografía tomada de Montain Crest Gardens. D) *Pinguicula grandiflora*. Fotografía tomada de ICPS, 2010. E) *Sedum dendroideum*. Fotografía de Zoya Akulova, 2009. F) *Sedum moranense*. Fotografía de Humb & Bonpl, 1823. G) *Aptenia cordifolia*.

adecuada de plantas y sustratos para techos verdes tiene efecto importante sobre su efectividad y costo económico.

Ellos trabajaron con el potencial de 18 especies de plantas utilizando cuatro variaciones de sustrato. Todas las especies seleccionadas pudieron sobrevivir periodos de sequía mayores a 60 días con poco impacto en el tamaño de sus poblaciones, destacándose en ellas (Figura 7).

El mayor incremento en cobertura lo alcanzaron especies ornamentales y nativas con aumentos de cobertura de más de 200 cm<sup>2</sup>, entre las especies utilizadas para techos verdes solo *S. dendroideum* (Figura 7F) se acerca a un crecimiento de cobertura similar. *K. gastonis* es la especie que mayor incremento en cobertura alcanza, sin embargo la cobertura inicial fue de 100 cm<sup>2</sup>.

*C. repens*, *P. pilosa* y *P. umbraticola* son especies que alcanzan una gran cobertura iniciando de una

cobertura pequeña y esto puede representar una ventaja cuando se combinan con especies de mayor porte, sin embargo su uso puede ser perjudicial en combinación con plantas de porte similar a las que pueden cubrir por completo.

### Argentina

Las ciudades, pese a su diversidad presentan características ambientales comunes en muchas partes del mundo, como por ejemplo la presencia de la Isla de Calor Urbana (ICU). La ICU evidencia el impacto del hábitat construido sobre el medio físico y el aumento de temperatura que produce.

La mayoría de las emisiones de gas de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático global, provienen de zonas urbanas. Para Buenos Aires se está pronosticando, en el período 2020-2029, un aumento de las temperaturas promedio máximas en 0.6°C hasta de 2°C.

Fue posible afirmar, en el caso analizado y en las condiciones climáticas de CABA en el periodo y para los tipos de techos verdes estudiados, que las cubiertas vegetadas pueden ser un aporte a la regulación térmica de las edificaciones, como se puede mostrar el desarrollo de estas en la Figura 8 y 9 (Rosatto *et al.*, 2016).

### Estados Unidos

Primero toman consideraciones para la selección de plantas, donde uno de los factores en la selección del material vegetal, son la intención del diseño, el atractivo estético, las condiciones ambientales, la composición y profundidad de los medios, los métodos de instalación y el mantenimiento. Los factores de diseño que pueden influir en la selección de plantas incluyen accesibilidad y uso del techo en lugares secos) y objetivos de aislamiento térmico. Antes de seleccionar especies en función de la intención del diseño, las expectativas de la estética deben abordarse porque muchas especies tienen períodos latentes cuando el techo verde puede no aparecer tan verde.

Mencionan que poco se ha publicado para especies probadas en las porciones del sur de los Estados Unidos. Sin embargo, científicos en Singapur (probablemente comparable a una zona de resistencia estadounidense de 10 u 11) han encontrado

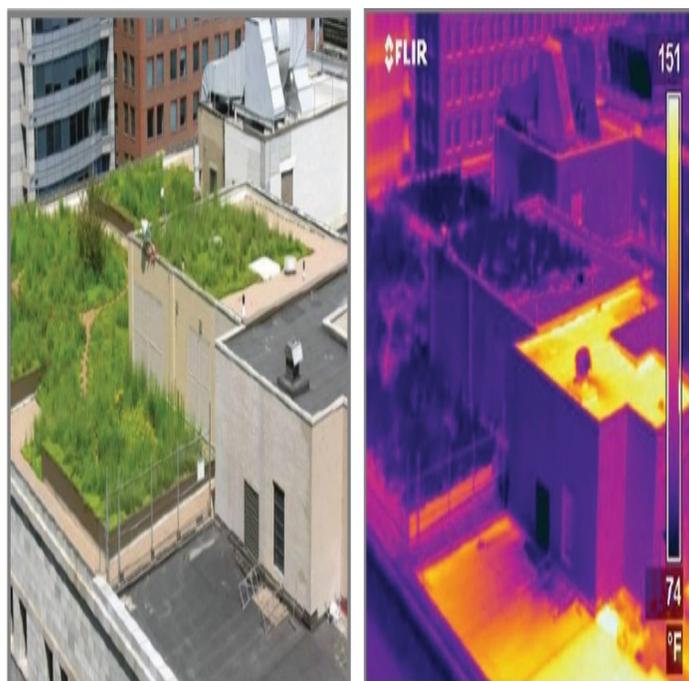


Figura 8. Diferencia de temperatura superficial entre un techo verde y uno convencional.

que 24 especies prosperan en techos de 2 a 4 pulgadas, algunas de ellas son: *Aglaiá odorata*, *Aloe vera*, *Aptenia cordifolia*, *Callisia repens*, *Carpobrotus edulis*, *Delosperma lineare*, *Furcraea foetida*, *Ixora coccinea*, *Kalanchoe tomentosa*, *Liriope muscari*, *Lonicera japónica* y *Murraya paniculata*.

Ya se están probando especies actualmente en las regiones del sur de los Estados Unidos.

Todavía no se han publicado resultados, pero sirven



Figura 9. Azoteas verdes en Buenos Aires ( Fotografía de David Assael, 2017).

como un buen punto de partida para los extensos techos verdes en esas regiones. En Florida, con 5 pulgadas de medios, se están probando 10 especies. En Texas, con 4 pulgadas de medio, se están probando 16 especies. Mientras que en California, se está llevando a cabo un esfuerzo a nivel estatal para aumentar la eficiencia energética de los edificios. Los mismos creadores sugirieron un aproximado de 16 especies para un techo extensivo en el área de Los Ángeles, por mencionar algunas de ellas: *Aloe nobilis*, *Carex stricta*, *Carex testacea*, *Delosperma alba*, *Delosperma cooperii*, *Dudleya hassei*, *Dudleya pulverulenta*, *Echinocactus grusonii*.

Tomaron en cuenta la profundidad de medios probadas, si son plantas y regiones recomendadas junto con sus referencias (Getter y Rowe, 2008).

## Grecia

Su investigación se enfocó principalmente en dar una presentación integrada del estado del arte sobre sistemas de techos verdes y selección de plantas, y como segundo el potencial energético de un edificio de oficinas equipado con un sistema de techo verde ubicado en el área metropolitana de Atenas al calcular su consumo de energía durante el invierno y el verano utilizado un modelo matemático preciso. Utilizaron 10 especies de plantas adecuadas para sistemas de techos verdes, tomando en cuenta su estación de floración También muestran especies de plantas adecuadas para climas mediterráneos. El estudio fue realizado en un edificio a 70m elevado del suelo, ubicado en un suburbio no muy poblado del noreste de la ciudad de Atenas, en donde se realizó la instalación del techo verde, para después calcular el impacto del sistema en el consumo de energía de este.

Las principales entradas al programa fueron elementos constructivos del edificio, como son los elementos meteorológicos (temperatura ambiente, humedad relativa, radiación, entre otros) y las ganancias internas del edificio en cuanto a iluminación y equipo técnico.

En las salidas se tomaron la temperatura del aire

interior en la zona térmica de cada edificio y la carga de calefacción, es decir, el consumo de energía del edificio. Estos consumos de energía se calcularon en verano y en invierno, antes y después del techo verde.

Los puntos de ajuste se consideraron iguales a 21°C para el periodo de verano, y 27°C para el periodo de invierno. Obtuvieron porcentajes negativos en los valores correspondientes a la carga del enfriamiento en el periodo de verano del año posterior a la instalación del techo verde, donde se observó un importante ahorro de energía debido a esta tecnología, tipo de suelo deseado y su altura final. Por lo tanto, se obtuvo entre un 15% y 39% la reducción de la carga de refrigeración para todo el edificio, mientras que en el último piso la reducción alcanzó el 58%.

Se concluyó que el techo verde en el edificio de oficinas presentó una contribución significativa para el ahorro de energía, especialmente debido a la notable reducción estimada de la carga de enfriamiento del edificio durante el período de verano. Además, el impacto del sistema de techo verde en la carga de calefacción durante el período de invierno no es significativo (Spala *et al.*, 2008).

## Conclusiones

Las azoteas verdes deberían de ser contempladas, idealmente, desde las etapas iniciales de diseño de los edificios, pues haría más fácil la resolución de los problemas mencionados anteriormente. Está claro que con un solo techo verde no será la solución para toda la contaminación de las ciudades, sin embargo será un paso que va a contribuir a la restauración de la biodiversidad urbana.

Será una mayor contribución al ambiente si se tienen diversas azoteas verdes distribuidas en distintos puntos aleatorios de toda la ciudad, a tener una concentración de plantas en pocos lugares. Pero si se tomarán en cuenta desde la concepción del diseño y se implementarán en los nuevos desarrollos habitacionales en las zonas altas de la ciudad, otras actitudes ecológicas tendríamos, ya que así se po-

drá reducir la presión que estas construcciones ejercerán sobre el sistema de lluvias de la ciudad, reduciendo los riesgos de tener inundaciones.

Si las personas estuvieran más informadas sobre todos los beneficios que conlleva tener una azotea verde, las llevarían a cabo, tomando en cuenta que al tener esta tecnología en nuestra casa u edificios, la Agencia de Gestión Ambiental de la Ciudad de México, otorga el 10% de descuento en los pagos prediales.

## Referencias

- Agudelo, P., Kyung, M. y Hurtado, M.J. 2013. Techos verdes: menos gris, más verde: Creación y Producción en Diseño y Comunicación. Facultad de Diseño y Comunicación. Universidad de Palermo. Buenos Aires, Argentina. Nº58. 21 pp.
- Bass, B. y Baskaran, B. 2003. Evaluating Rooftop and Vertical Gardens as an Adaptation Strategy for Urban Areas. Institute for Research in Construction. National Research Council Canada.
- Bob Ziemer. 2010. ICPS; Carnivorous Plant Photo Finder. Extraído de; [http://cpphotofinder.com/pinguicula-grandiflora-623.html].
- Calvo Ramos D. Kristell, Gómez De la Cruz Alejandra. Techos Verdes: Un Estilo Ecoamigable. Universidad Autónoma de Querétaro. 1-10.
- CFE. 2010. Azotea verde en CFE: Contribuyendo al Medio Ambiente.
- David Assael. 2017. Verde sobre gris: Cubiertas verdes para Buenos Aires. Extraído de; [https://www.archdaily.mx/mx/727232/verde-sobre-gris-cubiertas-verdes-para-buenos-aires].
- Forest Starr & Kim Starr. 2003. The Encyclopedia of Succulents. Extraído de; [www.llifl.com/Encyclopedia/SUCCULENTS/Family/Portulacaceae/29415/Portulaca\_pilosa\_var.\_pilosa].
- Getter, K. L. and Rowe, D.B. 2008. Selecting plants for extensive green roofs in the United States. Michigan State University Extension.
- Humb. & Bonpl. 1823. ICN; International Crassulaceae Network.
- Aranda Ruiz. J.A. 2013. BANORTE: azotea verde en Centro de Contacto Roberto González. Esfera Azul Noticias. Extraído de; [https://www.youtube.com/watch?v=L12jJPZiOs].
- Jiménez, V., Correa, S., Romero, N., & Rodríguez, A.F. 2017. Terrazas verdes, tendencia en Bogotá.
- La Roche, P., & Berardi, U. 2014. Comfort and energy savings with active green roofs. *Energy and Buildings*, 82: 492-504.
- Minke, G. 2009. Techos verdes. Editorial Fin del Siglo. Hiszpania, 1-86.
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R.R., Doshi, H., Dunnett, N. and Rowe, B. 2007. Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. *BioScience*, 57(10): 823-833.
- Ordóñez-López, E. E., Zetina-Moguel, C. y Pérez-Cortés, M. 2012. Sobrevivencia y cobertura de plantas en techos verdes durante el estiaje en Yucatán. *Ingeniería*, 16(2).
- Pearce, H. and Walters, C.L. 2012. Do green roofs provide habitat for bats in urban areas?. *Acta chiropterologica*, 14(2): 469-478.
- Paredes, D.F.R. 2017. Beneficios socio ambientales de las infraestructuras verdes urbanas y su aplicación en la construcción y planificación urbanística en la ciudad de Bucaramanga. *Puente*, 8(2): 15-23.
- Rosatto, H., Botta, G. F., Tolón Becerra, A., Tardito, H. y Leveratto, M. 2016. Problemáticas del cambio climático en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires-aportes de las cubiertas vegetadas en la regulación térmica. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 48(1): 101-114.
- Spala, A., Bagiorgas, H. S., Assimakopoulos, M. N., Kalavrouziotis, J., Matthopoulos, D. and Mihalakakou, G. 2008. On the green roof system. Selection, state of the art and energy potential investigation of a system installed in an office building in Athens, Greece. *Renewable Energy*, 33(1): 173-177.
- SEDEMA. 2016. Azoteas Verdes. Secretaria del Medio Ambiente.
- Zielinski, S., García Collante, M. A. y Vega Paternina, J.C. 2012. Techos verdes: ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta?. *Gestión y Ambiente*, 15(1).
- Zoya Akulova. 2009. CalPhotos; *Sedum dendroideum*. University of California, Berkeley.

Sección dedicada a la participación de los estudiantes de las Ciencias Biológicas. En esta ocasión presentamos dos trabajos desarrollados por alumnos de la unidad de aprendizaje Redacción de Documentos Técnicos Científicos de la carrera de Biólogo de la FCB, UANL.

## I.- ¿Cómo actúa el mecanismo de trampa de la planta carnívora *Nepenthes* respecto a sus presas?

**José Alfredo Galaviz González**

Estudiante de 2o. Semestre de la carrera de Biólogo, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL

### Resumen

Las plantas carnívoras actúan con diferentes mecanismos de trampa para poder atrapar a las presas, comerlas, y digerirlas para después tener una nutrición. En el caso de la planta carnívora *Nepenthes* los mecanismos de trampa cumplen esa misma función solo que también de una manera diferente entre sus especies. Primero las plantas de este género, atraen a las presas con un sistema de atracción que utiliza rayos UV que reflejan colores llamativos del cuerpo de la planta, olores dulces y fragantes, entre otros aspectos. Luego actúa el mecanismo de trampa, el cual es ayudado por algunas de sus partes tales como el peristoma, la pared interna de su cuerpo, y la acción de los líquidos que se producen en estas partes. Pero han surgido algunas investigaciones que revelan más datos de este mecanismo de trampa. Es por ello que el objetivo de este artículo es informar sobre los diferentes mecanismos de trampa en las especies de *Nepenthes*.

Palabras clave: plantas carnívoras, trampas, presas

### Introducción

Las plantas carnívoras son seres vivos que atraen, capturan, retienen y digieren a sus presas en compuestos que ellas mismas pueden digerir, para después nutrirse (Sissi *et al.*, 2018) Figura 1-3. Esto es posible gracias a sus diferentes mecanismos de trampa (síndromes). Las trampas pueden ser pasivas o activas. Las pasivas son aquellas que no tienen ningún movimiento por parte de la planta, sino que tienen ayuda de un mecanismo con agua que fluye en dirección del órgano digestivo. Por otro lado, las activas si requieren del movimiento de la planta. Y

dentro de estas clasificaciones hay más especializados y utilizados por este tipo de plantas. Entre ellos están las trampas rápidas, estas utilizan movimientos rápidos de hojas provocando el cierre, esto se

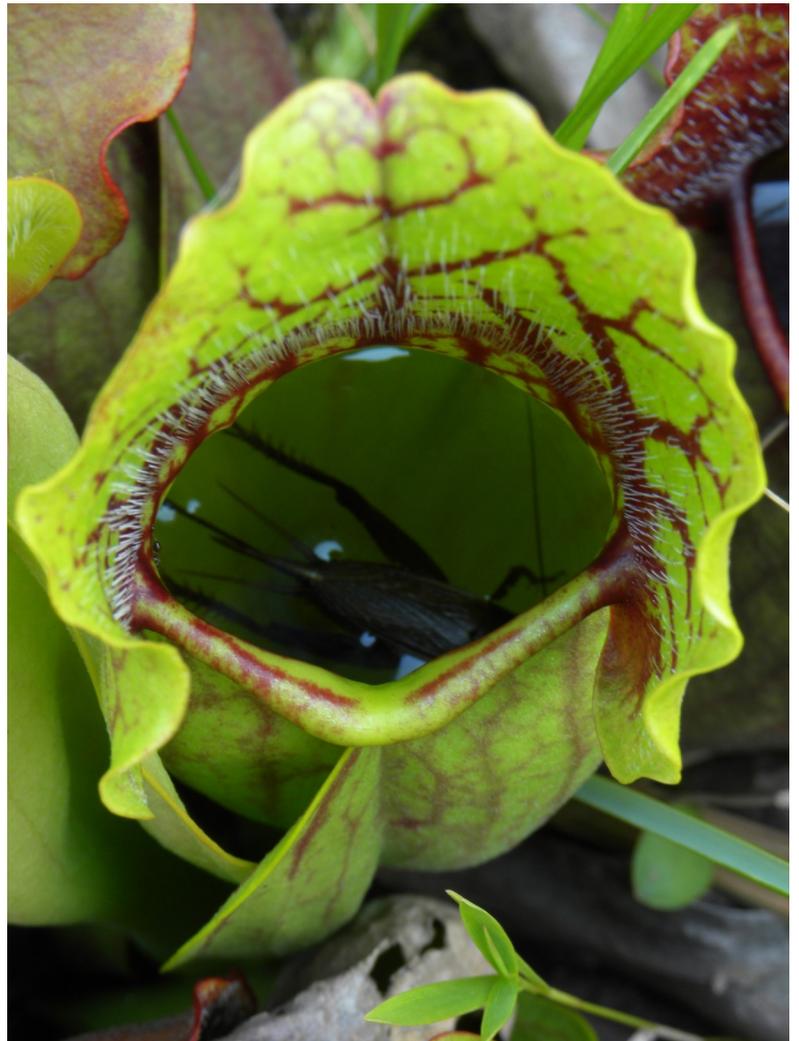


Figura 1. *Cephalotus follicularis* (Planta de jarritos), alimentándose (Foto por Damon Collingsworth).

debe al contacto que ocurre cuando la presa toca los pelos sensibles que se encuentran en los lóbulos (hojas) de la trampa (Pavlovic y Saganova, 2015). Por otra parte, están las trampas de caída. Su mecanismo utiliza un lanzador, es decir, su cuerpo, que es ayudado por partes y líquidos especiales de la planta, tales como el peristoma, es decir, el contorno de la boca de la planta. Referente a los líquidos estos pueden ser capas de cera, glándulas digestivas, fluido digestivo ácido o viscoelástico (líquido pegajoso parecido a la goma), entre otros líquidos. De todas las plantas carnívoras que hay en el mundo, en este escrito solo se hablará de un género de planta carnívora *Nepenthes*. Se identifica por su forma de cántaro y/o jarra. Esta planta abarca 120 géneros en todo el mundo, lo cual hace que sus mecanismos de trampa puedan ser diferentes entre algunas especies. De acuerdo a investigaciones se sabe que las plantas carnívoras de este género utilizan un mecanismo de trampa pasivo y dentro de este tipo de trampa, específicamente una trampa de caída. También se conoce que sus partes actúan para atraer y atrapar a la presa, y se ha dicho bajo qué condiciones, pero han surgido nuevas investigaciones con nuevos mecanismos. Se sabe que para que la planta atrape a la presa debe tener un buen sistema de atracción como en *N. rafflesiana* (Di et al., 2008). Se hizo un estudio en donde se comparó la atracción de algunas partes de la planta como el peristoma y el fluido del cántaro (cuerpo); llegando a la conclusión en que el peristoma producía más olores que el fluido de este cántaro. Dentro del mismo estudio, la planta después retuvo a moscas (*Drosophila melanogaster*) y a hormigas (*Oecophylla smaragdina*). En otro estudio encontraron que en la especie *N. rafflesiana* atraía a los insectos con los lanzadores (cántaro o cuerpo) que producía ondas azul, ultravioleta y verde (Moran y Clarke, 2010). En *N. khasiana* la atracción con los insectos se da cuando la planta emite altos niveles de CO<sub>2</sub> (Sabubal et al., 2017). Por otro lado, el mecanismo de trampa actúa gracias a algunas partes importantes de la planta, como el peristoma que gracias a su humedad secreta sustancias como la cera pegajosa (Bauer y Federle, 2009), líquidos viscosos como la cera y células de cristal especializadas, la

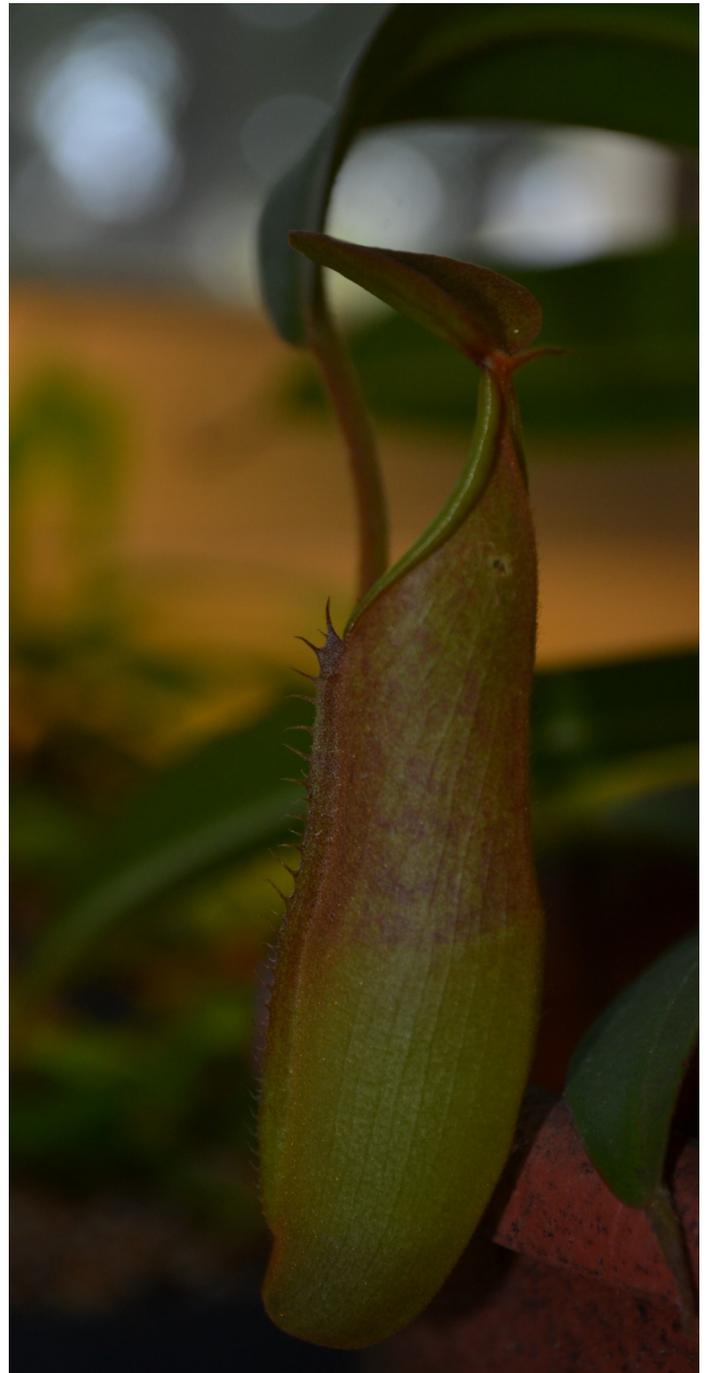


Figura 2. *Nepenthes sanguinea* (planta de jarritos) lista para capturar insectos (Foto por Manuel Nevárez de los Reyes).

presa puede ser atrapada con mayor facilidad (Bauer et al., 2015). La función de las células es hacer que la presa disminuya sus fuerzas de fricción y que se dirija hacia el fluido digestivo. A su vez este fluido es producido por la pared interna de la planta para retener a la presa (Laurence et al., 2002). La cera y otros líquidos viscosos actúan para que se le

dificulte la salida de la presa. La humedad en peristoma es importante, cuando esta es menor, la zona resbaladiza de la planta disminuye (Bauer *et al.*, 2007).

Por lo anterior en este trabajo se pretende dar a conocer el mecanismo de trampa y las modificaciones en las especies de *Nepenthes* y ver qué tan eficientes son para atrapar las presas.

### Metodología

Para la búsqueda de información sobre la captura de presas de la especie carnívora *Nepenthes* se utilizó una búsqueda sistemática, utilizándose frases booleanas como “carnivory AND plants (base de datos PUBMED), “Nepenthes AND trap AND mechanism”, “Nepenthes AND mechanism AND capture” y “Nepenthes AND trap AND mechanism” sin ningún filtro. Para esto se seleccionaron solo aquellos que se relacionaran con el género de plantas en estudio, además de la captura y la nutrición. Después de esto se utilizó la frase booleana: “Nepenthes AND pitcher AND plants” sin ningún filtro en la base de datos Mendeley, utilizando los mismos criterios de selección que en PUBMED. Para el buscador Google se usó la frase booleana, “plants AND carnivory” AND *Nepenthes*, posteriormente se usó Google Académico con “Nepenthes AND trap AND mechanism” y la base de datos PLOS ONE con *Nepenthes* AND trap. Esta búsqueda se realizó en los meses de febrero a abril de 2018.

### Resultados

Las especies de este género siguen un sistema para atraer, pero sobre todo para atrapar y esto de una forma muy similar, hablando del último sistema.



Figura 3. *Sarracenia flava* (Planta de Jarritos), esta planta puede crecer bastante y a una altura considerable (Foto por Manuel Nevárez de los Reyes).

Por ejemplo, en el caso de las especies *N. rafflesiana*, *N. fusca*, *N. máxima* y *N. inertis* están involucrados los fluidos viscoelásticos. Otro ejemplo similar ocurre en las especies *N. bicalcarata*, *N. alata* y *N. rafflesiana* var. *typica* que utilizan el peristoma con ayuda de la humedad y con cambios en esta misma, además de que esta parte puede ser más resbaladizo si es más húmedo, esto para la especie *N. rafflesiana* var. *typica*. Un caso especial ocurre en *N. gracilis* y *N. rafflesiana*, las cuales presentan una similitud al usar células de cristal, pero no en la rotación de la tapa. Esto ayuda a que la presa caiga al peristoma o al órgano digestivo, esto con gotas de lluvia simuladas. Esto podría ser una nueva forma de atrapar a la presa, ya que la mayoría de las especies que se presentan no utilizan su tapa. Otro caso es el de *N. rafflesiana* que utilizaba agua junto con el peristoma. En la Tabla 1 se presentan los mecanismos de trampa que utilizan las especies carnívoras del género *Nepenthes*.

### Discusión

La planta carnívora del género *Nepenthes* responde a diferentes mecanismos de trampa para atraer y

**Tabla 1. Mecanismos de trampa en diferentes especies de plantas de jarra *Nepenthes***

Referencia	Especie	Trampa	Mecanismo
Bauer y Federle (2009)	<i>N. rafflesiana</i>	Trampas de caída	- La atracción es con patrones de reflexión UV8 y producen un fuerte aroma dulce. - Acción de cristales de cera epicuticulares en la pared superior interna del lanzador que dirige a los insectos hacia abajo para ser consumidos. - Los insectos pierden sus superficies especializadas en la superficie antiadherentes del peristoma húmedo.
Bauer et al., (2015)	<i>N. rafflesiana</i>	Trampa de caída	- Células de cristal disminuyen la fricción de las presas, debido al comportamiento rígido de estas fuerzas.
	<i>N. gracilis</i>	Trampa de caída	- Rotación de la tapa mediante gotas de lluvia (simuladas). - Células de cristal (más rápidas que las de <i>N. rafflesiana</i> ) especializadas en ayudar a la tapa a disminuir la fuerzas de fricción de las presas (hormigas)
Moran et al., (2013)	<i>N. rafflesiana</i>	Trampa de caída	- Aquaplaning peristomal (cepillado de agua peristomal), es decir, acción de la apertura de la boca junto con agua
Bauer et al., (2007)	<i>N. rafflesiana</i> var. <i>typica</i>	Trampa de caída	- una prueba con lluvia demostró que la trampa del peristoma es proporcional a los cambios de humedad en condiciones naturales. Mientras más húmedo está el peristoma más efectivo y resbaladizo es para la presa (hormigas)
Bonhomme et al., (2011)	<i>N. rafflesiana</i> , <i>N. fusca</i> , <i>N. máxima</i> , <i>N. petiolata</i> , <i>N. spathulata</i> , <i>N. tobaica</i>	Trampa de caída	- Fluido viscoelástico a causa de la creación de un filamento que se estira entre dos dedos.
	<i>N. ramipsina</i> , <i>N. spectabilis</i> , <i>N. ventricosa</i>	Trampa de caída	- Fluido no viscoelástico, pero similar al agua
Di (2008)	<i>N. rafflesiana</i>	Trampa de caída	- Uso de un olor fragante que se produce en el peristoma para atraer a moscas ( <i>Drosophila melanogaster</i> ) y hormigas ( <i>Oecophylla smaragdina</i> ). - Fluido digestivo que actúa en contra de las moscas y hormigas en el interior del lanzador (cuerpo).
Moran y Clarke (2010)	<i>N. rafflesiana</i>	Trampa de caída	-Uso de células semilunas -Fluido viscoelástico
	<i>N. inermis</i> , <i>N. aristolochioides</i> , <i>N. jacquelineae</i> , <i>N. dubia</i> , <i>N. talangensis</i>	Trampas de caída	-Fluido viscoelástico
Laurence et al., (2015)	<i>N. rafflesiana</i>	Trampa de caída	-Zona cerosa
	<i>N. albomarginata</i>	Trampa de caída	-Zona cerosa resbaladiza con fluidos acuáticos
	<i>N. hemsleyana</i>	Trampas de caída	-Fluido retentivo viscoelástico y una zona cerosa.
	<i>N. gracilis</i>	Trampa de caída	-Zona cerosa resbaladiza con fluidos acuáticos
Shiro et al., (1993)	<i>N. hybrida</i>	Trampa de caída	- Acción de un cambio del pH y aumento de bacterias.
Sabubal et al., (2017)	<i>N. khasiana</i>	Trampa de caída	-Transmite CO <sub>2</sub> para atraer a sus presas
Bauer et al., (2012)	<i>N. gracilis</i>	Trampa de caída	- Bajo condiciones naturales (lluvia) los lanzadores son capaces de atrapar a sus presas con el peristoma y la pared interna. - Uso de la tapa del lanzador.
Bohn y Federle (2004)	<i>N. bicalcarata</i> y <i>N. alata</i>	Trampa de caída	- Uso del peristoma húmedo muy resbaladizo debido a las fuerzas de fricción de las presas (hormigas, <i>O. smaragdina</i> ).
Bauer et al., (2014)	<i>N. rafflesiana</i>	Trampa de caída	- Captura de hormigas por lotes - Captura individual por jarras (cuerpos de las plantas) que se humedecen.
Gaume et al., (2002)	<i>N. alata</i>	Trampa de caída	- Las hormigas ( <i>Iridomyrmex humilis</i> ) y moscas ( <i>Drosophila melanogaster</i> ) cayeron en el líquido digestivo, en la pared glandular, y en la pared de transición. - La pared del lanzador actúa con un líquido digestivo - Acción de una zona cerosa, en donde se prueba que ningún insecto puede caminar al estar en esta zona. - La superficie donde caen los insectos es la zona cerosa
Li-xin y Qiang (2010)	<i>N. alata</i>	Trampa de caída	- La zona resbaladiza contribuye a la altura del lanzador. Esta zona contiene células semilunas que dirigen la presa al interior del lanzador.

atrapar a sus presas (hormigas, moscas, entre otros), primero con la atracción que se da en el peristoma y del fluido del cántaro de la planta, ya que se desprenden olores fragantes (Giusto, 2008). Por su parte Laurence *et al.* (2015), encuentran que en la especie de *Nepenthes rafflesiana* utiliza una zona cerosa. En cambio, en la especie de *N. albomarginata* utiliza una zona cerosa con fluidos acuáticos, eso mismo se observa en *N. gracilis* y *N. albomarginata*. Por otro lado, Jonathan *et al.* (2013) y Laurence *et al.* (2015), estudiaron a *N. rafflesiana*, encontrando que esta especie utiliza un mecanismo llamado “cepillado de agua peristomal” que involucra el uso del peristoma (el anillo de la boca de la planta) y agua para atrapar a la presa. También se sabe que en algunos casos la acción de líquidos que se generan en el peristoma depende de las condiciones naturales tales como las fases con el aire y la lluvia, esto se confirma en *N. gracilis*, donde las gotas de lluvia afectan la movilidad de la tapa (Bauer, 2015). Algo similar ocurre en *N. rafflesiana* var. *typica* en donde la humedad hace que el peristoma sea más resbaladizo y más efectivo contra las presas (Bauer, 2007). Este mismo autor, en el 2012 encuentra que la lluvia que cae en los lanzadores de *N. gracilis* permite atrapar a las presas gracias a la acción del peristoma y a la pared interna.

## Conclusión

Las plantas carnívoras del género *Nepenthes* atraen y capturan de forma diferente sus presas y esto es debido a las modificaciones morfológicas y anatómicas en la planta. Algunos de los mecanismos dependen de las condiciones naturales para poder secretar sustancias que una vez capturada la presa, no permiten el escape de la misma.

## Referencias

Baby S., A. John, E. Jacob and A. Azeez. 2017. *Nepenthes* pitchers are CO<sub>2</sub>-enriched cavities, emit CO<sub>2</sub> to attract preys. *Nature*. 1-10

Bauer U. y W. Federle. 2009. The insect-trapping rim of *Nepenthes* pitchers: surface structure and function. *Landes Bioscience* 4(11): 1019-1023.

Bauer U., B. Di, J. Skepper, T. Ulmar and W. Federle. 2012. With a Flick of the Lid: A Novel Trapping Mechanism in *Nepenthes*

*gracilis* Pitcher Plants. *Plos On* 7(6): e38951.

Bauer U., M. Paulinc and D.P.G. Roberta. 2015. Mechanism for rapid passive-dynamic prey capture in a pitcher plant. *PNAS* 112:13384-13389.

Bauer U., W. Federle, H. Seidel and T.C.C. Ulmar. 2014. How to catch more prey with less effective traps: explaining the evolution of temporarily inactive traps in carnivorous pitcher plants. *The Royal Society*. 282:2014-2675.

Bauer U.F.H. and W. Federle. 2007. Harmless nectar source or deadly trap: *Nepenthes* pitchers are activated by rain, condensation and nectar. *Proceeding Of The Royal Society*. 259-265.

Bohn H. and W. Federle. 2004. Insect aquaplaning: *Nepenthes* pitcher plants capture prey with the peristome, a fully wettable water-lubricated anisotropic surface. *PNAS* 101:14138-14143

Bonhomme V., H. Pelloux, E. Jousset, Y. Forterre, J. Jean and L. Gaume. 2011. Slippery or sticky? Functional diversity in the trapping strategy of *Nepenthes* carnivorous plants. *New Phytologist* 191: 545-554.

Di B., V. Grosbois, E. Fargeas and L. Gaume. 2008. Contribution of pitcher fragrance and fluid viscosity to high prey diversity in a *Nepenthes* carnivorous plant from Borneo. *J. Bioscience* 121-136.

Gaume L., S. Gorb and N. Rowe. 2002. Function of epidermal surfaces in the trapping efficiency of *Nepenthes alata* pitchers. *New Phytologist* 156: 479-489.

Gaume L., V. Bazile, M. Huguin and V. Bonhomme. 2015. Different pitcher shapes and trapping syndromes explain resource partitioning in *Nepenthes* species. *Ecology and Evolution* 6(5): 1378-1392.

Higashi S., A. Nakashima, H. Ozaki, M. Abe and T. Uchiumi. 1993. Analysis of Feeding Mechanism in a Pitcher of *Nepenthes hybrida*. *Journal of Plant Research* 106:47-54.

Li-xin W. and Z. Qiang. 2010. Numerical Characterization of Surface Structures of Slippery Zone in *Nepenthes alata* Pitchers and its Mechanism of Reducing Locust's Attachment 3: 152-160.

Moran J. and C. Clarke. 2010. The carnivorous syndrome in *Nepenthes* pitcher plants Current state of knowledge and potential future directions. *Landes Bioscience* 5 (6):644-648.

Moran J., C. Clarke and L. Chin. 2013. Capture mechanism in Palaeotropical pitcher plants (*Nepenthaceae*) is constrained by climate. *Annals of Botany* 112: 1279-1291

Sissi M., H. Alain and B. Frédéric. 2018. *Nepenthes*: State of the art of an inspiring plant for biotechnologists. 109-115.

## II.- Mecanismos Utilizados por los Cactus para su Supervivencia

Carlos Alfredo Sierra Benítez

Estudiante de 2o. Semestre de la carrera de Biólogo, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL

### Resumen

Los cactus son plantas extraordinarias por su capacidad de supervivencia a climas extremos y habitan en una gran parte de América. Es por esta razón que se realizó una revisión bibliográfica para conocer los mecanismos utilizados por estas maravillosas plantas para sobrevivir. Entre los resultados, se puede mencionar que las espinas de los cactus cumplen una función importante en la recolección de agua, además se encontró que es importante la presencia de vegetación u otros objetos aledaños a la planta conocidos como nodrizas, pues estos ayudan en la recolección de nutrientes vitales para los cactus.

Palabras clave: cactus, supervivencia

### Introducción

Los cactus son plantas muy comunes en el continente americano debido a su capacidad para sobrevivir en zonas áridas. Es sabido que su estructura, específicamente las espinas, le ayuda a la retención del agua (Castro *et al.*, 2006) y que son altamente resistentes a temperaturas extremas (Delgado *et al.*, 2013), sin embargo, es poco conocido como estas extraordinarias plantas recolectan todos los nutrientes necesarios para vivir, e incluso, como es que germinan en lugares con condiciones climáticas tan extremas (Figura 1).

Las diferentes técnicas utilizadas por los cactus para poder sobrevivir a las duras condiciones climáticas a las que son sometidos durante su vida, son un claro ejemplo de cómo han evolucionado todos los organismos en la Tierra (Bateson, 2014), es por esta razón que es muy importante conocer las habilidades adquiridas por los cactus y entender como la naturaleza crea estructuras simples y funcionales con el objetivo de preservar la vida.

El propósito de este trabajo es el de dar a conocer los mecanismos físicos y técnicas utilizadas por los diferen-

tes cactus para su germinación y supervivencia, para ser considerados y aplicados en diferentes problemas actuales.

### Metodología

Se realizó una búsqueda bibliográfica para conocer como los cactus sobreviven en zonas áridas, para lo cual se buscó en las bases de datos de Pubmed, Ebsco y Springer en febrero y marzo del 2018 y se utilizaron las siguientes frases booleanas y palabras claves:

Cactus AND water

Cactus AND arid zones

Cactaceae AND water

Cactaceae AND supervivence

Cactaceae AND recollection of water

Cactus

Nurse plants or rocks

Cactus AND harvets AND water

Cactus AND collect AND wáter

Durante la investigación se utilizó en todas las búsquedas el filtro de Free full text, para poder tener acceso al 100% del documento. Para encontrar aquellos artículos que se consideró fueran los más útiles, descartando aquellos que hablaban sobre genes y biocombustibles a base de cactus, por lo cual se eligió principalmente los que explicaban como los cactus recolectan el agua del entorno y como utilizan, también se seleccionaron aquellos que hablaban sobre la importancia de otras plantas o rocas a la recolección de agua y la obtención de nutrientes.

### Resultados

De acuerdo a la revisión de la literatura se encontró que

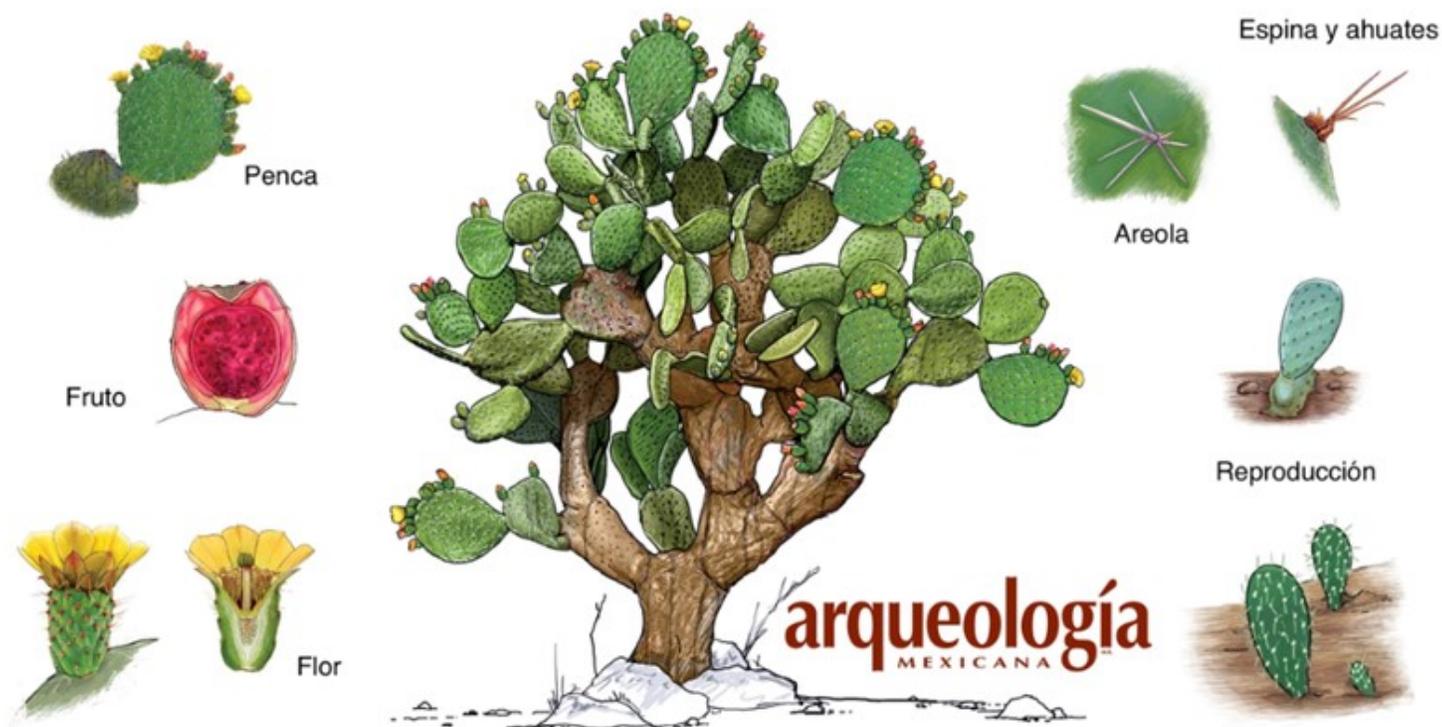


Figura 1. Género *Opuntia* (Rafael Ríos, CONABIO).

las diferentes técnicas y variables utilizadas por los cactus para su germinación y supervivencia varían. Delgado Sánchez *et al.* (2013,) señalan que para una germinación más efectiva es importante que las semillas estén expuestas a la luz y que ciertos tipos de hongos ayudan a su germinación volviéndolas menos resistentes a la penetración de nutrientes y por consiguiente a su pronta germinación. Castro *et al.* (2006), señalan que una vez germinada la semilla, la supervivencia aumenta si el cactus se encuentra bajo la sombra de una planta nodriza, es decir, una planta más grande que le brinde sombra. Otras variantes importantes en la supervivencia es la cantidad de agua con las que se irriga.

En el estudio realizado por Razzaghmanesh *et al.* (2014), mencionan que el 88% de las plantas con un tratamiento de irrigación controlado sobrevivió, mientras que solo el 50% de las plantas irrigadas por el agua de lluvias logró sobrevivir. Las épocas de frío extremo también afectan a las plantas hasta ocasionar la muerte de los cactus (Vahdati *et al.*, 2017). Sin embargo, existen cactus como *Opuntia humifusa* que sufren el efecto contrario, responden

de manera negativa a la lluvia y de forma positiva a la congelación (Sauby, 2017).

También se encontró que las micorrizas vesiculares-arbusculares, ayudan a la absorción de nutrientes, estos hongos también ayudan a que la planta obtenga los suficientes nutrientes con una raíz más corta, ayudando así a que la planta no tenga que producir más raíces (Rincón, 1993).

Otro factor es la vida alrededor de la planta la cual también es importante, ya que como mencionan Carrillo-García *et al.* (2000), mientras más vida tenga alrededor las plantas, es más eficiente la recolección de nutrientes en el suelo. Pero sin duda alguna la técnica más importante para asegurar la supervivencia de los cactus, es la recolección de agua de niebla a través de sus espinas, para que las gotas puedan ser transportadas, tienen que contar con especificaciones estudiadas por Luo (2015). Por su parte Malik *et al.* (2016), mencionan que la especie de *Copiapoa cinerea* tiene una mayor capacidad de dirigir con más eficacia las gotas al tallo para después ser absorbidas. En la tabla 1 se presentan las

**Tabla 1. Variables y técnicas utilizadas por los cactus para su supervivencia**

Autor	Especies	Variantes que influyen en el crecimiento y/o supervivencia
Castro Cepero et al., (2016)	<i>Melocactus peruvianus</i> <i>Haageocereus pseudomelanostele</i> <i>subsp. aureospinus</i>	-Interacción entre luz y suelo no significativa, pero la luz por separado sí. -Para sobrevivir, es mejor que la planta esté bajo la sombra de planta nodriza.
Delgado Sánchez et al., (2013)	<i>Opuntia streptacantha</i> <i>O. leucotricha</i> <i>O. robusta</i>	-Las semillas inoculadas con diferentes tipos de hongos germinan más al estar expuestas a la luz. -Las fotomicrografías mostraron que los hongos erosionaron la cubierta de la semilla, lo que posiblemente redujo su resistencia a la penetración.
Razzaghmanes et al., (2014)	<i>Dianella caerulea</i> <i>Lomandra longifolia</i> <i>Myoporum parvifolium</i> <i>Carpobrotus rossii</i>	-88% de las plantas sobrevivieron con tratamientos de irrigación. -Solo el 50% de las plantas sobrevivieron con el agua de lluvias.
Vahdali et al., (2017)	<i>Sedum acre</i> <i>S. spurium</i> <i>Carpobrotus edulis</i>	- <i>S. surium</i> muere en clima frío. -La poca irrigación de agua, solo hace más lento su crecimiento, mientras otras especies mueren.
Zhu et al., (2016)	<i>Opuntia microdasys</i>	-El ángulo de las espinas mejora el movimiento del agua.
Reyes Rivera et al., (2015)	<i>Ariocarpus retusus</i> <i>Coryphantha clavata</i> <i>Echinocactus platyacanthus</i>	-El contenido de lignina era variante entre las especies. -Las plantas más grandes contienen más lignina que las más pequeñas. -La lignina contrarresta la presión generada durante la transpiración.
Miranda Jácome et al., (2013)	<i>Pilosocereus leucocephalus</i>	-La germinación de las semillas fue más alta bajo la luz que bajo la sombra. -La sombra también aumenta la supervivencia. -Al contraste, la biomasa fue mayor en las especies cultivadas bajo el sol directo.
Sauby et al., (2017)	<i>O. stricta</i> <i>O. humifusa</i>	-El crecimiento relativo se asoció positivamente con el clima seco. - <i>O. humifusa</i> se asoció de manera negativa con las lluvias y positivamente con la congelación. -En <i>O. stricta</i> las variables son independientes.
Kiwoong et al., (2017)	<i>Copiapoa cinerea</i>	-Tiene la capacidad de dirigir eficazmente las gotas de agua hacia el tallo de la planta, para después ser absorbidas por las areolas.
Carrillo-García et al., (2000)	<i>Pachycereus pringlei</i>	-Las plantas que se encuentran en la sombra crecen más saludables. -Es importante la cantidad de vida alrededor de la planta, mientras más plantas mejor crecimiento.
Yoav et al., (2009)	<i>Pachycereus pringlei</i>	-Se encontró que los cactus que se dejaron crecer naturalmente crecieron mejor que aquellos en los que se controlaron las variables y después fueron trasplantados. -Se plantaron algunos árboles cercanos para mejorar su crecimiento debido a ser plantas nodrizas.
Rincón et al., (1993)	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> <i>P. pecten-aboriginum</i> con micorrizas vasculares-arbusculares	-Se encontró que las plantas contagiadas con los hongos tuvieron un mayor crecimiento de las raíces. -Las plantas contagiadas absorben de mejor manera los nutrientes del suelo gracias a los hongos.
Nisbet y Patten (1974)	<i>O. phaeacantha</i>	-Los cactus se adaptan a los cambios de temperatura para poder lograr hacer los cambios gaseosos necesarios.
Luo (2015)	No especifica especie	-Las gotas tienen que tener una forma de barril para poder moverse a través de la espina. -Cualquier gota con un volumen menos a 400 µl se puede mover por las espinas sin importar el ángulo de estas.

especies y la forma en que los cactus sobreviven.

## Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en los diferentes estudios, los cactus utilizan la técnica de recaudación de agua de la niebla a través de sus espinas, técnica estudiada por Luo en el 2015. El movimiento del agua es mejor dependiendo del ángulo en el que las espinas crecen (Zhu *et al.*, 2016), y se descubrió que todos los tricomas están orientados al centro, lo que permite que el sea mejor absorbida por el tallo (Kiwoong *et al.*, 2017).

Es importante mencionar que tienen una mejor supervivencia aquellos cactus que crecen bajo la sombra de las plantas nodrizas y en lugares en los que la vegetación es abundante, ya que les favorece en el recaudamiento de nutrientes (Carrillo-García *et al.*, 2000). La luz también influye en la germinación de las semillas, si están bajo la luz directa crecen con mayor rapidez (Miranda-Jácome *et al.*, 2003), por el contrario, Delgado-Sánchez *et al.* (2013), mencionan que si las semillas están contagiadas con ciertos hongos, estos ayudan a que las semillas germinen con mayor rapidez bajo la sombra.

Yoav *et al.* (2009), estudiaron la especie *Pachyocereus pringlei* y encontrando que crecen mejor cuando son plantados en la naturaleza que cuando son cultivados en un laboratorio controlando las variables, lo que nos da entender que los cactus con plantas alrededores afectan de manera positiva a la germinación, crecimiento y supervivencia, al brindarle nutrientes y sombras. Por su parte Nisbet y Patten (1974), mencionan que los cactus se adaptan a los cambios de temperatura logran realizar de manera efectiva los cambios gaseosos, encontrando que la transpiración aumenta a medida que la temperatura baja.

## Conclusión

Entre las limitaciones de estudio es importante mencionar que en este trabajo no se enfatizó en la actividad genética de las plantas debido a la com-

plejidad de su funcionamiento, sino que se enfocó en la importancia de otros organismos y de los aspectos físicos de los cactus que ayudan a su supervivencia. Considero que esta investigación es importante debido a que, al observar las técnicas de recolección de agua de los cactus, se pueden aplicar a gran escala para así obtener el agua en comunidades necesitadas de una manera amigable con el medio ambiente.

## Referencias

- Bateson P. 2014. New thinking about biological evolution. *Biological Journal of the Linnean Society*. 268-275.
- Carrillo-García A., B. Yoav and G. Bethlenfalvay. 2000. Resource-island soils and the survival of the giant cactus, cardon, of Baja California Sur. *Plant and Soil*. 207-214.
- Castro Cepero V., R. Eyzaguirre Perez y A. Ceroni Stuva. 2006. Supervivencia de plántulas de *Melocactus peruvianus* Vaupel y *Haageocereus pseudomelanostele* subsp. *aureispinus* (Rauh & Backeberg) Ostolaza, en condiciones experimentales. Cerro Umarcata, Valle del Río Chillón, Lima. *Ecología aplicada*. 61-66.
- Delgado-Sánchez P., J.F. Jimenez-Bremont, M.L. Guerrero-Gonzalez and J. Flores. 2013. Effect of fungi and light on seed germination of three *Opuntia* species from semiarid lands of Central Mexico. *Journal of Plant Research*. 643-649.
- Kiwoong K., K. Hyejeong, P. Sung Ho and L. Sang-Joon. 2017. Hydraulic strategy of cactus thricome for absorption and storage of water under arid environment. *Frontiers in Plants Science*. 1-8.
- Luo C. 2015. Theoretical exploration of barrel-shaped drops on cactus spines. *Langmuir*. 11809-11813.
- Malik F. 2016. Hierarchical structures of cactus spines that aid in the directional movement of dew droplets. *Philosophical transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*.
- Miranda-Jácome A., C. Montaña y J. Fornoni. 2013. Sun/shade conditions affects recruitment and local adaptation of a columnar cactus in dry forests. *Annals of Botany*. 293-303.
- Nisbet R. and D. Patten. 1974. Seasonal temperature acclimation of a prickly-pear cactus in south-central Arizona. *Oecologia*. 345-352.



## INSTRUCCIONES A LOS AUTORES QUE DESEAN SOMETER ARTÍCULOS O CONTRIBUCIONES PARA SU PUBLICACIÓN EN LA REVISTA PLANTA DE LA UANL

**PLANTA UANL** es el órgano de difusión del Cuerpo Académico y departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. El objetivo principal de la revista es difundir el conocimiento botánico del noreste de México en la comunidad académico-científica e interesar al público en general en los temas botánicos. La revista recibe para su publicación todo tipo de artículos que aborden algún aspecto de la Botánica, tanto conocimiento empírico, como resultados de estudios científicos, noticias, técnicas, etc. sin discriminación de algún tipo respecto a las ideologías, creencias, raza o filiación política de los autores para su publicación.

### ESPECIFICACIONES

Para someter un artículo o participación en la revista, todos los escritos deberán elaborarse en procesador de textos con formato Microsoft WORD. El título deberá ser acorde al contenido del artículo o contribución. El título de los artículos debe ser breve, su longitud no deberá ser mayor a dos renglones al escribirlo en mayúsculas con letra: **ARIAL EN NEGRITAS Y TAMAÑO 14**. El cuerpo del artículo deberá presentarse en hoja tamaño carta con márgenes normales (superior e inferior 2.5 cm, izquierdo y derecho de 3 cm) e interlineado de 1.5 renglones, con un espacio entre párrafos y sin sangría al inicio del párrafo. La letra a usar en el texto será: Calibri tamaño 12 sin negrita y éste deberá justificarse en ambos márgenes.

A excepción del editorial y la agenda botánica todas las secciones de la revista deben contener apoyos visuales (gráficos, ilustraciones, tablas o fotografías) que atraigan la atención del lector y faciliten la comprensión de la lectura. El número sugerido de estos apoyos visuales es de uno por página como mínimo. En el caso de gráficos, fotografías o ilustraciones, éstas se agruparán bajo el término genérico

de Figuras. Todas ellas deberán contar con un pie de figura que contenga el número de la misma y su descripción como sigue: **Figura 1 En letra Calibri 10 en negritas**. A diferencia de las figuras, las tablas tendrán una numeración independiente, consecutiva de acuerdo a su aparición y contarán con una descripción en la parte superior de la misma. Esta descripción tendrá el mismo formato que las figuras. Los pies de figuras deberán aparecer al final del artículo, al igual que las tablas con sus encabezados. Su posición deberá especificarse claramente en el texto. Todas las figuras, sin importar el formato deberán incluirse en archivo aparte (El formato de las figuras debe ser JPEG, GIF, BMP, TIF o similar), no deberá tener ningún tipo de liga con páginas de la red y deberá estar plenamente identificada. Para cada imagen deberá indicarse si proviene de un archivo propiedad del autor y de no ser así, deberá especificarse su procedencia y autor. Se sugiere Identificar los archivos de imágenes con el número de figura, por ejemplo figura1.jpg, figura2.bmp, etc.

### TIPOS DE CONTRIBUCIÓN

A continuación se presenta un listado de las secciones básicas de que consta la revista y posteriormente se presenta una descripción del contenido que se incluye en cada una de ellas. Favor de indicar en que sección desea que se incluya su contribución al momento de enviarla a los editores.

Editorial,  Personajes,  Conoce tu flora,  En Peligro,  Desde la Trinchera,  Ciencia,  En palabras de,  Tu espacio,  Etnobotánica,  El urbanita verde,  Sabías que...,  Humor verde,  Noticias del reino vegetal,  Para reflexionar,  Agenda botánica,  Otro,  Imagen

## Editorial

Comúnmente la extensión de esta sección es de una cuartilla o menos. Aunque la labor de edición de la revista es responsabilidad de los editores y comúnmente son ellos los que escriben el editorial de cada número, Ud. puede ser editorialista invitado si así lo desea y hacer llegar su propuesta por escrito a nuestro correo, junto con el mensaje, reflexión u opinión personal sobre algún aspecto de la Ciencia Botánica, referente a su estado actual o algún aspecto relacionado con su ejercicio como profesión, su regulación, desarrollo, tendencia, etc. El escrito será revisado por los editores y se le hará saber si resulta aprobado para su publicación y el número en el que aparecerá. También puede coordinar la edición de un número completo de la revista, ya sea: a) proponiendo el tema principal e invitando a los autores que participarán aportando el material para cada una de las secciones en el mismo, o bien b) desarrollando un número especial, en cuyo caso pueden aparecer sólo algunas de las secciones como son la agenda y otras acordes al tema de ese número.

## Personajes

Comprende biografías cortas de personas que han contribuido de una manera importante al desarrollo de la Botánica (a nivel local, regional, nacional, continental o mundial). La extensión mínima del escrito para esta sección deberá ser dos cuartillas. Algunas imágenes sugeridas para acompañarlo son: un retrato de la persona, las portadas de sus contribuciones, fotografías de ejemplares que fueron su objeto de estudio o de productos y procesos derivados de sus investigaciones.

## Conoce tu flora

Comprende escritos principalmente, aunque no exclusivamente, sobre especies vegetales que habitan el noreste de México. En ellos se debe incluir al menos una diagnosis o descripción breve de la especie, grupo o tipo de vegetación que se aborda, su distribución y resaltar su importancia ecológica, etnobotánica, comercial, industrial o de otra índole. Se sugiere acompañar las contribuciones para esta sección con imágenes acordes al objeto de estudio.

## En Peligro

Es una sección donde se puede explicar leyes o reglamentos vigentes, o bien dar su punto de vista personal sobre ellos o señalar sus aplicaciones y sugerir mejoras a las mismas. También en esta sección se puede: a) señalar la publicación o revisión de nuevas leyes o reglamentos (federales, estatales o municipales) que nos atañen como ciudadanos en general o como científicos o Botánicos en particular; b)

describir formas de contribuir a elevar el número de individuos, mejorar los ambientes donde habitan o indicar faltantes a los listados de especies en la NOM-059 o exponer razones por las que algunas especies no deberían estar enlistadas; c) abordar cualquier reglamento o ley en particular y proponer cambios, exponiendo las razones de las propuestas; d) denuncia pública de casos particulares donde especies, comunidades o ecosistemas presenten situaciones de riesgo que demanden atención.

## Solo Ciencia...

En esta sección se publican contribuciones relacionadas con la botánica en todas sus áreas (taxonomía, sistemática, morfología, anatomía, fisiología, genética, biotecnología, reproducción, ecología, fitogeografía, aprovechamiento, usos, etc.). Son por lo general trabajos originales donde se presentan resultados de investigación o revisiones bibliográficas de temas botánicos o afines. La extensión puede ser variable, pero se sugieren al menos seis cuartillas incluyendo tablas y figuras. Ver plantilla anexa para elaboración de manuscrito. Los artículos de esta sección son revisados inicialmente por los editores en términos de formato y pertinencia de la contribución, si el trabajo es adecuado para la revista se turna para su revisión a dos árbitros especialistas y de reconocida trayectoria científica, quienes emitirán un dictamen respecto al trabajo en cuestión.

La estructura recomendada para estos artículos es la siguiente:

- 1.- Título (mayúsculas, letra Arial negrita tamaño 14)
- 2.- Autores (altas y bajas, letra Arial negrita tamaño 12)
- 3.- Adscripción de los autores (altas y bajas, letra Arial normal tamaño 12)
- 4.- Autor para correspondencia con datos de contacto (altas y bajas, letra Arial normal tamaño 12)
- 5.- Resumen (letra Calibri normal tamaño 12, interlineado 1.5 espacios, justificado, subtítulo de la sección en negrita: **Resumen**)
- 6.- Introducción\*
- 7.- Material y Métodos\*
- 8.- Resultados y discusión\*
- 9.- Conclusiones\*
- 10.- Referencias\*.

\* El formato y tipografía de estas secciones es similar al del Resumen. Dejar un espacio entre párrafos y no utilizar sangría al inicio de los mismos. En caso de que sean necesarios subtítulos dentro de las secciones de introducción, material y métodos y Resultados y discusión se sugiere utilizar letra Calibri normal tamaño 12.

### **En palabras de**

En esta sección se incluyen ensayos técnico-científicos que muestren un enfoque particular o perspectiva personal sobre un tema relacionado con la botánica. La extensión puede ser variable, pero se sugieren al menos cuatro cuartillas. La estructura del documento es libre, aunque se recomienda que incluya al menos: introducción, desarrollo del tema, conclusiones y literatura citada.

### **Desde la trinchera**

Es un espacio versátil cuya intención es mostrar el quehacer de la comunidad científica en sus múltiples ámbitos. En esta sección se pueden incluir entre otras cosas: a) resultados parciales o preliminares de investigaciones que estamos desarrollando, b).- reseñas de actividades desarrolladas durante salidas a campo, c) resúmenes de trabajos de tesis en proceso o recién concluidas, d) programas de Servicio Social, e) proyectos de investigación, f) resúmenes de eventos realizados recientemente (simposio, jornada, congreso, etc.), g) reseñas de libros publicados recientemente y h) Entrevistas a investigadores relacionados con el estudio de las plantas o la aplicación del conocimiento botánico. La extensión de estas contribuciones es variable, pudiendo ir desde media cuartilla a tres cuartillas.

### **Etnobotánica**

Las contribuciones para esta sección comprenden descripciones de una o más plantas y los beneficios o perjuicios que representa(n) para el hombre o sus animales domésticos, ya sea que se trate de plantas de uso tradicional en rituales o ceremonias, comestibles, medicinales, tóxicas, o de las que se extraen productos, como fibras, resinas, aceites, etc.

### **El urbanita verde**

Aborda cualquier descripción de las técnicas de cultivo de plantas domesticadas, preferentemente en áreas urbanas. Contempla desde el diseño y la siembra hasta el señalamiento del valor ecológico y económico de las especies y jardines.

### **Sabías que...**

Son párrafos de dos a seis renglones que resaltan un dato curioso de algún vegetal, ya sea sobre su longevidad, tipo de reproducción, función ecológica, su valor económico, etc.

### **Humor verde**

Cualquier dato chusco o chiste corto relacionado con la ciencia botánica o la vegetación es bien recibido en esta sección.

### **Tu espacio**

Este es un espacio irrestricto para las contribuciones de la comunidad estudiantil, particularmente destinado a la difusión de las actividades de los estudiantes de toda la FCB.

### **Noticias del reino vegetal**

Cualquier evento o suceso científico trascendente (preferentemente, pero no exclusivamente botánico), digno de resaltar, acaecido en la región, el país o en el orbe y que tenga un impacto social, político o económico. La extensión puede variar dependiendo de si solamente se transmite la noticia o se analiza, desde algunos renglones a una o dos cuartillas.

### **Para reflexionar**

Pensamientos de toda índole que nos hagan reflexionar acerca de nuestra condición humana. Comúnmente la extensión será de dos cuartillas.

### **Agenda botánica**

Son recordatorios acerca de eventos relacionados con la botánica que se llevarán a cabo en los siguientes meses, comprende Seminarios, Cursos, Congresos, Cierres de convocatorias a concursos (becas, financiamiento de proyectos, talento o conocimiento, etc.).

### **Imágenes**

Son fotografías o imágenes artísticas inéditas que pueden utilizarse en la portada de la revista o para ilustrar alguna sección. El requisito principal es que sean originales propiedad de quien las envía y tengan una calidad adecuada para su publicación. Adicionalmente debe incluirse la mayor información posible de la misma (descripción de la fotografía o imagen, escala o magnificación en caso de microfotografías, autor, fecha, lugar, etc.).

### **ENVIO DE TRABAJOS Y/O CONTRIBUCIONES**

Preparar su documento en formato WORD (\*.DOC, preferentemente versión 2003) de acuerdo a las especificaciones antes mencionadas y enviarlo junto con los archivos de figuras a [planta.fcb@gmail.com](mailto:planta.fcb@gmail.com), una vez recibido se le enviará una confirmación de recibido en un plazo no mayor a tres días hábiles.

### **EDITORES**

Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez, Dr. Sergio Manuel Salcedo Martínez y Dr. Sergio Moreno Limón

Departamento de Botánica, Fac. de Ciencias Biológicas, UANL.

Teléfono de contacto: 8329-4110 ext. 6426 y 6456

E-mail: [planta.fcb@gmail.com](mailto:planta.fcb@gmail.com)

# Para Reflexionar...

## LA LIEBRE Y LA TORTUGA

*Versión actualizada y remasterizada*

### ¿Recuerdas la fábula?

Una tortuga y una liebre siempre discutían sobre quién era más rápida. Para dirimir el argumento, decidieron correr una carrera.

Eligieron una ruta y comenzaron la competencia. La liebre arrancó a toda velocidad y corrió enérgicamente durante algún tiempo. Luego, al ver que llevaba mucha ventaja, decidió sentarse bajo un árbol para descansar un rato, recuperar fuerzas y luego continuar su marcha, pero pronto se durmió. La tortuga, que andaba con paso lento, la alcanzó, la superó y terminó primera, declarándose vencedora indiscutible.

**Moraleja: Los lentos y estables ganan la carrera.**

Pero la historia no termina aquí: La liebre, decepcionada tras haber perdido, hizo un examen de conciencia y reconoció sus errores.

Descubrió que había perdido la carrera por ser presumida y descuidada. Si no hubiera dado tantas cosas por supuestas, nunca la hubiesen vencido. Entonces, desafió a la tortuga a una nueva competencia. Esta vez, la liebre corrió de principio a fin y su triunfo fue evidente.

**Moraleja: Los rápidos y tenaces vencen a los lentos y estables.**

Pero la historia tampoco termina aquí: Tras ser derrotada, la tortuga reflexionó detenidamente y llegó a la conclusión de que no había forma de ganarle a la liebre en velocidad. Como estaba planteada la carrera, ella siempre perdería. Por eso, desafió nuevamente a la liebre, pero propuso correr sobre una ruta ligeramente diferente. La liebre aceptó y corrió a toda velocidad, hasta que se encontró en su camino con un ancho río.

Mientras la liebre, que no sabía nadar, se preguntaba "¿qué hago ahora?", la tortuga nadó hasta la otra orilla, continuó a su paso y terminó en primer lugar.

**Moraleja: Quienes identifican su ventaja competitiva (saber nadar) y cambian el entorno para aprovecharla, llegan primeros.**

Pero la historia tampoco termina aquí: El tiempo pasó y tanto compartieron la liebre y la tortuga, que terminaron haciéndose buenas amigas. Ambas reconocieron que eran buenas competidoras y decidieron repetir la última carrera, pero esta vez corriendo en equipo. En la primera parte, la liebre cargó a la tortuga hasta llegar al río.

Allí, la tortuga atravesó el río con la liebre sobre su caparazón y, sobre la orilla de enfrente, la liebre cargó nuevamente a la tortuga hasta la meta. Como alcanzaron la línea de llegada en un tiempo récord, sintieron una mayor satisfacción que aquella que habían experimentado en sus logros individuales.

**Moraleja: Es bueno ser individualmente brillante y tener fuertes capacidades personales. Pero, a menos que seamos capaces de trabajar con otras personas y potenciar recíprocamente las habilidades de cada uno, no seremos completamente efectivos. Siempre existirán situaciones para las cuales no estamos preparados y que otras personas pueden enfrentar mejor.**

**La liebre y la tortuga también aprendieron otra lección vital: cuando dejamos de competir contra un rival y comenzamos a competir contra una situación, complementamos capacidades, compensamos defectos, potenciamos nuestros recursos... y obtenemos mejores resultados.**