



ISSN: 2007-1175

CiENCiA UANL

Revista de divulgación científica y tecnológica
de la Universidad Autónoma de Nuevo León



El invasor no es como lo pintan

Orquídeas mexicanas amenazadas

Tortugas marinas: seres ancestrales

Carlos Solís Rojas: pasión por los arácnidos



Año 21,
Número 91
septiembre
octubre
2018



Revista Ciencia Uanl



RevistaCienciaUANL



@Ciencia_UANL



RevistaCIENCIAUANL

Una publicación de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Mtro. Rogelio Garza Rivera
Rector

M.A. Carmen del Rosario de la Fuente García
Secretaria general

Dr. Juan Manuel Alcocer González
Secretario de investigación científica y desarrollo tecnológico

Directora editorial: Dra. Patricia del Carmen Zambrano Robledo

Consejo Editorial

Dr. Sergio Estrada Parra / Dr. Jorge Flores Valdés /
Dr. Miguel José Yacamán / Dr. Juan Manuel Alcocer González /
Dr. Ruy Pérez Tamayo / Dr. Bruno A. Escalante Acosta /
Dr. José Mario Molina-Pasquel Henríquez

Coeditora: Melissa Martínez Torres
Redes y publicidad: Jessica Martínez Flores
Diseño: Montserrat García Talavera
Traductor: Vladimir Flores Flores
Servicio social:
Leslie Ramírez Vazquez
Carlos Blanco Lopez

Corrección y gestión editorial: Luis E. Gómez
Asistente administrativo: Claudia Moreno Alcocer
Portada: Francisco Barragán Codina
Webmaster: Mayra Silva Almanza
Diseño de página web: Rodrigo Soto Moreno

Ciencia UANL Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Año 21, N° 91, septiembre-octubre de 2018. Es una publicación bimestral, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación. Domicilio de la publicación: Teléfono: + 52 81 83294236. Fax: + 52 81 83296623. Directora editorial: Dra. Patricia del Carmen Zambrano Robledo. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2013-062514034400-102. ISSN: 2007-1175 ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Licitud de Título y Contenido No. 16547. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: 1437043. Impresa por: Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 Sur, Centro, C.P. 64000, Monterrey, Nuevo León, México. Fecha de terminación de impresión: 7 de septiembre de 2018, tiraje: 2,500 ejemplares. Distribuido por: la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación, Av. Manuel L. Barragán 4904, Campus Ciudad Universitaria, Monterrey, N.L., México, C.P. 64290.

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

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

Publicación indexada al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, LATINDEX, CUIDEN, PERIÓDICA, Actualidad Iberoamericana, Biblat.

Impreso en México
Todos los derechos reservados
© Copyright 2018

revista.ciencia@uanl.mx

CiENCiAUANL

COMITÉ ACADÉMICO

CIENCIAS DE LA SALUD

Dra. Lourdes Garza Ocañas

CIENCIAS EXACTAS

Dra. Ma. Aracelia Alcorta García

CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dr. Roque Gonzalo Ramírez Lozano

CIENCIAS NATURALES

Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab

CIENCIAS SOCIALES

Dra. Veronika Sieglin

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Dra. María Idalia del Consuelo Gómez de la Fuente

CIENCIAS DE LA TIERRA

Dr. Carlos Gilberto Aguilar Madera

COMITÉ DE DIVULGACIÓN

CIENCIAS DE LA SALUD

Dra. C. Gloria María González González

CIENCIAS NATURALES

Dr. Sergio Moreno Limón

CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dr. Hugo Bernal Barragán

CIENCIAS EXACTAS

Dra. Nora Elizondo Villarreal

CIENCIAS SOCIALES

Dra. Blanca Mirthala Tamez

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Dra. Yolanda Peña Méndez



CONTENIDO

NUMERO 91



4 • EDITORIAL

5 • CIENCIA Y SOCIEDAD
Las orquídeas endémicas mexicanas en categoría de amenazadas
Elba Zarahy Garay-Martínez, Jacinto Treviño-Carreón, Tania Judith Hernández-López, Arturo Mora-Olivo, Juana María Coronado-Blanco

12 • OPINIÓN
El invasor no es como lo pintan
Paola Lisette Hernández Rubio, María Pamela Bermúdez González, José Alberto Muñoz Manzano, Juan Pablo Ramírez Herrejón

16 • EJES
Tortugas marinas: seres ancestrales, sus misterios, adaptaciones y amenazas
Rodolfo Martín-del-Campo, Alejandra García-Gasca

22 • SECCIÓN ACADÉMICA

23 • Lodos residuales de origen doméstico: disminución de coliformes fecales y *Salmonella* spp.
Lucero Mariel López Moreno, Bárbara Azucena Macías Hernández, Néstor Guevara García, José Alberto López Santillán, Patricio Rivera Ortiz

28 • Composición florística y diversidad de la regeneración leñosa del matorral en Marín, Nuevo León
Jaime F. García, Francisco Zavala-García

36 • CANAL ABIERTO
Entrevista Dr. Carlos Solís Rosas: Pasión por los arácnidos
Jessica Martínez Flores

42 • SUSTENTABILIDAD ECOLÓGICA
El movimiento educativo y su contribución a la sustentabilidad
Pedro César Cantú-Martínez

52 • ANDAMIAJES
Las casas de Pita Amor
Armando V. Flores Salazar

57 • CIENCIA EN BREVE

66 • COLABORADORES

68 • INFORMACIÓN PARA AUTORES



El ser humano, siempre preocupado por entender el mundo que lo rodea, ha realizado innumerables esfuerzos por entender la naturaleza, y en específico los seres vivos con los que comparte la Tierra. Precisamente, el presente número está especialmente dedicado a esos seres vivos: plantas y animales.

En México existen entre 1,200 y 1,300 clases de orquídeas, los académicos Elba Zarahy Garay-Martínez, Jacinto Treviño-Carreón, Tania Judith Hernández-López, Arturo Mora-Olivo, y Juana María Coronado-Blanco, nos exponen los peligros de extinción que enfrentan estas plantas debido a la desaparición de su hábitat natural.

Rodolfo Martín-del-Campo y Alejandra García-Gasca nos develan algunos misterios sobre las longevas tortugas marinas, y nos presentan cuáles son las características específicas que las han llevado a estar en la tierra por tanto tiempo. Mientras que el Dr. Pedro

Cantú-Martínez nos muestra, mediante una revisión histórica, la importancia que ha tenido la educación para crear y formar conciencia sobre el medio ambiente.

Los investigadores Paola Lisette Hernández Rubio, María Pamela Bermúdez González, José Alberto Muñoz Manzano y Juan Pablo Ramírez Herrejón, en el artículo “El invasor no es como lo pintan”, nos enseñan qué implica ser una especie invasora y cuáles han sido las consecuencias de introducir nuevas especies en diferentes hábitats.

Para Canal abierto, Jessica Martínez nos presenta una entretenida entrevista con el Dr. Carlos Solís Rojas, quien nos habla de su pasión por la biología y los arácnidos.

Sirva este número como invitación a conocer, apreciar y proteger a los seres vivos con los que convivimos cotidianamente.

Melissa del Carmen Martínez Torres
Grupo editorial *Ciencia UANL*.

Las orquídeas endémicas mexicanas en categoría de amenazadas

Elba Zarahy Garay-Martínez*, Jacinto Treviño-Carreón*, Tania Judith Hernández-López*, Arturo Mora-Olivo*, Juana María Coronado-Blanco*

Las orquídeas constituyen uno de los grupos más diversos en el territorio mexicano, incluye entre 1,200 y 1,300 especies descritas (Villaseñor, 2016). Esta diversidad de la familia se debe, entre otras cosas, a los procesos evolutivos proporcionados por la presión selectiva del ambiente a través de los años (Chase *et al.*, 2003), a la adaptación a los diversos ecosistemas y a las interacciones que existen con otros organismos de su entorno (Hágsater *et al.*, 2005). Dentro de las zonas con mayor diversidad de orquídeas en el mundo destacan las regiones septentrionales de los Andes sudamericanos, las montañas del Istmo centroamericano, Madagascar, la región de Indochina, el sureste de China, así como las islas de Sumatra, Borneo y Nueva Guinea (Pupulin y Bogarín, 2004). En América, México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en lo que se refiere a la biodiversidad en general (Plascencia, Castañón y Raz, 2011), ya que alberga aproximadamente 25 mil especies, entre las que destaca la familia *Orchidaceae* (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008). Actualmente, en México, esta familia incluye 170 géneros y 1,263 especies, de las cuales 585 son endémicas (Espejo, 2012; Soto-Arenas *et al.*, 2007). Los estados con mayor diversidad de orquídeas son Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Tabasco y Veracruz (Cox-Tamay, Ruíz y Pérez, 2016); Oaxaca destaca con aproximadamente 721 especies registradas (Salazar, 2012).

Las especies que corresponden al grupo endémico presentan características morfológicas particulares en las flores, como el gran tamaño, algunas especies suelen presentar coloraciones llamativas, motivo por el cual son extraídas ilegalmente de su ambiente natural, lo que propicia la venta ilegal, siendo éste el uso principal, lo que trae como consecuencia la disminución de las poblaciones de estas plantas en los ambientes naturales (Cazarez *et al.*, 2016).

Dentro de los usos que tienen las orquídeas endémicas, destacan el uso medicinal, cosmetológico y tradicional. En el caso del uso medicinal se encuentra *Catasetum integerrimum*, se ha mencionado que esta especie puede curar algunos tumores y heridas; *Cyrto-*

podium punctatum es utilizada como bálsamo, mientras que la parte carnosa de *Myrmecophila christinae* y *Rhyncholaelia digbyana* se utiliza para sanar heridas (Cox-Tamay, 2013), algunas otras especies como *Arpophyllum spicatum*, *Epidendrum anisatum* y *Bletia campanulata* son usadas para tratar la disentería, mientras que para el alivio a la tos se utiliza *Laelia autumnalis* por medio del preparado de infusiones.

Por otra parte, en el uso cosmetológico destaca *Prosthechea karwinskii* para la elaboración de fragancias, mediante el embebido de las flores (Hágsater *et al.*, 2005).

Para el uso religioso, se encuentra *Laelia anceps* ssp. *dawsonii*, utilizada en la elaboración de adornos en los altares en el sur de Oaxaca y en el estado de Guerrero para adornar las tumbas. Para el estado de Veracruz se utiliza *Laelia anceps* ssp. *anceps*, en el estado de Michoacán *Laelia autumnalis* y en el estado de Hidalgo *Laelia goouldiana*; *Oncidium sphacelatum* se utiliza para el adorno de caminos y las cruces colocadas en los cerros (Hágsater *et al.*, 2005; Solano *et al.*, 2010). Dentro de los géneros utilizados con este fin, resaltan *Laelia*, *Barkeria*, *Oncidium*, *Prosthechea* y *Rhynchos-tele* (Solano *et al.*, 2010), mismas que se emplean en las ceremonias religiosas, de hechicería y en diversas festividades populares año tras año, principalmente en el Día de las Madres (10 de mayo), en el Día de la Virgen de Guadalupe (12 de diciembre) y en las celebraciones de los santos patronos de muchos pueblos de México conocidas como fiestas patronales (Téllez, 2003; Salazar-Rojas *et al.*, 2007).

Entre las características principales que definen a la familia *Orchidaceae*, se incluye el hábito de crecimiento, el cual es conocido también como forma de vida (Pavón, Hernández y Rico, 2000), los cuales se describen a continuación (tabla I).

Hábito epífita: se caracteriza por la adhesión de las raíces a los troncos o ramas de árboles y arbustos

* Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Contacto: jatrevino@docentes.uat.edu.mx

orquídeas



No.	ESPECIES POR HÁBITO DE VIDA TERRESTRE	TAMAÑO Y COLORACIÓN DE LAS FLORES	CLIMA	DISTRIBUCIÓN	USOS
1.	<i>Bletia urbana</i> Dressler, 1968	3-5 cm de alto, flores de color amarillo difuminadas en rosa	Templado húmedo	Edo. de México, Morelos y Oaxaca	Pegamento
RUPÍCOLA/TERRESTRE					
1.	<i>Rhynchosstele londesboroughiana</i> (Rchb.f) Soto Arenas & Salazar, 1993	30-35 mm de diámetro, flores de color amarillo-verde	Cálido subhúmedo	Guerrero	Ornato
EPÍFITA/RUPÍCOLA					
1.	<i>Barkeria dorotheae</i> Halb., 1976	25-35 mm de diámetro, flores de color lila	Cálido subhúmedo	Edo. de México y Jalisco	Ornato
EPÍFITA					
1.	<i>Acianthera eximia</i> (L.O. Williams) Solano, 2003	6-7 mm de diámetro, flores de color blanco con manchas púrpura	Semicálido húmedo	Oaxaca	Desconocido
2.	<i>Anathallis oblanceolata</i> (L.O. Williams) Solano & Soto Arenas, 2003	Flores de 2-3 mm de color púrpura	Semicálido húmedo	Oaxaca	Desconocido
3.	<i>Barkeria melanocaulon</i> A. Rich & Galeotii, 1845	24-40 mm de diámetro; flores de color rosa-lila	Templado-húmedo	Edo. de México y Oaxaca	Ornato
4.	<i>Chysis limminghei</i> Linden & Rchb. f., 1858	2.6 cm de alto, flores de color blanco con ápices púrpura	Cálido húmedo	Tabasco	Ornato
5.	<i>Clowesia rosea</i> Lindl., 1843	2-2.3 cm de alto, flores de color rosa con margen oscuros y parte central blanca	Semicálido húmedo	Guerrero, Michoacán y Oaxaca	Ornato
6.	<i>Cuitlauzina pendula</i> La Llave & Lex., 1825	40-70 mm de diámetro, flores de color blanco-rosa	Templado o semicálido	Jalisco y Michoacán	Ornato
7.	<i>Encyclia adenocaula</i> (La Llave & Lex), 1918	5-10 cm de diámetro, flores de color rosa	Templado o semicálido	Michoacán, Guerrero, Jalisco, Nayarit y Oaxaca	Ornato
8.	<i>Prosthechea mariae</i> (Ames) Wither, 1998	4-5 cm de diámetro, flores de color verde olivo o amarillo	Subhúmedo	Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz	Ornato
9.	<i>Mormodes maculata unicolor</i> (Hook.) L.O. Williams, 1950	6-15 mm de alto, flores de color amarillo limón o amarillo canario	Templado húmedo	Hidalgo, Puebla, Querétaro y Veracruz	Ornato

10.	<i>Mormodes porphyrophlebia</i> Salazar, 1992	32- 35 cm de alto, flores de color marrón oscuro con líneas púrpura en las nervaduras	Subhúmedo	Oaxaca	Ornato
11.	<i>Oncidium incurvum</i> Barker ex Lindl., 1833	25 mm de diámetro, flores de color blanco con manchas morado-violeta	Templado o semicálido	Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Puebla y Veracruz	Ornato
12.	<i>Oncidium pollardii</i> Dodson & Hágsater, 1978	20-30 mm de alto, flores de color rosa o morado	Semicálido húmedo	Oaxaca	Ornato
13.	<i>Oncidium tigrinum</i> La Llave & Lex., 1825	4-7 cm de diámetro, flores de color amarillo	Semicálido o templado	Jalisco y Michoacán	Ornato
14.	<i>Rhynchostele beloglossa</i> (Rchb.f.) Dressler & N.H. William, 2003	2-2.5 cm de alto, flores de color verde-amarillo claro	Templado	Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Veracruz	Ornato
15.	<i>Rhynchostele cervantesii</i> (La Llave & Lex.) Soto Arenas & Salazar, 1993	15-20 cm de alto, Flores de color blanco difuminadas en color rosa	Templado o subhúmedo	Edo. de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Oaxaca	Ornato
16.	<i>Rhynchostele ehrenbergii</i> (Link, Klotzsch & Otto) Soto Arenas & Salazar, 1993	3-5 cm de diámetro, fondo de color blanco a rosa intenso, con bandas en color café	Templado húmedo	Oaxaca y Veracruz	Ornato
17.	<i>Rhynchostele madrensis</i> (Rchb.f.) Soto Arenas & Salazar, 1993	4-5 cm de diámetro, flores de color blanco con mancha alargada en la base de color oscuro o claro	Templado húmedo	Guerrero y Oaxaca	Ornato
18.	<i>Rossioglossum insleayi</i> (Baker ex Lindl.) Garay & G. C. Kenn., 1979	45-70 mm de diámetro, flores de color amarillo-verdoso pálido, translúcido, muy variablemente manchados-bandeados, las manchas transversales cafés a café-rojizo	Templado subhúmedo	Edo. de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Oaxaca	Ornato
19.	<i>Stanhopea tigrina</i> Bateman ex Lindl., 1838	11-18 cm de diámetro, flores de color amarillo con manchas de color púrpura	Templado o semicálido	Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz	Ornato

(forofitos), formando parte del dosel del bosque debido a que se encuentran en la copa de los árboles, en donde muchas ocasiones la dominancia es notoria (Morales-Hernández, González-Razo y Pérez-Chávez, 2016), en estos sitios, la supervivencia se encuentra

fuertemente asociada con la presencia de especímenes sexualmente maduros, ya que, si éstos florecen antes de ser depredados, lograrán producir semillas y con ello perpetuar la especie (Zotz y Schmidt, 2006).

Hábito terrestre: se establecen en suelos poco profundos, con presencia de humus y materia orgánica, el ciclo de vida de este grupo se divide en dos:

Etapa 1. Se refiere a la etapa subterránea o de latencia, que en algunas especies se caracteriza por la ausencia de hojas, durante este periodo, la capa de suelo protege las raíces de las condiciones desfavorables del ambiente; esta etapa presenta una duración de algunos meses hasta algunos años (Kull y Kindlmann, 2006; Shefferson, Kull y Kadri, 2005), dependiendo de la permanencia de las condiciones climáticas desfavorable.

Etapa 2. En esta etapa se presenta el crecimiento aéreo y se producen las hojas, por lo que la planta desarrolla el proceso de fotosíntesis y entra en estado de reproducción, sin embargo, si las condiciones favorables para que éste se presente se retrasan, la planta puede regresar a la etapa de latencia y posteriormente regresará a la etapa aérea de forma alterna (Hutchings, 2010).

Hábito rupícola. Las plantas se establecen exclusivamente sobre las rocas, las cuales brindan soporte para su crecimiento y desarrollo (Téllez y Flores, 2007). Estas especies forman pequeños parches en espacios reducidos, los cuales presentan variación climática conocidos como microhábitat (Gandullo y Faggi, 2006).

FACTORES DE RIESGO

Entre las comunidades vegetales que integran el mosaico de vegetación de México, el bosque mesófilo de montaña ocupa 1% del territorio total mexicano y proporciona un hábitat de suma importancia para las orquídeas. Alberga 60% de las especies descritas; no obstante, este ecosistema es uno de los más fragmentados y con seria amenaza de desaparecer (Villaseñor, 2010; Carvajal-Hernández, Krömer, y Vázquez-Torres, 2014). La pérdida y transformación de los ecosistemas son los principales problemas que aquejan a las orquídeas, debido a que los ambientes húmedos y tropicales propician su crecimiento y reproducción (Menchaca, Lozano y Sánchez, 2012); además, se ha registrado que estos cambios disminuyen la densidad poblacional de los polinizadores, lo cual influye directamente en el ciclo reproductivo (Eckert *et al.*, 2010), lo que trae como consecuencia la reducción del número de individuos de especies arbóreas en las cuales se establecen las orquídeas epífitas (llamados forofitos).

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer la lista de las orquídeas endémicas que se encuentran en la categoría de amenazadas, las características generales de cada especie, así como las actividades antropogénicas que las han colocado en esta categoría.

DISCUSIÓN ACADÉMICA

La distribución de las especies de orquídeas endémicas en categoría de amenazadas se concentra en la zona centro de la república mexicana (tabla I), esto se debe a la presencia de climas de tipo templado-húmedo, el cual suele ser óptimo para el establecimiento. Con base en la revisión bibliográfica, se encontró que hay 28 especies endémicas en categoría de amenazadas registradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SE-MARNAT-2010; los estados con mayor número de especies en esta categoría son Oaxaca, con 16 especies; seguido de Guerrero y Veracruz, con nueve especies cada uno. En lo referente al hábito de vida, se encontró que 24 especies corresponden al hábito epífita, dos al terrestre, una al rupícola (pero que ocasionalmente se puede encontrar como terrestre) y sólo una especie del hábito epífita (pero que ocasionalmente se puede encontrar como rupícola). Con base en el uso, la especie *Bletia urbana* es utilizada como pegamento en el arte plumario, *Cypripedium irapeanum* y *Rhynchostele londesboroughiana* son utilizadas como plantas de ornato, ambas con hábito terrestre (tabla I).

Las orquídeas enfrentan un severo problema debido a que la mayoría de estas especies se encuentra en el bosque mesófilo de montaña, ecosistema con una gran amenaza de desaparecer. Aunado a lo anterior, la modificación del hábitat y algunos fenómenos de origen antropogénico como los incendios forestales, agravan la situación de las poblaciones de orquídeas, ya que su recuperación natural es lenta, lo que las lleva, en algunas ocasiones, a la desaparición de las poblaciones locales.

El principal uso que se les da a este grupo de plantas es el ornamental, sin embargo, se debe estudiar el uso de estas especies por cada región geográfica, además de desarrollar estudios etnobotánicos enfocados a conocer la estructura y diversidad de las especies a las cuales se asocian, lo cual ayudaría a ampliar el conocimiento sobre la importancia ecológica que cada una de las especies representa en el ecosistema.

CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS

A través de los análisis de los artículos científicos revisados y de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SE-MARNAT-2010, se documenta que las actividades antropogénicas han puesto en riesgo un gran número de orquídeas, en particular aquellas con distribución restringida o llamadas endémicas. Cabe mencionar que algunos estudios omiten el uso de las especies encontradas, por lo que se considera necesario el desarrollo de estudios etnobotánicos, ya que en ellos se conjuga la interacción de las personas y sus creencias, lo que los ha llevado a usar a estas especies. El desarrollar estudios a nivel poblacional nos ayudará a conocer el estado actual, la estructura poblacional, la fenología y la caracterización de las etapas de desarrollo durante su ciclo de vida, a su vez permitirá desarrollar estrategias de conservación adecuadas para cada especie.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias y al Programa de Maestría en Ciencias Sistemas Agropecuarios y Medio Ambiente por su apoyo. Al Conacyt por la beca otorgada (781879), así como al proyecto interno de la UAT “Conservación de los ecosistemas de montaña del Altiplano Tamaulipeco”, con clave PFI2016-EB-21.

REFERENCIAS

Carvajal-Hernández, C.I., Krömer, T., y Vázquez-Torres, M. (2014). Riqueza y composición florística de pteridobiontes en bosque mesófilo de montaña y ambientes asociados en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. (85): 451-501.

Cazarez, F.T.L., Luna Graciano, J.J., Solís G., J.J., et al. (2016). Propagación *in vitro* de la orquídea *Prosthechea citrina* (La Llave & Lex.) W. E. Higgins nativa del estado de Durango, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. (67): 19-25.

Chase, M.W., Freudenstein, J.V., Cameron, K.M., et al. (2003). DNA data and Orchidaceae systematics: a new phylogenetic classification. En: Dixon, K. W., S. P. Kell, R. L. Barrett y P. J. Cribb (Eds.). *Orchid conservation*. Natural History Publication, Kota Kinabalu, Sabah. 69-89.

Cox-Tamay, L.D. (2013). Orquídeas: Importancia y uso en México. *Bioagrociencias*. 6(2): 4-7.

Cox-Tamay, L.D., Ruíz, J.Y.S., y Pérez, E.A. (2016). Diversidad y uso de las orquídeas. *Bioagrociencias* 1(9): 1-6.

Espejo, S.A. (2012). El endemismo de las *liliopsida* mexicanas. *Acta Botánica Mexicana*. (100): 195-257.

Eckert, C.G., Kalisz, S., Geber, M.A., et al. (2010). Plant mating systems in a changing world. *Trends in Ecology & Evolution*. 25(1): 35-43.

Gandullo, R., y Faggi, A.M. (2006). La vegetación rupícola del Parque Provincial Copahue. Neuquén, Argentina. *Kurtziana* 1-2 (32): 13-24.

Hágsater, E., Soto, A.M.A., Salazar Ch., G.A., et al. (2005). *Las Orquídeas de México*. Instituto Chinoín, México, 304 pp.

Hutchings, M.J. (2010). The population biology of the early spider orchid *Ophrys sphegodes* Mill. III. Demography over three decades. *Journal of Ecology*. (98): 867-878.

Kull, T., y Kindlmann, P. (2006). Conservation Biology of orchids: Introduction to the special issue. *Biological Conservation*. (129): 1-3.

Llorente-Bousquets, J., y Ocegueda, S. (2008). Estado del conocimiento de la biota. 283-322 pp. *En Capital natural de México*. Conabio, México, 322 pp.

Menchaca, G.R.A., Lozano, M.A. y Sánchez, L. (2012). Estrategias para el aprovechamiento sustentable de las orquídeas en México. *Revista Mexicana Científica Forestal*. 13 (3): 10-16.

Morales-Hernández, J.L., González-Razo, F.J., y Pérez-Chávez, M.A. (2016). Caracterización de las orquídeas epífitas y sus forofitos en el parque ecológico universitario “José Mariano Mociño” de la Universidad Autónoma del estado de México”. *Polibotánica*. (42): 103-109.

Pavón, N.P., Hernández, H., y Rico, V. (2000). Distribution of plant life forms along an altitudinal gradient in the semi-arid valley of Zapotitlán, México. *Journal of Vegetation Science*. (11):39-42.

Plascencia, R., Castañón, A., y Raz, A. (2011). La biodiversidad en México: su conservación y las colecciones biológicas. *Ciencias*. (101): 36-43.

Pupulin, F. y Bogarín, D. (2004). Two new species of *Lepanthes* (Orchidaceae: Pleurothallidinae) from Costa Rica. *Kew Bulletin*. (59): 559-563.

Salazar, G.A. (2012). Orchidaceae Juss. En A. García-Mendoza, & J. A. Meave. (Eds.) *Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas* (Colecciones y Lista de Especies). México, D.F. Universidad Nacional Autónoma de México-Conabio. 324-339 pp.

Salazar-Rojas, V., Herrera, E., Flores, A. et al. (2007). Traditional use and conservation of the "Calaverita" *Laelia anceps* ssp. *dawsonii* f. *hilapensis* Soto-Arenas at Chilapa, Guerrero, México. *Lankesteriana*. (1-2): 368-370.

Shefferson R.P., Kull, T., y Kadri, T. (2005). Adult whole-plant dormancy induced by stress in longlived orchids. *Ecology*. (86): 3,099-3,104.

Solano, G., R., Cruz, G., Martínez, A., et al. (2010). Plantas utilizadas en la celebración de la semana santa en Zaachila, Oaxaca, México. *Polibotánica*. México. (29): 263-279.

Soto-Arenas, M.A., Hágsater, E., Jiménez, R., et al. (2007). *Las orquídeas de México: catálogo digital*. Instituto Chinoín, A.C., México, D.F. 304 pp.

Téllez, A. (2003). Etnobotánica de la familia Orchidaceae en México. En Montúfar, A. (coord.). *Estudios Etnobiológicos: Pasado y Presente de México*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. (10): 1-17.

Téllez, A., y Flores, L. (2007). *Orquídeas terrestres del Pedregal de San Ángel*. Primera Edición. Universidad Autónoma de México. 253 p.

Villaseñor, J.L. (2010). *El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico taxonómico*. Conabio-UNAM, México, D. F. 40 p.

Villaseñor, J.L. (2016). Checklist of the native vascular plants of México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. (87): 559-902.

Zotz, G., y Schmidt, G. (2006). Population decline in the epiphyte orchid *Aspasia principissa*. *Conservation Biology*. (129): 82-92.

CiENCIA UANL

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Visión 2020 UANL

La revista CiENCIA UANL te invita a publicar tus cuentos de ciencia ficción, dibujos, poemas, comics o fotografías en la sección *Imaginaria*, un espacio dedicado a las muestras artísticas.

Si estas interesado, manda un correo a esta dirección revista.ciencia@uanl.mx para mayor información.

Revista CiENCIA UANL
@Ciencia_UANL
Revista CiENCIA UANL

El invasor no es como lo pintan

Paola Lisette Hernández Rubio*, María Pamela Bermúdez González*, José Alberto Muñoz Manzano**, Juan Pablo Ramírez Herrejón*

Desde la perspectiva de la preservación de los organismos nativos de un lugar determinado, las invasiones biológicas casi siempre tienen una connotación negativa ya que, después de la destrucción del hábitat, éstas son la segunda causa de pérdida de biodiversidad. En este sentido, surge la necesidad de analizar la forma en que las invasoras han logrado una subsistencia exitosa en hábitats que les son ajenos.

Considerando que los peces están limitados al medio acuático, el fenómeno de su penetración en cuerpos de agua que se ubican a kilómetros de distancia de su lugar de origen exige primordial atención. Si durante millones de años la mayoría de los organismos fueron incapaces de dispersarse a grandes distancias a causa de las barreras geográficas (océanos, cadenas montañosas, ríos, continentes e islas), la cada vez más intrusiva intervención humana ha roto su natural confinamiento.

Un primer movimiento de especies del que se tiene registro es el del topillo campesino (*Microtus arvalis*), introducido en las islas Orcadas desde el suroeste de Europa. Se sabe que fue entre los años setenta y noventa del siglo XX que arribó a la meseta norte de la isla, logrando ocupar casi por completo la región en tan sólo 20 años. El hecho resultó de interés para investigadores como Charles Sutherland Elton, quien, pionero en el campo, sentó las bases de este tipo de investigación en su obra *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. A partir de entonces, y hasta la actualidad, la bibliografía al respecto ha revelado los efectos negativos que las introducciones ocasionan en las comunidades y ecosistemas colonizados (por ejemplo, extinciones, disminución de especies nativas y pérdidas económicas).

Ante el desarrollo de las comunicaciones que posibilitan el progresivo proceso de la globalización, la transportación de organismos acuáticos se da lo mismo vía terrestre, aérea o marítima, de manera que la introducción de especies se ha incrementado al punto de que en casi todos los cuerpos de agua dulce del planeta hay invasores, de ahí que científicos como Gordon Orians

definan nuestra era como “Homogenoceno”, haciendo referencia a un escenario en el que sólo unas cuantas especies pueden llegar a dominar todos los cuerpos de agua.

Pero profundizar en el tema exige precisar el concepto de especie invasora. Williams y Meffe (2005) mencionan que tal definición es endeble, conceptos como no nativas, exóticas, introducidas y trasladadas son usados como sinónimos para describir la presencia de organismos nuevos en un lugar y esto se presta a confusión. Estas variaciones se ven reflejadas en las tres definiciones sobre especies exóticas invasoras que se presentan en el libro *Especies Acuáticas Invasoras en México*, de la Conabio (2014): 1) especies exóticas que se han establecido en ecosistemas naturales o seminaturales o hábitats, es un agente de cambio y amenaza a la biodiversidad nativa; 2) especie cuya introducción o dispersión fuera de su área de distribución natural, pasada o presente, amenaza la diversidad biológica nativa, y 3) especie o población que no es nativa, se encuentra fuera de su ámbito de distribución natural, capaz de sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitats y ecosistemas naturales y que amenaza la diversidad biológica nativa, la economía o la salud pública.

En consecuencia, al hablar de especies exóticas invasoras habría que hacer ciertas precisiones: una especie exótica es aquella que proviene de otro hábitat o región (Matthews y Brand, 2004), mientras que la invasión de una especie a un sistema implica su capacidad de colonización y dispersión en diferentes hábitats naturales.

Así, el fenómeno de las invasiones biológicas es un proceso mediante el cual las exóticas se convierten en invasoras en tres fases que no necesariamente son lineales: introducción, establecimiento y dispersión.

La introducción es el proceso por el cual las especies son incorporadas a un nuevo hábitat fuera de su área de distribución natural. Se reconoce que las especies

* Universidad Autónoma de Querétaro.

** Secundaria Técnica No. 77 “Ricardo Flores Magón”.

Contacto: paolal.heru@gmail.com



pueden ser introducidas a cuerpos de agua de maneras diversas, por ejemplo, mediante la acuicultura, donde organismos reconocidos por su potencial invasor o depredador son depositadas en ríos o presas para su pesca local. Otra forma de introducción se presenta cuando peces de acuarios públicos o privados son liberados en cuerpos de agua y, aunque la intención en principio pueda ser buena, la falta de información biológica de cada especie respecto a su distribución, alimentación y reproducción, lleva a una infiltración indiscriminada en cuerpos de agua que le son ajenos. Aunado a lo anterior, fenómenos meteorológicos o sísmicos también son causa del desplazamiento de especies invasoras. Ejemplo de esto es lo ocurrido tras el sismo de magnitud 7.1 en México, el 19 de septiembre de 2017: según información que circuló en Internet, el movimiento telúrico provocó daños en cierta infraestructura acuícola, posibilitando la dispersión de especies exóticas invasoras en Morelos.

En la fase de establecimiento, las especies introducidas que logran sobrevivir se reproducen y mantienen sus poblaciones, y aunque factores físicos, químicos y biológicos impiden que todas las especies introducidas tengan éxito, aquéllas que subsisten son potencialmente dañinas. Tal es el caso del pez diablo (*Hypostomus* spp.) que desplazó casi la totalidad de la tilapia en la presa Infiernillo, provocando importantes pérdidas económicas. Si bien este pez fue ubicado por primera vez en México en aguas del río Mezcala hace 23 años, su talla (alcanza 70 cm de largo y llega a pesar más de tres kilogramos) y su constante reproducción, así como su gran resistencia, atribuible a sus escamas y a su fuerte armadura ósea, le permiten mantenerse a salvo de sus depredadores naturales (cocodrilos, nutrias y peces grandes) y consecuentemente establecerse en casi todas las cuencas principales del país.

La fase de dispersión es aquella en la que las especies ya establecidas se distribuyen para persistir por largo tiempo. Piénsese en el pez león (*Pterois volitans*), nativo del océano Indo-Pacífico, que se cree fue introducido en aguas del Caribe occidental como resultado de la destrucción de peceras durante el paso de huracanes. Hay registro de que estos organismos pueden alcanzar hasta 45 cm de largo, poseen aletas con espinas venenosas y son voraces carnívoros, cualidades que mantienen permanentemente amenazada a la fauna marina de la zona que ha sido incapaz de una adaptación defensiva.

Se ha sugerido una correlación entre la disminución de especies nativas tras la invasión de exóticas, sin embargo, esta relación no es simple ni necesariamente di-

recta, ya que puede deberse a un carácter multifactorial y correlativo. En este sentido hay tres hipótesis que explican los patrones de invasión. La primera fue de Elton en 1958, quien señala que comunidades ricas y diversas se encuentran saturadas, pues existen menos recursos y nichos disponibles que hacen que las especies nativas sean más competitivas y menos susceptibles a una invasión. Oponiéndose a la anterior, la segunda propone que las condiciones que han favorecido la riqueza de especies nativas beneficiarán también el establecimiento de especies exóticas (Leprieur *et al.*, 2008). La última plantea que la introducción de especies está relacionada directamente con las actividades humanas.

Los impactos ecológicos de las especies invasoras en cuerpos de agua varían significativamente dependiendo de la especie, magnitud de la invasión y vulnerabilidad del ecosistema invadido. Por ejemplo, el ajolote (*Ambytosma mexicanus*), especie en peligro de extinción que habita el lago de Xochimilco, está actualmente amenazado por la carpa común (*Cyprinus carpio*), la tilapia (*Oreochromis* spp) y la lobina negra (*Micropterus salmoides*), entre otras que suelen comerse a las crías.

En general, a nivel planetario, el número de especies invasoras está subestimado, pues es común que sólo se registren los organismos asociados a megainvasiones y con especies que causan daños ecológicos o económicos representativos. Específicamente en México, el fenómeno ha sido mal documentado. Posiblemente la primera observación de especies invasoras en el país fue hecha en 1904 por Meek, quien estudió la presencia de carpas en el río Lerma. Se sabe que años más tarde fueron introducidas en nuestro país la trucha (*Oncorhynchus* sp.), la lobina negra (*Micropterus salmoides*) y la tilapias (*Oreochromis* sp.), pero aún no se cuenta con bases estadísticas confiables que indiquen el número real de especies exóticas, ya que existen otras que han sido “ignoradas”, tal es el caso de *Poeciliopsis gracilis*, especie considerada de alto impacto por su capacidad para ocupar ambientes lénticos o lóticos, aguas perturbadas (por ejemplo, aportes de descargas urbanas); además de que es vivípara y presenta una tasa reproductiva que “asegura” mayor probabilidad de sobrevivencia a su descendencia. Otras especies que también han alcanzado un alto grado de invasión en ríos mexicanos son las *P. bimaculatus*, *Poecilia reticulata* y las *Xiphophorus helleri*, las cuales han sido poco atendidas a pesar de que pueden tener un impacto ambiental importante.

Incluso en ríos de áreas naturales protegidas mexicanas se han ubicado especies exóticas. Ejemplo de ello

es el guatopote jarocho (*Poeciliopsis gracilis*), una variedad tolerante a la contaminación que, de acuerdo a los resultados obtenidos por el grupo de investigación del Dr. Ramírez-Herrejón de la Universidad Autónoma de Querétaro, se encuentra distribuida a lo largo del río Jalpan, Querétaro, cuya abundancia se incrementa en sitios con calidad visual pobre. La investigación supone, además, que la especie en cuestión podría estar compitiendo con *Poecilia mexicana*, un género nativo con el que comparte espacio y alimento. En este río se suelen capturar ejemplares de lobina negra y tilapias, hecho que resulta lamentable ya que este cuerpo de agua también alberga a la mojarrita caracolera (*Herichthys labridens*) que, de acuerdo con la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), se encuentra en peligro de extinción.

Con frecuencia se habla de las consecuencias de la introducción de especies sobre los ecosistemas a los que llegan, sin embargo, ya hemos visto que muchas de las especies han sido llevadas a estos lugares por el humano. Por otro lado, los efectos antrópicos favorecen el establecimiento de especies exóticas ya que pueden crear nichos disponibles, además de que actividades relacionadas con el manejo del agua pueden dispersar y proteger especies o poblaciones de riesgos ambientales como las sequías, inundaciones y depredadores; esta protección permitirá el crecimiento de las poblaciones. Al final se sabe que sitios perturbados son capaces de resguardar una mayor diversidad de especies debido a la heterogeneidad que se crea.

Si bien las especies exóticas son la segunda causa de pérdida de biodiversidad, es importante insistir en que es el ser humano el responsable de acelerar el proceso de colonización. Los peces no tienen motivacio-

nes para invadir, no se mueven por conflictos políticos, no quieren expandir un imperio, ellos sólo buscan la manera de sobrevivir en el lugar al que han sido introducidos; toca a la humanidad mitigar los efectos de las invasiones ya existentes y evitar nuevas, y para ello la información siempre será el primer paso a emprender.

REFERENCIAS

Elton, C. (1958). *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. Estados Unidos de América, Springer US.

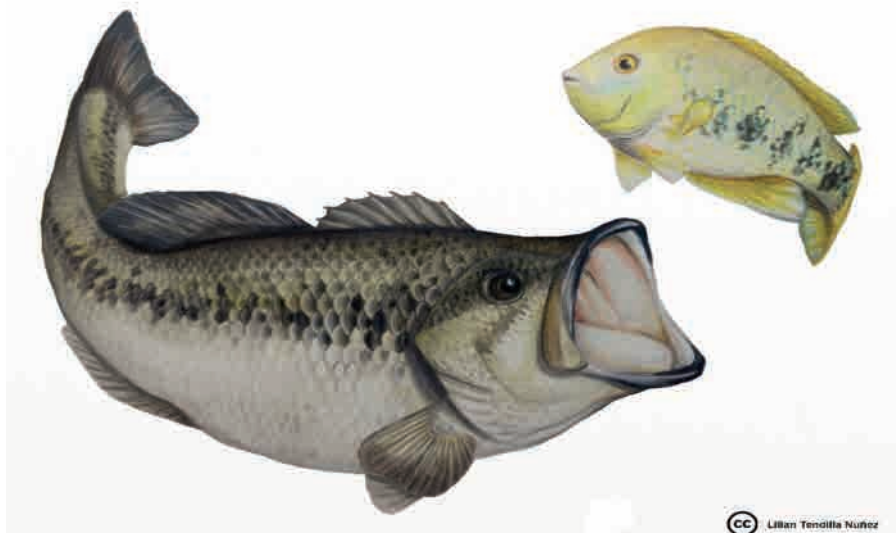
Leprieur, F., Beauchard, O., Blanchet, S., et al. (2008). Fish Invasions in the World's River Systems: When Natural Processes Are Blurred by Human Activities, *PLoS Biology*. 6(12): e322.

Matthews, S., y Brand, K. (2004). *Africa invaded: the growing danger of invasive alien species*. Sout Africa, Global Invasive Species Programme Cape Town South Africa.

Mendoza, R., y Koleff, P. (2014). *Especies acuáticas invasoras en México*, México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Meek, S.E. (1904). *The fresh-water fishes of Mexico north of the Isthmus of Tehuantepec* (Vol. 5). Field Columbian Museum.

Williams, J. y Meffe, G. (2005). Status and trends of the nation's biological resources: Nonindigenous species. Estados Unidos de América, Geological Service, en Mendoza, R. y Koleff, P. (coords.). *Especies acuáticas invasoras en México*. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.



Tortugas marinas: seres ancestrales, sus misterios, adaptaciones y amenazas

Rodolfo Martín-del-Campo*, Alejandra García-Gasca*

Dentro del reino animal, las tortugas pertenecen al grupo de los reptiles; aparecieron en el mundo hace 200 millones de años, antes que los grandes reptiles dominaran el planeta (Márquez, 1990). Estudios recientes en biología molecular sugieren que alteraciones en algunos genes que controlan el desarrollo de las células óseas pudo permitir la formación del caparazón (Spotila, 2004). Se sabe que un grupo de genes, llamados HOX, controla las principales vías de desarrollo en un embrión (Lappin *et al.*, 2006). Un cambio en la función de estos genes pudo haber causado la formación del caparazón y del plastrón, características que definen a las tortugas (Spotila, 2004).

La protección que proporciona el caparazón ha sido una ventaja para las tortugas, y la mayoría de estas especies no ha experimentado grandes cambios evolutivos en esta parte de su cuerpo; aunque las estructuras internas, extremidades, cuello y cabeza han cambiado considerablemente, el caparazón permanece muy similar a como era hace 200 millones de años (Márquez, 1990).

Algunas especies de tortugas migraron al océano y volvieron a salir a tierra hace entre 150 y 200 millones de años (entre los periodos Cretáceo y Jurásico), lo que dio origen a distintos linajes; en el ambiente marino experimentaron diversos cambios evolutivos, uno de los principales fue que sus extremidades tomaron la forma de aletas, adaptación que les permitió competir con otras especies marinas (Spotila, 2004).

Las tortugas marinas “modernas” aparecieron hace 110 millones de años (Mesozoico) y son descendientes de un único linaje, en este periodo hubo una diversidad alta de géneros, cuando grandes reptiles como los dinosaurios dominaban el planeta (Spotila, 2004). No obstante, éstos sufrieron un evento de extinción masiva hace aproximadamente 65 millones de años (Paleoceno), cuando un gran asteroide impactó la Tierra cerca de la península de Yucatán en México, evento que desencadenó una serie de cambios climáticos, provocó que muchas especies se extinguieran y a su vez favoreció

que aves y mamíferos placentados dominaran el planeta (Spotila, 2004). Sin embargo, las tortugas marinas persistieron a todos esos eventos climáticos y en la actualidad existen siete especies, la más ancestral es la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) que apareció hace 25 millones de años (Spotila, 2004).

ADAPTACIONES DE LAS TORTUGAS MARINAS

Para poder subsistir, las tortugas marinas han sufrido una serie de adaptaciones que les han permitido vivir en nuestros días. Son organismos ectotérmicos que dependen de la temperatura del agua y de otras estrategias como exponerse al calor del sol durante el día para regular la temperatura de su propio cuerpo (Spotila, 2004), y su caparazón actúa como protección a sus órganos vitales.

Son organismos de respiración pulmonar, lo que significa que salen a la superficie para hacer inhalaciones profundas de aire y así poder realizar inmersiones prolongadas y profundas (Plotkin, 2007). También poseen grandes espacios en el cráneo que albergan glándulas encargadas de excretar el exceso de sal, lo que les permite mantener un balance interno de sales y líquidos (Márquez, 1990). Se reproducen de forma sexual con fecundación interna, las hembras pueden anidar de forma anual, bianual o trianual dependiendo de la especie, la disponibilidad de energía y cambios ambientales (Spotila, 2004; Plotkin, 2007). Una vez que las hembras se aparean, pueden almacenar esperma por largo tiempo en unos pliegues de la parte media de los oviductos, el cual puede mantener la viabilidad para fertilizar los óvulos incluso de la siguiente temporada de reproducción (Márquez, 1990). Además, las hembras

* Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD).

Contacto: jesus.martin@estudiantes.ciad.mx,
alegar@ciad.mx



pueden aceptar el cortejo de varios machos durante una misma temporada de reproducción, por lo que las crías de una misma hembra pueden ser de distintos machos (paternidad múltiple) (Jensen *et al.*, 2006).

Las hembras reproductoras, al igual que sus ancestros, siguen anidando (entre 50 y 130 huevos) en ambientes terrestres, playas de anidación en zonas tropicales y subtropicales, donde se incuban los huevos durante un periodo aproximado de dos meses dependiendo de la especie (Spotila, 2004). Una vez que las crías han eclosionado y llegan a la superficie de la arena, comienzan un periodo de “frenesí natatorio”, en el cual se orientan e instintivamente se dirigen al mar, tratando de evitar depredadores; posteriormente son acarreadas por corrientes marinas y durante este tiempo su fuente de energía es el saco vitelino que absorbieron en el huevo y que les dura aproximadamente una semana (Spotila, 2004). Desafortunadamente, a pesar del gran número de huevos que pueden llegar a poner las tortugas marinas, se calcula que sólo una de cada mil crías que eclosionan llegará a edad adulta.

Aunque se conoce poco de su fase de crías, hay evidencias de que las crías permanecen en zonas pelágicas donde hay giros y frentes marinos, lugares donde se acumulan mantos de sargazo y variedades de organismos que les proporcionan alimento y protección (además de amenazas, dada la contaminación presente en dichas zonas) (Witherington, Hiram y Hardy, 2012), a este periodo se le conoce como “el año perdido”, aunque algunos autores afirman que se puede tratar de varios años (Márquez, 1990).

Se ha comprobado mediante distintos métodos, incluyendo estudios moleculares con el ácido desoxirribonucleico (ADN) mitocondrial (con el cual se puede seguir y estudiar el linaje materno), que las tortugas hembras reproductoras regresan a anidar a la misma región de la playa donde nacieron, aunque algunas especies son más filopátricas que otras (Bowen y Karl,

2007). Además, pueden realizar extensas migraciones desde zonas de reproducción a zonas de alimentación, por lo que se ha demostrado que tienen la capacidad de orientarse a partir de corrientes superficiales oceánicas, gradientes de temperatura e incluso el uso de señales magnéticas durante la navegación (Plotkin, 2007).

INTERACCIÓN DEL HOMBRE CON LAS TORTUGAS MARINAS

Las tortugas marinas y los seres humanos han interactuado desde hace miles de años (Frazier, 2003). La especie humana apareció hace 1.8 millones de años (Pleistoceno). Se tienen registros que estos organismos han sido fuente de alimentación desde la cuna de la civilización, en la antigua Mesopotamia, hace aproximadamente

7,000 años, ya que se han encontrado restos óseos cerca del delta de los ríos Tigris y Éufrates (Frazier, 2003).

Los registros indican que había un comercio organizado de carne, huevos, conchas y escudos de

estos organismos. Las tortugas marinas no sólo eran fuente de alimentación, también tenían un significado especial para la gente, ya que en el tiempo que dominaron los babilonios en la región de Mesopotamia, hace 3,000 años, aproximadamente, las tortugas marinas eran un ícono cultural, representaban al dios de la sabiduría (Enki) (Spotila, 2004).

En la civilización hindú, hace 2,500 años, las personas consideraban que el mundo se posaba sobre la espalda de cuatro elefantes que permanecían de pie sobre una tortuga marina gigante, la cual nadaba en el inmenso océano levantando agua con sus aletas (Spotila, 2004).



En la cultura maya, estos ancestrales organismos, además de formar parte de su dieta, también representaban un símbolo cultural y religioso, ya que se han encontrado figuras de cerámica y altares de piedra en algunos centros ceremoniales (Frazier, 2003).

En Costa Rica, hace aproximadamente 1,500 años, los chibcha consideraban que los huevos de tortugas marinas eran alimento afrodisíaco; esta idea sigue vigente y puede deberse a la gran cantidad de huevos que las hembras son capaces de poner en una sola nidada (Spotila, 2004).

Por otra parte, las tortugas marinas jugaron un papel importante en las expediciones europeas realizadas al nuevo continente, ya que eran fuente de alimento que podían aprovechar durante las navegaciones. Cristóbal Colón, en 1503 d.C., descubrió las Islas Caimán y las bautizó como “Las tortugas secas”, por la gran cantidad de tortugas que observaron al llegar, las cuales se agregaban cerca de la costa para copular y posteriormente anidaban en las playas del territorio descubierto (Spotila, 2004). Desafortunadamente, en 1800 la población de tortugas de estas Islas Caimán había desaparecido, ya que posterior al descubrimiento de América se inició un mercado internacional de productos de tortugas marinas (principalmente carey) con exportaciones a Nueva York, Gran Bretaña, Francia y Japón, entre otros países (Meylan y Donnelly, 1999). El mercado de estos productos se extendió por otras partes del mundo, los marineros buscaban áreas donde explotar este recurso, ya que parecía ser inagotable.



ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS Y SUS IMPACTOS EN LAS TORTUGAS MARINAS

Aunado a la explotación de las tortugas marinas, sus poblaciones han disminuido debido a otras actividades

antropogénicas. A partir de la Revolución Industrial (1760-1840), las actividades humanas dejaron de basarse en la agricultura y artesanía para depender de la industria. A partir de entonces, y hasta la actualidad, la industria química se ha desarrollado de tal forma que se han sintetizado numerosos compuestos químicos para distintos usos.

Entre estos compuestos se encuentran los fármacos cosméticos, aditivos alimentarios, plaguicidas, productos de uso doméstico, productos derivados de la combustión de carburantes, o cualquier residuo procedente de la industria química, por mencionar algunos. La mayoría de estos productos son considerados contaminantes, es decir, tienen un efecto nocivo en el medio ambiente, aunque dependiendo de sus características (como toxicidad o capacidad de degradación) algunos pueden ser más perjudiciales que otros y por lo tanto tienen distintos efectos en los ecosistemas.

La mayoría de los contaminantes se han dispersado ampliamente por todo el mundo debido a las descargas y al acarreo de partículas por aire y agua hasta llegar a los ecosistemas marinos. Una vez que se presentan en los ecosistemas, los contaminantes pueden llegar a los distintos niveles tróficos provocando alteraciones en la salud poblacional de las tortugas marinas, y por tanto un decremento en sus poblaciones (Keller, 2013).

Algunos contaminantes son capaces de provocar alteraciones durante el desarrollo embrionario, ya sea que provoquen malformaciones congénitas (teratogénesis), o bien alteraciones hormonales (disruptores endocrinos) que tengan como consecuencia decremento en la supervivencia o un desequilibrio de proporción de sexos en las poblaciones (Bishop *et al.*, 1998; Guillette *et al.*, 1994), lo que puede afectar aún más la supervivencia de las tortugas marinas.



AFECTACIÓN DE CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL DESARROLLO EMBRIONARIO EN TORTUGAS MARINAS

En México, llegan a aguas territoriales y playas de anidación seis de las siete especies de tortugas marinas



que existen en el mundo: laúd (*Dermochelys coriacea*), carey (*Eretmochelys imbricata*), caguama (*Caretta caretta*), verde (*Chelonia mydas*), lora (*Lepidochelys kempii*) y golfinia (*Lepidochelys olivacea*). Todas consideradas en peligro de extinción, por lo que la investigación de estos organismos es fundamental para tomar las medidas adecuadas de manejo y conservación.

Existen estudios que han proporcionado pruebas de que los contaminantes químicos pueden afectar la salud, la supervivencia o la reproducción de las tortugas marinas (Keller, 2013). Uno de ellos es el endosulfán, identificado recientemente en embriones de tortuga golfinia con malformaciones congénitas (datos no publicados). El endosulfán es un plaguicida organoclorado altamente persistente en el ambiente, se concentra en agua, aire, suelo y sedimentos, donde puede contaminar a los organismos expuestos, se bioacumula en los tejidos grasos y se biomagnifica a través de la cadena alimenticia.

En 2011, el endosulfán se incluyó en el Anexo A del Convenio de Estocolmo para su eliminación en el mundo (UNEP, 2011), aunque todavía es usado en algunos países en vías en desarrollo. Este compuesto es catalogado como disruptor endocrino, y en organismos modelo (como ratones) se ha reportado que tiene efectos embriotóxicos y teratogénicos (Singh *et al.*, 2006).

Durante el desarrollo embrionario, mecanismos genéticos y epigenéticos trabajan en conjunto para dar origen a un nuevo ser. Los mecanismos epigenéticos controlan la expresión génica y son vulnerables a interrupciones ambientales (Dolinoy, 2008). La metilación del ADN es el mecanismo mejor estudiado y podría ser reprogramado durante el desarrollo embrionario por contaminantes ambientales. En el laboratorio de Biología Molecular del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD/ Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental) se investiga la metilación diferencial del ADN en embriones de tortuga golfinia normales y con malformaciones congénitas. Se está analizando metilación tanto *locus*-específica como global. Al mismo tiempo, se analiza la concentración de plaguicidas organoclorados (como el endosulfán) en tejidos de embriones malforma-

dos con la finalidad de encontrar una posible relación entre contaminación y desarrollo embrionario en tortugas marinas.

REFERENCIAS

- Bishop, C.A., Pettit, K.E., Kennedy, S.W., *et al.* (1998). Environmental contamination and developmental abnormalities in eggs and hatchlings of the common snapping turtle (*Chelydra serpentina serpentina*) from the Great Lakes-St Lawrence River basin (1989–1991). *Environmental Pollution*. 101(1): 143- 156.
- Bowen, B.W., y Karl, S.A. (2007). Population genetics and phylogeography of sea turtles. *Molecular Ecology*. 16(23): 4886-4907.
- Dolinoy, D.C. (2008). The agouti mouse model: an epigenetic biosensor for nutritional and environmental alterations on the fetal epigenome. *Nutrition Reviews*. 66: S7-S11.
- Frazier, J. (2003). Prehistoric and ancient historic interactions between humans and marine turtles. *The biology of sea turtles*. 2: 1-38.

Guillette, L.J., Gross, T.S., Masson, G.R., *et al.* (1994). Developmental abnormalities of the gonad and abnormal sex hormone concentrations in juvenile alligators from contaminated and control lakes in Florida. *Environmental Health Perspectives*. 102(8): 680-688.

Jensen, M.P., Abreu-Grobois, F.A., Frydenberg, J., *et al.* (2006). Microsatellites provide insight into contrasting mating patterns in arribada vs. non-arribada olive ridley sea turtle rookeries. *Molecular Ecology*. 15(9): 2567-2575.

Keller, J.M. (2013). Exposure to and Effects of Persistent Organic Pollutants. *The Biology of Sea Turtles*. 3: 285.

Lappin, T.R., Grier, D.G., Thompson, A., *et al.* (2006). HOX genes: seductive science, mysterious mechanisms. *The Ulster medical journal*. 75(1): 23.

Márquez, R. (1990). *FAO species catalogue, v. 11: Sea turtles of the world*. FAO Fisheries Synopsis. Pp. 81.

Meylan, A.B., y Donnelly, M. (1999). Status justification for listing the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) as critically endangered on the 1996 IUCN Red

List of Threatened Animals. *Chelonian Conservation and Biology*. 285 3(2): 200-224.

Plotkin, P.T. (2007). *Biology and Conservation of the Ridley Turtles*. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press. Pp. 356.

Singh, N.D., Sharma, A.K., Dwivedi, P., *et al.* (2006). Citrinin and endosulfán induced teratogenic effects in Wistar rats. *J. Appl Toxicol*. 27(6):589-601.

Spotila, J.R. (2004). *Sea turtles: A complete guide to their biology, behavior, and conservation*. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press. Pp. 227.

UNEP. (2011). *Endosulfan included under the Convention. Fifth meeting of the conference of the parties to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants*. Disponible en: <http://chm.pops.int/Convention/COP/Meetings/COP5/tabid/1267/mctl/ViewDetails/>

Witherington, B., Hiram, S., y Hardy, R. (2012). Young sea turtles of the pelagic Sargassum-dominated drift community: Habitat use, population density, and threats. *Marine Ecology Progress Series*. 463: 1-22.





SECCIÓN ACADÉMICA

Lodos residuales de origen doméstico: disminución de coliformes fecales
y *Salmonella* spp.

Composición florística y diversidad de la regeneración leñosa del
matorral en Marín, Nuevo León



Lodos residuales de origen doméstico: disminución de coliformes fecales y *Salmonella* spp.

Lucero Mariel López Moreno*, Bárbara Azucena Macías Hernández*, Néstor Guevara García*, José Alberto López Santillán*, Patricio Rivera Ortiz*

DOI: /10.29105/cienciauanl21.91-1

RESUMEN

El elevado contenido de microorganismos patógenos que presentan los lodos residuales genera una problemática en su disposición. Se evaluó la disminución de coliformes fecales y *Salmonella* spp., sometido a vermiestabilización y estabilización alcalina, empleando relaciones lodo-hidróxido de cal de 0.5-9.5, 1.0-9.0, 1.5-8.5 y 2.0-8.0 kg, así como 10.0-0.39, 10.0-0.26 y 10.0-0.13 kg lodo-lombriz. En cuanto a coliformes fecales, ambos tratamientos lograron conseguir la clasificación "C" para uso forestal y agrícola sin contacto directo, establecida en la NOM-004-SEMARNAT-2002. Sin embargo, la disminución de *Salmonella* spp. no consiguió ser suficientemente efectiva para cumplir con dicha clasificación.

Palabras clave: microorganismos, patógenos, lodos residuales, vermiestabilización, estabilización alcalina.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) han sido establecidas en diversos países con la finalidad de reutilizar el agua desechada en procesos domésticos e industriales y prevenir la contaminación de ecosistemas. Los lodos residuales, también conocidos como biosólidos (Renner, 2000), son subproductos formados de partículas orgánicas y minerales no retenidas en los tratamientos físicos o biológicos del agua (Peñarete, 2012; Oropeza, 2006). Usualmente contienen de 93 a 99% de humedad, así como entre 0.5 y 2% de sólidos (EPA, 1999). Asimismo, son considerados desechos peligrosos e indeseables debido al contenido de metales pesados y microorganismos patógenos que presentan (coliformes fecales, *Salmonella* spp. y huevos de helmintos) (European Commission, 2010).

En el ámbito mundial, miles de millones de toneladas de lodos residuales son generadas cada año (Renner, 2000). Tan sólo en Estados Unidos se producen alrededor de once millones de toneladas en peso seco

ABSTRACT

The high content of pathogenic microorganism that are present in sewage sludge generate a problema in its disposition. The decreased of faecal coliforms and Salmonella spp., subdued to vermicomposting and alkaline stabilization was evaluated, applying relationship sludge-Lime hydroxide of 0.5-9.5, 1.0-9.0, 1.5-8.5 and 2.0-8.0 kg, as wel as 10.0-0.39, 10.0-0.26 and 10.0-0.13 kg sludge-worm. In respect of faecal coliforms, both treatments were able to get the "C" ranking for forestry use and farming use without direct contact, established in the NOM-004-SEMARNAT-2002. Nevertheless, the reduction of Salmonella spp. Failed to get sufficiently effective to fulfill this ranking.

Keywords: microorganism, pathogens, sewage sludge, vermicomposting, alkaline stabilization.

(Kelessidis y Stasinakis, 2012). En México, no existe una cifra oficial reportada sobre la generación de los lodos residuales (Oropeza, 2006). Sin embargo, el volumen de aguas residuales (AR) tratadas se ha incrementado en los últimos 22 años, lo que provoca un aumento en la cantidad de lodos residuales producidos. Para 2010 ya existían 2,603 PTAR municipales en operación, tratando $93.6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ de AR, es decir, 44.76% de los $209.1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ recolectados en los sistemas de alcantarillado. Sólo en el estado de Tamaulipas, para 2013, se encontraban instaladas 44 PTAR, las cuales realizaban el tratamiento de $5,692.1 \text{ L s}^{-1}$ (Conagua, 2013).

En México, el principal problema de la disposición de lodos residuales es el alto contenido de microorganismos patógenos que presentan (Barrios *et al.*, 2000). Por lo tanto, son ocasionalmente incinerados o utilizados como material de relleno (Renner, 2000), descar-

* Universidad Autónoma de Tamaulipas.
Contacto: bmaciash@docentes.uat.edu.mx

gados en sistemas de alcantarillado, cuerpos de agua, tiraderos, terrenos o en las mismas fuentes de suministro sin un tratamiento previo y, en el mejor de los casos, dispuestos en rellenos sanitarios (Oropeza, 2006; Castrejón *et al.*, 2002), lo cual puede generar severos problemas de contaminación (Castrejón *et al.*, 2002).

Algunos autores demuestran que los lodos residuales cuentan con la capacidad de ser utilizados como abono agrícola (Tsadillas *et al.*, 1995; Hernández *et al.*, 2005; Nagar, Sarkar y Datta, 2006), debido a su elevado contenido de materia orgánica (CEAJ, 2011), para lo cual requieren de un tratamiento previo a su disposición (Torres, Madera y Martínez, 2008).

Estabilizar lodos mediante la adición de cal es un proceso sencillo que permite destruir o eliminar microorganismos productores de gases fétidos, así como microorganismos patógenos y mejorar las características de secado (Romero, 2005); disminuyendo las concentraciones de coliformes fecales dentro de los límites de la clase A de la NOM-004-SEMARNAT-2002 (Castrejón *et al.*, 2002).

Otra de las técnicas utilizadas es la vermiestabilización o vermicomposteo, la cual consiste en la estabilización y secado de lodos utilizando lombrices de tierra. Investigaciones previas demuestran que el producto final de este tratamiento suele contener niveles elevados de nitrógeno y fósforo (European Commission, 2010), así como un menor contenido de microorganismos patógenos en comparación con otros métodos de estabilización (Khwairakpam y Bhargava, 2009).

Con la finalidad de producir un lodo residual “Clase A”, con base en lo establecido en la NOM-004-SEMARNAT-2002, se evaluó la disminución de coliformes fecales y *Salmonella* spp. en lodo residual obtenido de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de Ciudad Victoria, Tamaulipas, México, expuesto a distintas concentraciones de cal hidratada y lombriz californiana.

METODOLOGÍA

El lodo residual utilizado se obtuvo de la PTAR domésticas de Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Durante el primer muestreo se colectaron 200 kg de lodo residual, los cuales fueron sometidos a vermiestabilización utilizando lombriz californiana (*Eisenia foetida*). De la misma forma, en el segundo muestreo se colectaron 200 kg de lodo residual destinados a estabilización alcalina mediante la adición de cal hidratada (Ca(OH)_2).

Para conformar el volumen total de muestra se utilizó el método del cuarteo, tal y como se establece en la NOM-004-SEMARNAT-2002.

Una porción del material colectado en ambos muestreos fue trasladado al Laboratorio de Investigación y Diagnóstico Agrícola (LIDA), perteneciente a la Facultad de Ingeniería y Ciencias, de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, donde se mantuvo en refrigeración a 4°C con la finalidad de analizar humedad en % mediante método gravimétrico (secado a estufa a 105°C×24 h) y saturación. Asimismo, se determinó el número más probable (NMP) de coliformes totales, fecales, mediante la prueba indirecta (prueba presuntiva en caldo lactosado y prueba confirmativa flama del medio EC) y *Salmonella* spp., conforme con lo descrito en la NOM-004-SEMARNAT-2002. El pH se midió a través del método potenciométrico en periodos de 24 h, en una relación 1:0.5 agua destilada-muestra y la materia orgánica (MO) utilizando el método de Walkley-Black.

Para llevar a cabo el experimento se diseñó un modelo completamente al azar con siete tratamientos y dos testigos. Tanto los tratamientos como el testigo fueron desarrollados por triplicado, utilizando un total de 27 cajas de reja plástica de 48x28 cm y 15 cm de altura, cubiertas con una bolsa negra de polietileno, con la finalidad de contener el sustrato añadido. Los valores obtenidos de NMP g⁻¹ de coliformes fecales y *Salmonella* spp., así como los parámetros físicos, fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con un *Alpha* de 0.05, comparando los tratamientos, utilizando el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 21.

Tratamiento alcalino

Los tratamientos 1, 2, 3 y 4 fueron conformados por lodo residual-cal hidratada en una relación de 95-5, 90-10, 85-15 y 80-20%, respectivamente. Para estos tratamientos se colocó un testigo de 100% de lodo residual correspondiente a 10 kg. Una vez pesada la cantidad de lodo-cal, se procedió a mezclar de forma manual hasta su completa homogenización. En dichos tratamientos se monitoreó la temperatura, así como el pH, esperando alcalinizar el material por encima de 12 unidades durante un período de 72 horas, tal y como recomienda la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, 2003), para lograr la reducción significativa de microorganismos patógenos.

Transcurridas 72 horas, se colectó una porción de material de cada uno de los tratamientos en bolsas plásticas estériles debidamente etiquetadas, para proceder con los análisis antes mencionados.

Vermiestabilización

Por otra parte, los tratamientos 5, 6 y 7 fueron conformados por 10 kg de lodo residual variando el peso vivo de lombriz añadido (0.39, 0.26 y 0.13 kg, respectivamente), conforme al tiempo de exposición (30, 60 y 90 días). En este caso se llevó un control de la temperatura interna de los tratamientos, realizando riegos periódicos manuales con la finalidad de mantener el material entre 14 y 30°C, temperatura ideal para el desarrollo de *Eisenia foetida*. A los 0, 30, 60 y 90 días de tratamiento, se colectó sustrato en bolsas de polietileno estériles debidamente etiquetadas para analizar los parámetros correspondientes.

RESULTADOS

Tratamiento alcalino

Una vez analizados los parámetros físicos del lodo residual (tabla I), se observó una disminución en la humedad contenida de 83.45 hasta 59.64%, conforme aumentó la relación lodo-hidróxido de cal agregada, debido a que éste es considerado un material secante. Asimismo, la capacidad de absorción de humedad del lodo residual disminuyó a medida que la cantidad de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ aumentaba, 95.26% en el testigo, mientras que en el que contenía mayor cantidad de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (T4), el porcentaje fue de 63.47%, considerándose como alto. Se observó que los valores de humedad y saturación son estadísticamente diferentes (ANOVA $p < 0.05$). Por lo que es importante considerar la relación lodo-cal.

Tal y como recomienda la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2003), el pH incrementó por encima de 12, logrando mantenerse durante 72 horas. La disociación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en los tratamientos causa una elevación del pH (Palomo-Rodríguez *et al.*, 2010). El análisis mostró que incluso el tratamiento con menor concentración de cal hidratada reflejó una disminución en el contenido de microorganismos patógenos presentes 99%.

Al incrementar la relación lodo-cal, mayor remoción de coliformes fecales y *Salmonella* spp. fue observada, obteniéndose valores iniciales de 460'000,000 NMP g^{-1} de coliformes fecales y 2,400'000,000 NMP g^{-1} de *Salmonella* spp., los cuales disminuyeron a medida que el contenido de cal aumentaba (tabla II). Los valores muestran diferencia estadística por lo que sí se observó una disminución significativa para el tratamiento 4 con respecto a los otros (ANOVA $P < 0.05$).

Tabla I. Propiedades físicas de lodo residual tratado con cal.

Tratamiento	Relación lodo- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (kg)	Humedad (%)	Saturación (%)
Testigo	10.0-0.0	83.45	95.26
1	9.5-0.5	78.78	85.52
2	9.0-10.0	69.98	73.38
3	8.5-1.5	66.78	72.88
4	8.0-2.0	59.64	63.47

Tabla II. NMP g^{-1} ST de coliformes fecales y *Salmonella* spp., en lodo residual estabilizado alcalinamente.

Tratamiento	Relación lodo- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (kg)	Coliformes fecales (NMP g^{-1} ST)	<i>Salmonella</i> spp. (NMP g^{-1} ST)
Lodo Inicial	10.0-0.0	460,000,000	2,400,000,000
1	9.5-0.5	300,000	1'201,201
2	9.0-10.0	300,000	600,601
3	8.5-1.5	210,000	<3
4	8.0-2.0	21,000	<3

NMP g^{-1} ST: número más probable por gramo de sólidos totales.

Sin embargo, los resultados son elevados al ser comparados con lo reportado por otros autores (Castrejón *et al.*, 2002; Viguera-Carmona *et al.*, 2013). Si bien se obtuvo un decremento en casi 100% de microorganismos patógenos, las concentraciones utilizadas de cal hidratada no fueron suficientemente efectivas para lograr cumplir el límite máximo permisible de *Salmonella* spp. para uso agrícola sin contacto directo establecido en la normatividad (<300 NMP-g ST). En cuanto a coliformes fecales se refiere, el lodo residual estabilizado, en todas las concentraciones aplicadas, logró cumplir con dichos parámetros (<2,000,000 NMP g^{-1} ST).

Vermiestabilización

En la vermiestabilización de lodos se observó un aumento en el contenido de materia orgánica a los 30, 60 y 90 días de tratamiento de 2.24, 4.47 y 6.71%, respectivamente. Las diferencias fueron significativas de acuerdo al análisis de varianza realizado ($p < 0.05$). Asimismo, a mayor contenido de materia orgánica se observó una acidificación del sustrato (tabla III). Hait y Tare mencionan que el vermicomposteo de lodos residuales promueve la formación de compuestos orgánicos ácidos, lo cual reduce los niveles de pH (Hait y Tare, 2011).

Tabla III. Propiedades físicas del lodo residual vermiestabilizado.

Parámetros	Tratamiento			
	Lodo Inicial	7 (30 días)	6 (60 días)	5 (90 días)
Relación lodo-lombriz (kg)	10.0-0.0	10.0-0.39	10.0-0.26	10.0-0.13
Humedad (%)	79.78	79.59	74.02	51.59
Saturación (%)	95.26	96.91	78.36	89.21
Materia Orgánica (%)	45.06	46.09	47.42	48.90
pH	6.95	7.06	6.60	6.42

Se logró mantener e incluso incrementar las poblaciones de lombriz californiana utilizada en lodo residual fresco, sin ser requerido un compostaje previo o la adición de algún otro tipo de sustrato. A los 30 y 60 días de tratamiento las poblaciones de lombriz californiana se mantuvieron estables, incluso con un ligero incremento. Lo anterior debido al aumento en peso y número de individuos. A los 90 días de tratamiento se redujeron las poblaciones de lombriz californiana encontradas. Si bien se presentó mayor número de individuos, el peso vivo de lombriz disminuyó, observándose organismos de menor grosor. Resultados similares han sido reportados (Villar *et al.*, 2016), lo cual se atribuye a que el contenido nutricional aprovechable para las poblaciones de lombriz decrece rápidamente en las primeras etapas del compostaje (Gunadi y Edwards, 2003).

Todas las concentraciones de lombriz californiana añadidas a los 30, 60 y 90 días de tratamiento resultaron ser eficientes en cuanto a disminución de coliformes totales y fecales (99.93%). En la totalidad de los tratamientos establecidos se logró disminuir el contenido de coliformes fecales, cumpliendo con la clasificación “excelente o bueno”, establecida en la NOM-004-SEMARNAT-2002 (<2,000,000 NMP g⁻¹ ST). Sin embargo, para *Salmonella* spp. se reportó una disminución de 99.98% a los 60 y 90 días de tratamiento (tabla IV), siendo insuficiente para alcanzar las especificaciones impuestas en la normatividad (<300 NMP-g ST), debido a la elevada concentración de *Salmonella* spp. presente en el lodo residual fresco. Estudios anteriores han conseguido cumplir con el límite máximo permisible Clase “A” (uso en contacto público directo) establecido en la normatividad, sin embargo, los sustratos utilizados presentaban un contenido menor en cuanto a microorganismos patógenos (Eastman *et al.*, 1999; Khwairakpam y Bhargava, 2009).

Tabla IV. NMP g⁻¹ ST de coliformes fecales y *Salmonella* spp., en lodo residual vermiestabilizado

Tratamiento	Relación lodo-lombriz (kg)	Coliformes fecales (NMP g ⁻¹ ST)	<i>Salmonella</i> spp. (NMP g ⁻¹ ST)
Lodo inicial	10.0-0.0	460,000,000	2,400,000,000
7 (30 días)	10.0-0.39	300,000	1,100,000
6 (60 días)	10.0-0.26	300,000	460,000
5 (90 días)	10.0-0.13	300,000	460,000

NMP g⁻¹ ST: número más probable por gramo de sólidos totales.

CONCLUSIÓN

Todas las concentraciones lodo residual-cal, lodo residual-lombriz californiana, en cuanto a NMP g⁻¹ ST de coliformes fecales, lograron cumplir con la clasificación “C” (uso forestal y agrícola sin contacto directo). Tal y como menciona Castrejón *et al.*, la adición de cal hidratada a lodos residuales demostró ser una alternativa viable para la disminución del contenido de microorganismos patógenos presentes (Castrejón *et al.*, 2002). Resultados similares fueron encontrados entre los tratamientos con menores concentraciones de cal añadida (10 y 5%) y lombriz californiana en cuanto a NMP g⁻¹ ST de coliformes fecales. Lo cual sugiere que los tratamientos con 20 y 15% de Ca (OH)₂ son mayormente efectivos comparados con la vermiestabilización, en cuanto a eliminación de coliformes fecales, además de ser económicos y causar efectos rápidos.

Incrementar el tiempo de exposición al tratamiento alcalino podría ser la solución para conseguir un lodo residual “Excelente o bueno” (Semarnat, 2003), que pueda ser dispuesto o aprovechado en contacto directo y de forma segura, mediante un tratamiento de bajo costo. Debido a que la calidad en los lodos residuales tratados con *E. foetida* tampoco cumplió con las especificaciones establecidas para uso forestal, mejoramiento de suelos o uso agrícola, es necesario realizar pruebas en las que se incremente la relación concentración/tiempo de contacto de lombriz californiana, para poder llegar a disminuir el contenido de *Salmonella* spp. Asimismo, es importante la altura de la cama, ya que se ha observado que la granulometría fina que presentan los LR es una probable causa de la baja remoción de microorganismos patógenos.

Otros resultados sugieren que el lodo residual fresco puede ser utilizado como sustrato para la cría y reproducción de lombriz californiana, obteniendo un compost de mayores capacidades fertilizantes en cuanto a materia orgánica, en comparación con el lodo obtenido en tratamientos alcalinos.

REFERENCIAS

- Barrios, J.A., Rodríguez, A., González, A., *et al.* (2000). Destrucción de coliformes fecales y huevos de helmintos en lodos fisicoquímicos por vía ácida. FEMISCA. AIDIS. Morelia, Michoacán. México. *Memorias XII Congreso Nacional 2000*. 1(1): tomo 1. 913 p.
- Castrejón, A., Barrios, J.A., Jiménez, B., *et al.* (2002). *Evaluación de la calidad de lodos residuales de México*. FEMISCA AIDIS Tomo 1. Morelia, Michoacán, México. 913 p.
- CEAJ. (2011). *Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales con el proceso de lodos activados*. Dirección de Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. México. 482 p.
- Conagua. (2013). *Inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación*. Comisión Nacional del Agua. México, D.F. 306 p.
- Eastman, B.R., Kane, P.N., Edwards, C.A., *et al.* (1999). *Biosolids Generation, Use, and Disposal in the United States U.S.* Stermer and Environmental Protection Agency Municipal and Industrial Solid Waste Division Office of Solid Waste. 81 p.
- EPA. (1999). *Biosolids Generation, Use, and Disposal in the United States*. United States. 81 p.
- EPA. (2003). *Control of pathogens and vector attraction in sewage sludge under 40 CFR part 503*. Office of Water. Office Science and Technology Sludge. Risk Assessment Branch. Washington. 177 p.
- European Commission. (2010). *Sewage sludge*. Disponible en: <http://ec.europa.eu/environment/waste/sludge/index.htm>
- Hernández, J.M., Olivares, E., Villanueva, I., *et al.* (2005). Aplicación de lodos residuales, estiércol bovino y fertilizante químico en el cultivo de sorgo forrajero (*Sorghum vulgare Pers.*). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 21: 31-36.
- Gunadi, B., y Edwards, C.A. (2003). The effects of multiple applications of different organic wastes on the growth, fecundity and survival of *Eisenia fetida* (Savigny) (Lumbricidae). *Pedobiologia*. 47: 321-329.
- Hait, S., y Tare, V. (2011). Vermistabilization of primary sewage sludge. *Bioresour Technol.* 102: 2812-2820.
- Kelessidis, A., y Stasinakis, A.S. (2012). Comparative study of the methods used for treatment and final disposal of sewage sludge in European countries. *Waste Manage.* 32: 1186-1195.
- Khwairakpam, M. y Bhargava, R. (2009). Vermitechnology for sewage sludge recycling. *Journal of Hazardous Materials*. 161: 948-954.
- Nagar, R., Sarkar, D., y Datta, R. (2006). Effect of Sewage Sludge Addition on Soil Quality in Terms of Metal Concentrations. *Environmental Contamination Toxicology*. 76: 823-830.
- Oropeza, G.N. (2006). Lodos residuales: estabilización y manejo. *Caos Conciencia*. 1: 51-58.
- Palomo-Rodríguez, M., Viramontes, U.F., Espinoza-Arellano, J.J. *et al.* (2010). Comportamiento de la carga nutrimental en drenes agrícolas del Valle de Juárez. *Ciencia en la Frontera*. 8(1): 7-13.
- Peñarete, M.W. (2012). *Efecto de la aplicación de biosólidos sobre las propiedades físicas e hidrodinámicas de un suelo cultivado con caña de azúcar (Saccharum officinarum)*. Tesis de Maestría en Ingeniería. Facultad de Ingeniería-Universidad del Valle. Santiago de Cali. 81 p.
- Renner, R. (2000). Sewage sludge press and cons. *Environmental Science and Technology*. 34: 430-435. Romero, J.A. (2005). *Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño*. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Primera reimpresión. Bogotá. 1248 p.
- Semarnat. (2003). Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, *Protección ambiental. Lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final*. Diario Oficial de la Federación.
- Torres P., Madera, C.A., y Martínez, G.V. (2008). Estabilización alcalina de biosólidos compostados de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas para aprovechamiento agrícola. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. 1: 4432-4444.
- Tsadillas, C.D., Matsi, T., Barbayiannis, N., *et al.* (1995). The influence of sewage sludge application on soil properties and on the distribution and availability of heavy metal fractions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 26: 2603-2619.
- Vigueras-Carmona, S.E., Zafra-Jiménez, G., García-Rivero, M., *et al.* (2013). Efecto del pretratamiento sobre la biodegradabilidad anaerobia y calidad microbiológica de lodo residuales secundarios. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 12: 293-301.
- Villar, I., Alves, D., Pérez-Díaz, D., *et al.* (2016). Changes in microbial dynamics during vermicomposting of fresh and composted sewage sludge. *Waste Management*. 48: 409-417.

RECIBIDO: 05/07/2016

ACEPTADO: 08/08/20108



Composición florística y diversidad de la regeneración leñosa del matorral en Marín, Nuevo León

Jaime F. García*, Francisco Zavala-García*

DOI: 10.29105/cienciauanl21.91-2

RESUMEN

Los matorrales del noreste de México son ecosistemas bajo intensa presión agropecuaria. Para evaluar la composición, la diversidad α y la regeneración leñosa. En un área de matorral con historial de pastoreo, en Marín, N. L., se establecieron ocho parcelas rectangulares de 25x10 m (250 m²), se censaron todos los individuos ($d0.10\text{ m} \geq 1\text{ cm}$). Se calcularon los indicadores ecológicos de abundancia (AR_i), dominancia (DR_i), frecuencia (FR_i), índice de valor de importancia (IVI), índice de Margalef (D_{Mg}), índice de Shannon (H') y se estimó la riqueza de la vegetación leñosa. Se registraron 25 especies distribuidas en 21 géneros y 15 familias. Las especies con mayores IVI fueron *Z. fagara*, *P. laevigata* y *A. farnesiana* con 13.22, 11.46 y 9.26%, respectivamente. El índice de Margalef (DM_g) y la diversidad α registraron valores de $D_{Mg} = 3.01$ y $H' = 2.87$. La dinámica de abundancia de especies indica que cuando se incrementa el % AR_i el número de especies disminuye. El alto número de individuos/ha en las clases diamétricas menores (1-3 cm) muestra que el sistema se encuentra en un estado de regeneración de individuos

Palabras clave: agropecuaria, riqueza de especies, índice de valor de importancia, diversidad.

En el noreste de México, una amplia extensión del área se encuentra cubierta por matorrales (aproximadamente 200,000 km²) distribuidos en los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y el sur de Texas (Udvary, 1975), este ecosistema está densamente poblado por árboles y arbustos, cerca de la mitad de las especies son espinosas (Heiseke y Foroughbakhch, 1985; Reid, Marroquín y Beyer-Münzel, 1990), la vegetación se caracteriza por un amplio espectro de patrones de crecimiento, diversidad en la producción de flores y frutos, y contrastantes desarrollos fonológicos (Reid, Marroquín y Beyer-Münzel, 1990). Las especies leñosas han sido utilizadas como postes para construcciones rurales, así

ABSTRACT

*The shrublands of northeastern Mexico are ecosystems under an intense farming pressure. In order to evaluate composition, diversity α and woody regeneration. In an area of shrubland with grazing history in Marín, N.L., Eight rectangular parcels of 25x10 m (250 m²) were established. All individuals were counted ($d0.10\text{ m} \geq 1\text{ cm}$). The Environmental indicators of abundance (AR_i), dominance (DR_i), frequency (FR_i), importance value index (IVI), Margalef index (DM_g), Shannon index (H') were calculated, and the richness of woody vegetation was estimated. The total of 25 species distributed in 21 genres and 15 families were recorded. The species with highest IVI were *Z. fagara*, *P. laevigata* and *A. farnesiana* with 13.22, 11.46 and 9.26%, respectively. Margalef index (DM_g) and diversity α recorded values of $DM_g = 3.01$ and $H' = 2.87$. The dynamic of affluence of species indicate when the % AR_i increases, the number of species decreases. The high number of individuals/ha in the smallest diameter classes (1-3 cm) reveals that the system is located in a state of regeneration of individuals.*

Keywords: Farming, richness of species, value of importance index, diversity.

como fuente de alimentación, combustible, textiles y como medicina tradicional (Alanís, 1981; Téllez y Foroughbakhch, 1990). Este ambiente es un importante fuente de servicios ambientales, por lo que ha sido sometida en los últimos años a diferentes actividades en beneficio del hombre, como el sobrepastoreo, la tala selectiva, la ganadería y la agricultura de temporal, lo que ha modificado la estructura y composición de especies (Foroughbakhch *et al.*, 2009; Jiménez *et al.*, 2012), además de acarrear como consecuencia la pérdida de

* Universidad Autónoma de Nuevo León
Contacto: jaimefgarcia@hotmail.com

calidad y la degradación del ecosistema, seguida de una reducción de la cubierta vegetal que cubre y protege el suelo (González *et al.*, 2004). Existen estudios que describen la composición, utilización, estructura y ecología de la vegetación en el noreste de México (Heiseke y Foroughbakhch, 1985; Reid, Marroquín y Beyer-Münzel, 1990; Alanís, 1981; Téllez y Foroughbakhch, 1990; Foroughbakhch *et al.*, 2009; Jiménez *et al.*, 2012; González *et al.*, 2004). Sólo el estudio de Jiménez *et al.* (2012), en el matorral espinoso tamaulipeco, evaluó la respuesta de este ecosistema frente a la actividad agrícola. No hay estudios en la región que permitan conocer la capacidad de regeneración de este ecosistema frente a las actividades agropecuarias. Con la meta de obtener conocimiento aplicable a la toma de decisiones para la implementación de planes de regeneración y restauración del ecosistema fue realizado el presente estudio.

La investigación tuvo como objetivos: 1) determinar los indicadores ecológicos actuales de abundancia (AR_i), dominancia (DR_i), frecuencia (FR_i) e índice de valor de importancia (IVI); 2) índice de Margalef (D_{Mg}); 3) índice de Shannon (H'); 4) determinar la dinámica de abundancia de especies de plantas en el ecosistema y 5) estimar la riqueza actual de la vegetación leñosa (≥ 1 cm de diámetro).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

La presente investigación se desarrolló en la Facultad de Agronomía, campus Marín, km 17.5 en el municipio de Marín, Nuevo León, con una elevación de 375 msnm. Las coordenadas de ubicación son 25° 53' latitud Norte y 100° 03' longitud Oeste, con una temperatura promedio anual de 22°C y una precipitación anual promedio de 573 mm (García, 1973). El suelo está constituido, en su mayoría, por los tipos rendzina, castañozem, feozem y xerosol (Inegi, 1993). El área de estudio se distribuye en el campus Marín de la FA-UANL, desde 1980 el ecosistema ha sido modificado debido a que grandes áreas fueron abiertas al cultivo con fines de producción o investigación. Para evaluar la regeneración de especies leñosas, en un área de matorral, con historial de pastoreo, principalmente ganado bovino y caprino. En septiembre de 2015 se seleccionaron cuatro sitios remanentes de matorral, de un total de cinco, que representan 80% del área de estudio. Cada sitio distribuido en un área aproximada de 2350 m² (DE

± 129.7 m). Para determinar el área mínima de muestreo se establecieron al azar tres tamaños de parcela, 10x10, 10x25 y 10x40 m, con dos repeticiones por tamaño. Se registraron más especies en las parcelas 10x25 y 10x40 m, $S = 22$, la forma rectangular de las parcelas se utilizó debido a la facilidad de establecimiento y medición en vegetación densa. Posteriormente, en cada uno de los cuatro sitios de muestreo se establecieron al azar dos parcelas rectangulares de 250 m² (10x25 m), a una distancia mínima de 50 m entre ellas, dos más fueron ubicadas en terreno de lomerío en suelo pedregoso, las seis restantes presentaban similitud en sus características fisiográficas con pendiente $< 5\%$.

Toma de datos

En los sitios de muestreo se realizó un censo de todas las especies leñosas, midiéndoles la altura total (h) y diámetro ($d_{0.10}$). La medición del diámetro se efectuó a 0.10 m sobre la base del suelo, ya que es una medida estándar empleada para la regeneración de especies leñosas (Alanís *et al.*, 2008; Jiménez *et al.*, 2009). Se evaluaron los individuos con un diámetro $d_{0.10} \geq 1$ cm, y a partir de los datos obtenidos en las parcelas de muestreo, utilizando la metodología descrita por Jiménez *et al.* (2012), por especie, se determinó la abundancia, de acuerdo al número de árboles, su dominancia, en función del área basal, y su frecuencia con base en su existencia.

Análisis de los datos

Los resultados de las variables estudiadas se utilizaron para obtener un valor ponderado a nivel de taxón denominado *índice de valor de importancia (IVI)*, que adquiere valores porcentuales en una escala del 0 al 100 (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Abundancia (AR_i)

Para estimar la abundancia se utilizó la siguiente ecuación:

$$AR_i = \frac{Ni}{S}$$

$$AR_i = \left[\frac{AR_i}{\sum AR_i} \right] * 100$$

$$i = 1 \dots n$$

Donde A_i es la abundancia absoluta, AR_i la abundancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total, N_i es el número de individuos de la especie i y S la superficie de muestreo (ha).

Dominancia (DR_i)

La dominancia relativa y absoluta se evaluó mediante las siguientes formulas:

$$Di = \frac{ABi}{S(ha)}$$

$$DRi = \left[\frac{Di}{\sum Di} \right] * 100$$

$$i = 1 \dots n$$

Donde D_i es la dominancia absoluta, DR_i la dominancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total, Ab el área de copa de la especie i y S la superficie (ha).

Frecuencia (FR_i)

La frecuencia relativa y absoluta se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$Fi = Pi/NS$$

$$FRi = \left[\frac{Fi}{\sum Fi} \right] * 100$$

$$i = 1 \dots n$$

Donde F_i es la frecuencia absoluta, FR_i la frecuencia relativa de la especie i , con respecto a la frecuencia total; P_i es el número de sitios en la que está presente la especie i y NS el número total de sitios de muestreo.

Índice de valor de importancia (IVI)

El índice de valor de importancia (IVI) se define como:

$$IVI = \frac{ARi + DRi + FRi}{3}$$

Riqueza de especies

Para evaluar la riqueza de especies se utilizó el índice de Margalef (D_{Mg}) mediante la siguiente ecuación:

$$DMg = \frac{(S - 1)}{\ln(N)}$$

Diversidad alfa

Para la diversidad alfa (α) se utilizó el índice de Shannon-Wiener (H'), mediante las ecuaciones:

$$H' = - \sum_{i=1}^S pi \log_2 pi$$

$$pi = ni/(N)$$

Donde S es el número de especies presentes, N el número total de individuos, n_i el número de individuos de la especie i y p_i la proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i).

Dinámica de la abundancia relativa de las especies

Para determinar la dinámica de abundancia relativa de especies (AR_i) los % de la abundancia relativa fueron divididos en cinco clases. >0-2, >2-4, >4-6, >6-8 y >8-10 y correlacionados con el número de especies.

Riqueza actual de la vegetación leñosa (≥ 1 cm de diámetro)

Un análisis de regresión lineal con ANOVA (0.05) fue realizado para determinar si la pendiente b_1 difirió de 0, y establecer la relación entre las clases diamétricas ($d_{0.10m}$) expresadas en centímetros y clasificadas en seis categorías. >1-3, >3-4, >4-5, >5-7, >7-11 y >11, con la densidad de plantas $D = (N/ha)$.

RESULTADOS

En el área evaluada se registraron quince familias, 21 géneros y 25 especies. *Fabaceae* y *Mimosaceae* son las familias que registraron más especies con cinco y cuatro, respectivamente; seguidas de *Boraginaceae*, *Ulmaceae* y *Rhamnaceae* con dos especies; para las familias restantes sólo se registró una especie (tabla I). Las especies son predominantes en matorrales del Noreste de México (Jurado *et al.*, 2006).

Tabla I. Especies leñosas presentes en el área de estudio.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Forma de vida
<i>Acacia amentacea</i> D.C.	gavia	<i>Mimosaceae</i>	arbustiva
<i>Acacia berlandieri</i> Benth	guajillo	<i>Mimosaceae</i>	arbórea
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd	huizache	<i>Mimosaceae</i>	arbórea
<i>Acacia wrightii</i> Benth.	uña de gato	<i>Mimosaceae</i>	arbustiva
<i>Bernardia myricaefolia</i> (Scheele) Watts.	oreja de ratón	<i>Euphorbiaceae</i>	arbustiva
<i>Celtis laevigata</i> Willd.	palo blanco	<i>Ulmaceae</i>	arbórea
<i>Celtis pallida</i> Torr.	granjeno	<i>Ulmaceae</i>	arbustiva
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	anacahuita	<i>Boraginaceae</i>	arbustiva
<i>Condalia hookeri</i> M.C. Johnst	brasil	<i>Rhamnaceae</i>	arbórea
<i>Diospyros texana</i> Scheele	chapote prieto	<i>Ebenaceae</i>	arbórea
<i>Ebenopsis ébano</i> (Berl.) Barneby & Grimes.	ébano	<i>Fabaceae</i>	arbórea
<i>Ehretia anacua</i> (Terán & Berland.) I.M.Johnst.	anacua	<i>Boraginaceae</i>	arbórea
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	vara dulce	<i>Fabaceae</i>	arbustiva
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	panalero	<i>Oleaceae</i>	arbustiva
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	tenaza	<i>Fabaceae</i>	arbórea
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Romer&Schultes) Zucc.	coyotillo	<i>Rhamnaceae</i>	arbustiva
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berl.) I.M.Johnst.)	cenizo	<i>Scrophulariaceae</i>	arbustiva
<i>Malpighia glabra</i> auct. non L.	manzanita	<i>Malpighiaceae</i>	arbustiva
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	retama	<i>Fabaceae</i>	arbórea
<i>Porlieria angustifolia</i> Engelm. A. Gray	guayacán	<i>Zygophyllaceae</i>	arbustiva
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb&Bonpl. ex. Wild.) M.C. Johnston	mezquite	<i>Fabaceae</i>	arbórea
<i>Randia rhagocarpa</i> Standl	cruceto	<i>Rubiaceae</i>	arbustiva
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	coma	<i>Sapotaceae</i>	arbórea
<i>Yucca filifera</i> Chabauud	palma china	<i>Agavaceae</i>	arbórea
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg	colima	<i>Rutaceae</i>	arbustiva

Tabla II. Abundancia (N/ha), dominancia (m²/ha), frecuencia e índice de valor de importancia de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco.

Especies	Abundancia relativa		Dominancia relativa		Frecuencia (%)	IVI
	familia		m ² /ha ⁻¹ Rel.			
		N/ ha ⁻¹ Rel.				
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg	478	17.01	2.19	15.69	6.96	13.22
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb&Bonpl. ex. Wild.) M.C. Johnston	255	9.07	2.56	18.34	6.96	11.46
<i>Acacia amentacea</i> D.C.	216	7.69	2.01	14.40	5.70	9.26
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd	200	7.12	1.11	7.95	6.96	7.34
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	189	6.73	0.98	7.02	5.70	6.48
<i>Parkinsonia aculeata</i> L	185	6.58	1.08	7.74	3.80	6.04
<i>Celtis pallida</i> Torr.	166	5.91	0.93	6.66	4.43	5.67
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	149	5.30	0.89	6.38	3.80	5.16
<i>Randia rhagocarpa</i> Standl	122	4.34	0.53	3.80	5.06	4.40
<i>Acacia wrightii</i> Benth.	116	4.13	0.48	3.44	3.80	3.79
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	108	3.84	0.09	0.64	5.70	3.39
<i>Diospyros texana</i> Scheele	78	2.78	0.1	0.72	3.80	2.43
<i>Porlieria angustifolia</i> Engelm. A. Gray	71	2.53	0.1	0.72	3.80	2.35
<i>Condalia hookeri</i> M.C. Johnst	66	2.35	0.1	0.72	3.80	2.29
<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	60	2.14	0.19	1.36	3.16	2.22
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	60	2.14	0.18	1.29	3.16	2.20
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berl.) I.M.Johnst.)	49	1.74	0.16	1.15	3.16	2.02
<i>Malpighia glabra</i> auct. non L	48	1.71	0.02	0.14	3.16	1.67
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Romer&Schultes) Zucc.	45	1.60	0.03	0.21	3.16	1.66
<i>Celtis laevigata</i> Willd.	39	1.39	0.02	0.14	3.16	1.57
<i>Bernardia myricaefolia</i> (Scheele) Watts.	33	1.17	0.03	0.21	3.16	1.52

<i>Bernardia myricaefolia</i> (Scheele) Watts.	33	1.17	0.03	0.21	3.16	1.52
<i>Ehretia anacua</i> (Terán & Berland.) I.M.Johnst.	27	0.96	0.09	0.64	1.90	1.17
<i>Acacia berlandieri</i> Benth	22	0.78	0.02	0.14	3.16	1.36
<i>Ebenopsis ébano</i> (Berl.) Barneby & Grimes.	20	0.71	0.04	0.29	1.90	0.97
<i>Yucca filifera</i> Chabauud	8	0.28	0.03	0.21	0.63	0.38
Total	2810	100.00	13.96	100	100	100

Valores de importancia

Abundancia. De acuerdo al número de individuos por hectárea, cuatro especies fueron las más abundantes, *Zanthoxylum fagara* (Rutaceae) con 478 individuos por hectárea (N/ha), seguida por *Prosopis laevigata* (Fabaceae) con 255 N/ha, *Acacia amentacea* (Mimosaceae) con 216 N/ha y *Acacia farnesiana* (Mimosaceae) con 200 N/ha (tabla II). La presencia de estas especies ha sido reportada por Jiménez *et al.* (2012) y Mora *et al.* (2013), en matorrales del NE. La abundancia de estas especies en el área de estudio sugiere que pueden ser indicadoras de la regeneración en la fase temprana de la sucesión.

Dominancia. Las especies dominantes pertenecen a las familias *Fabaceae*, *Rutaceae* y *Mimosaceae*. Con 2.56 m²/ha de cobertura de copa; *P. laevigata* es la especie más dominante, le sigue *Z. fagara* con 2.19 m²/ha y *A. amentacea* con 2.01 m²/ha (tabla II). Los 13.96 m²/ha de la cobertura del área de estudio representan 0.140% de la cobertura total, lo que indica una fase temprana de regeneración de plantas leñosas.

Frecuencia. Las especies con mayor frecuencia fueron *Z. fagara*, *P. laevigata* y *A. farnesiana*, presentes en las ocho parcelas evaluadas, con 48.4% de frecuencia relativa; la especie inmediata inferior es *A. amentacea* con 5.70% de frecuencia relativa. Las especies menos frecuentes son *Y. filifera*, *E. ebano*, *A. berlandieri* y *E. anacua* presentes en tres de los ocho sitios de muestreo (tabla II).

Índice de valores de importancia (IVI). El mayor peso ecológico, con un IVI de 13.22% lo tuvo *Z. fagara*, le siguen *P. laevigata* y *A. amentacea* con 11.46 y 9.26% de IVI, respectivamente. Las especies con menor peso ecológico fueron *Y. filifera* y *E. ebano* con 0.63 y 1.9 de IVI (tabla II), el género con mayor peso ecológico fue *Acacia*, con 21.7% de IVI. Los resultados muestran que 32% de las especies registradas concentran 64.6% de valor de importancia ecológica del área, mientras que Jiménez *et al.* (2012) mencionan que 21% de las especies registradas concentran 62% de IVI. En contraste, los resultados de Mora *et al.* (2013) muestran que 61% de las especies registradas concentran 66% del valor de importancia. Al contrastar los resultados del presente estudio con los obtenidos por Alanís *et al.* (2008) en un ecosistema bajo actividades pecuarias, y Jiménez *et al.* (2009; 2012), en matorrales con historias de actividades de matarasa y agrícola, se encontraron diferencias en los indicadores ecológicos y el valor de importancia, resalta *A. amentacea* presente en los cuatro ecosistemas.

Riqueza de especies. En los ocho sitios de muestreo se encontró un total de 25 especies, lo que representa la riqueza específica. El índice de biodiversidad de Margalef (D_{Mg}) tuvo un valor de 3.01 que, comparado con otros estudios en distintos tipos de vegetación (Alanís *et al.* (2010a; 2010b), Canizales *et al.* (2009), Villavicencio *et al.* (2005)), indica una riqueza que pudiera

estar relacionada con un grado medio de disturbio del área.

Diversidad alfa. El índice de Shannon-Weaver de diversidad alfa fue de $H' = 2.87$. Lo que indica relativa mayor diversidad, contrastado con lo reportado por Alanís *et al.* (2008), Jiménez *et al.* (2009), Alanís *et al.* (2010a; 2010b), Canizales *et al.* (2009), y Mora-Donjuán *et al.* (2014), quienes estudiaron la composición y diversidad vegetal de matorrales con diferentes historiales.

Dinámica de abundancia relativa de las especies. El porcentaje de abundancia relativa fue negativamente correlacionado con el número de especies ($R^2 = -0.95$). El patrón del % de abundancia relativa de las especies presentó un alto número de especies con un bajo porcentaje de abundancia relativa (0-2%), posteriormente aumenta >2, mientras el número de especies disminuye (figura 1). Una tendencia similar fue registrada por Jiménez *et al.* (2012), quienes evaluaron la regeneración leñosa de un matorral con historial agrícola.

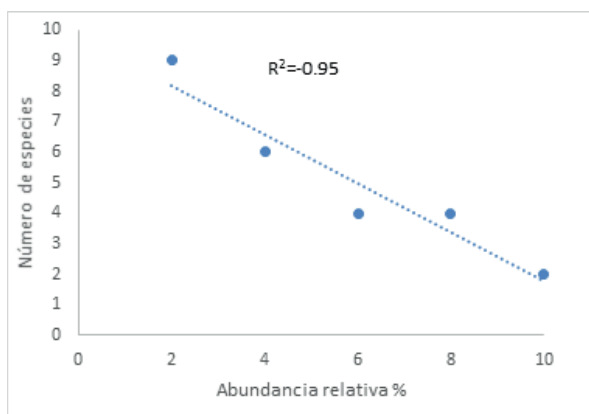


Figura 1. Tendencia de la abundancia relativa de las especies en el área evaluada.

Riqueza actual de la vegetación leñosa (≥ 1 cm de diámetro)

Las clases diamétricas fueron negativamente asociadas a la densidad de plantas ($F = 13.1$, $p < 0.02$, $R^2 = 0.76$). La figura 2 muestra que conforme se incrementa la clase diamétrica, disminuye la densidad de plantas, se observa además la dominancia de la clase diamétrica más pequeña (1-3 cm) con 1309 N/ha. Seguida de la clase 3-4 cm de diámetro que presentaron 693 N/ha. Ambas clases representan 71.5%. El alto número de individuos/ha en las clases diamétricas menores sugiere un estado activo de regeneración del sistema. Similar tendencia fue reportada por Jiménez *et al.* (2012) y Alanís *et al.* (2010), en ambos ecosistemas se registró una gran cantidad de individuos de porte bajo y pocos individuos

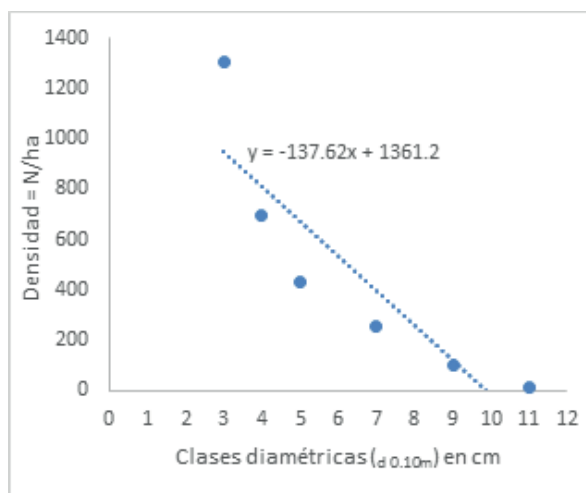


Figura 2. Densidad de individuos de acuerdo a clases diamétricas en el área evaluada.

con diámetros > 7 cm.

CONCLUSIONES

Los resultados de la presente investigación muestran: 1) una riqueza de especies $S = 25$, valor asociado a la capacidad de regeneración del matorral; 2) *Z. fagara* es la especie que muestra mayor valor de importancia en el ecosistema con 13.22%; 3) el índice de biodiversidad de Margalef y el índice de diversidad alfa presentan valores asociados a diversidad y riqueza media de especies; 4) un estado de regeneración activo del ecosistema causado por la abundancia de individuos con una baja abundancia relativa de 0-2%; 4) la dominancia de individuos en las clases diamétricas menores (1-3 cm) indica que el sistema se encuentra en un estado dinámico de regeneración de individuos.

La información generada en la presente investigación pudiera utilizarse para elaborar programas de manejo, restauración y rehabilitación de ecosistemas (matorrales) del noreste de México, en el contexto de ecosistemas alterados por actividades agropecuarias. Los manejadores de ecosistemas deberán considerar la promoción del reclutamiento de plantas mediante la intensificación de activaciones tales como la conservación del suelo.

AGRADECIMIENTOS

A la FA-UANL, por las facilidades otorgadas para el desarrollo de la presente investigación. A Juan Ibarra por su ayuda en el trabajo de campo

REFERENCIAS

- Alanís, E., Jiménez, J., Aguirre, O.A., *et al.* (2008). Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL*. 11(1):56-62.
- Alanís, G. (1981). Aprovechamiento de la flora nativa en el estado de Nuevo León. En: González V., C.E., I. Casas D. y R. Padilla I. (editores). *Memoria de la Primera Reunión sobre Ecología, Manejo y Domesticación de Plantas Útiles del Desierto*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, SARH, Monterrey. Publicación Especial. (31):220-227.
- Alanís, R.E., Aranda, R.R., Mata, J.M., *et al.* (2010a). Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio en San Luis Potosí, México. *Ciencia UANL*. 8(3): 287-293.
- Alanís, R.E., Jiménez, J., Pando, M., *et al.* (2010b). Caracterización de la diversidad arbórea en áreas restauradas postincendio en el Parque Ecológico Chipinque, México. *Acta biol. Colomb.* 15(2): 309-324.
- Canizales, P., Alanís, E., Aranda, R., *et al.* (2009). Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 15(2): 115-120.
- Foroughbakhch, R., Hernández, P.J., Alvarado, V.M., *et al.* (2009). Leaf biomass determination on woody shrub species in semiarid zones. *Agroforestry Systems*. (77): 181-192.
- García, E. (1973). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. México: UNAM.
- González, H., Cantú, I., Gómez, M., *et al.* (2004). Plant water relations of thornscrub shrub species, northeastern Mexico. *Journal of Arid Environments*. (58): 483-503.
- Heiseke, D., y Foroughbakhch, P.R. (1985). El matorral como recurso forestal: Evaluación de dos tipos de matorral en la región de Linares N.L. México. Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares. *Rep. Cient.* (1). 31 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (1993). *Censo General de Población y Vivienda 1990*. México.
- Jiménez, J., Alanís, E., Aguirre, O., *et al.* (2009). Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Madera y Bosques*. 15(3):5-20.
- Jiménez J., Alanís E., Ruiz J.L., *et al.* (2012). Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el NE de México. *Ciencia UANL*. 15(2): 66-71.
- Jurado, E., García, J.F., Flores, J., *et al.* (2006). Leguminous seedling establishment in Tamaulipan thornscrub of Northeastern Mexico. *Forest Ecol. Manage.* (221): 133-139.
- Mora, C.A., Alanís, E., Jiménez, J., *et al.* (2013). Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Ecol. Apl.* 12(1): 29-34.
- Mora-Donjuán, C.A., Rubio-Camacho, E.A., Alanís-Rodríguez, E., *et al.* (2014). Composición y diversidad vegetal de un área de matorral desértico micrófilo con historial pecuario en el noreste de México. *Polibotánica*. (38): 53-66.
- Mostacedo, B., y Fredericksen, T.S. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Editora El País, Santa Cruz, Bolivia. 87 pp.
- Reid, N., Marroquín, J., y Beyer-Münzel, P. (1990). Utilization of shrubs and trees for browse, fuelwood and timber in the Tamaulipan thornscrub, northeastern Mexico. *Forest. Ecol. Manage.* (36): 61-79.
- Téllez, R., y Foroughbakhch, P.R. (1990). Plantas aprovechadas por el ganado caprino en una zona de matorral mediano espinoso del noreste de México. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. *Rep. Cient.* (21): 37 pp.
- Udvardy, M.D.F. (1975). A classification of the biogeographical provinces of the world. IUCN, Morges, Switzerland. *Occas. Pap.* 18: 48 pp.
- Villavicencio, G.R., Bauche, P., Gallegos, A., *et al.* (2005). Caracterización estructural y diversidad de comunidades arbóreas de La Sierra de Quila. *Boletín IBUG*. 13(1): 67-76

RECIBIDO: 05/07/2016

ACEPTADO: 08/08/20108



Entrevista al Dr. Carlos Solís Rojas: pasión por los arácnidos

Jessica Martínez Flores*

Doctorado en Ciencias con especialidad en Entomología por la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL, el doctor Carlos Solís Rojas es docente y encargado del Laboratorio de Entomología y Artrópodos de la FCB de la UANL. Cuenta con especialidad en Aracnología

y Biosistemática de arácnidos. Además, tiene perfil Promep, SEP, 2005, y es integrante del Cuerpo Académico Invertebrados no Insectos. Es, además, autor de numerosos artículos publicados en revistas nacionales e internacionales.

¿Qué lo motivó a estudiar la carrera de biología?

En un inicio, cuando era estudiante, la biología me llamaba mucho la atención por trabajar con organismos vivos... esa era la visión en ese entonces. Por supuesto que una vez que uno ingresa a la facultad y ve una gama de materias que son muy interesantes, cada alumno se va dirigiendo a las ramas que le interesan; en mi caso me enfoqué en la parte zoológica.

¿Nos puede hablar un poco de su generación como estudiante, de sus experiencias?

He tenido la fortuna de conocer el lugar a donde han ingresado a laborar estudiantes de mi generación y, prácticamente, están en puestos interesantes como en Semarnat, en cuestiones del área biológica o incluso en laboratorios de producción de bioinsecticidas e insecticidas. Cada uno se fue forjando de acuerdo a la preparación que tuvimos durante la carrera; pienso que los programas de formación que había en ese entonces fueron un arma primordial para desarrollarse en el campo de las ciencias biológicas.

¿Cuál fue el principal reto que tuvo como egresado?

El principal reto, como ahora y como siempre, es que uno se tiene que preparar más para exponer sus conocimientos. En mi caso, el principal reto fue prepararme mejor como auxiliar, después como instructor y posteriormente hacerme cargo de una colección científica de referencia para la Universidad; sobre todo la parte que se trabaja de este grupo de artrópodos, específicamente invertebrados arácnidos, en donde se debe tener el conocimiento adecuado, prepararse bien, capacitar al personal, tesisistas, etc., precisamente para dar a conocer la biodiversidad que existe, sobre todo en el noreste del país.

*Grupo editorial *Ciencia UANL*.

¿Recuerda, aproximadamente, con cuántos alumnos contaba la facultad cuando usted estudiaba?

Precisamente la generación fue de seis grupos, los cuales se fueron reduciendo de tal manera que terminamos aproximadamente 150 alumnos. Bastantes para esas fechas: 1976-1980.

De su trayectoria como docente, ¿qué nos puede comentar?

Debo destacar que los docentes hemos tenido una serie de retos bastante importantes. A los egresados nos forman como biólogos, no como maestros, y precisamente el reto es tener cierta inclinación hacia la docencia. Hay que buscar alternativas para perfeccionarnos; dar lo mejor de ti para que el estudiante que esté asimilando la información no tenga problemas. Se han presentado muchos cambios desde que nos propusieron entrar al área académica; desde luego, no teníamos las herramientas adecuadas para ese entonces, no se utilizaba la computadora, todo lo hacíamos mediante imágenes a través de un proyector o retroproyector, y todo se tenía que encuadrar para que fuera bien asimilado por los estudiantes. En el laboratorio, todo va ligado con la parte práctica y eso les ayuda bastante. Regresando a mis tiempos de estudiante, mi generación ingresó al Laboratorio de Entomología y Artrópodos y tuvimos la oportunidad de salir muchas más veces al campo, observar más cosas, por lo que tenemos esa visión diferente a cualquiera de los alumnos actuales. Por ende, tenemos esa facilidad de poder decirle a las personas con qué grupo se pueden topar en el campo.





¿En qué año creó la colección aracnológica?

Curiosamente, cuando era estudiante, la primera colección que ya existía era antigua, aproximadamente de 1976. Desafortunadamente hubo un accidente y se quemó. Colecciones como éstas que están fijadas en alcohol, pueden ser un problema ya sea porque se evapora el alcohol y se pierde el material o por la volatilidad del alcohol que con cualquier descuido se puede flamar. A partir de 1976, hasta la fecha, se ha estado haciendo la tarea de recuperar el material que se perdió y sí hemos logrado obtener bastante material de todo el noreste de México y de otras partes del país. Lo interesante es que es una colección de arácnidos bastante grande, comprende la mayoría de las familias de arácnidos del noreste de México, por lo cual es una colección de referencia.

Me gustaría que nos hablara un poco sobre el trabajo en el Laboratorio de Entomología.

Precisamente aquí en el laboratorio existen tres colecciones científicas: la aracnológica, otra de crustáceos y la de insectos. Antes del incendio todo estaba junto y a raíz de eso se comenzó a dividir. Cierta número de personas están a cargo de cada grupo. El trabajo no sólo consiste en recopilar ejemplares de campo, además de eso se tiene que dar a conocer, a toda la población, la biodiversidad que existe de las diferentes colecciones mencionados anterior-

mente. Tenemos dos propósitos, uno es identificar el material que está presente aquí en la colección, se utilizan claves específicas a nivel de género y especie; no sólo se le da ese punto sistemático de identificación, también hay que ver con qué recursos cuenta el país, sobre todo de ciertas especies para darle una aplicación ya sea biotecnológica, en el aspecto económico o médico, el cual es el caso particular.



Platíquenos ahora sobre su experiencia personal como investigador.

Conforme van pasando los años voy adquiriendo experiencia en ciertos grupos entomológicos, lo que me da cierta facilidad para buscar una visión de grupos que no tiene ese auge de investigación. Estoy hablando específicamente de grupos que tienen importancia desde el punto de vista médico. Por supuesto que sabemos (en el caso específico de la colección arácnidos) todos los que hay en la región. Nos enfocamos primordialmente en los que son de importancia médica a beneficio de la población. Obviamente, conforme han avanzado las investigaciones, el trabajo no queda solamente en la identificación de grupos, ahora también se recurre a otras técnicas, por ejemplo, técnicas moleculares: extracción de ADN para comparar características en los aspectos genético y ecológico. De esa manera hemos podido dar un giro a los proyectos de manera aplicada.



¿Tiene algún proyecto en específico que nos quiera compartir?

Tengo uno en particular, se trata de una araña violinista, la cual mucha gente ya conoce. Principalmente se comenzó con la identificación, porque no sabíamos qué especies teníamos aquí, en la zona del estado, finalmente se determinaron cuatro especies y se hizo una tesis de licenciatura. Actualmente, trabajamos con el Laboratorio Silanes, una compañía mexicana de innovación farmacéutica que produce los antivenenos. Nuestra principal función fue aportar el conocimiento de la biología de este animal (araña violinista) y su distribución en el noreste de México, incluso también aportar la materia prima al laboratorio, en este caso sería el veneno de la araña, para que ellos produjeran el antiveneno.

Como lo comentaba, la tecnología va avanzando y no es factible tener cinco mil arañas que habría que “ordeñar” para obtener el veneno, actualmente se opta ya por otras técnicas biotecnológicas con las que se obtiene el veneno de la araña en sí y se implanta en una bacteria, la cual lo produce a gran escala, de tal manera que ya no es necesario tener tantas arañas en el laboratorio para “ordeñarlas”, pues se puede hacer mediante un proceso biotecnológico que obviamente ya tiene una patente, lo hace el Instituto de Biotecnología de la UNAM.

La parte biológica en la que todavía estamos trabajando es la de identificar con técnicas moleculares para separar los grupos y tener así una herramienta más. Además de no solamente quedarnos con un solo grupo de arácnidos, sino también utilizar otras arañas que también son importantes como la viuda negra, ya que entre nuestras investigaciones hemos notado que se han presentado muchos accidentes tanto de araña violinista como de viuda negra entre la población, incluso en mascotas, en ese sentido queremos promocionar la efectividad de los antidotos que se producen aquí en México, los cuales son buenos y compiten a nivel internacional. Vamos



Dr. Carlos Solís Rojas



a tratar de darle ese giro a nuestra investigación: darle una aplicación biológica.

¿Cuál es su opinión o cuál es la sensación que le transmite el estado actual de la UANL, usted que ha estado trabajado de la mano con ella?

Considero que tanto la UANL como la Facultad de Ciencias Biológicas han tenido un proceso evolutivo muy fuerte, en el sentido de que uno ha observado los cambios, digamos dramáticos, ya que la tecnología va aumentando, va avanzando, los maestros se tienen que preparar más para afrontar el reto que se les presenta, no tanto a nivel nacional sino a nivel internacional, pues se ha tenido que estar en la punta de la información. En ese sentido se ven los cambios; es una facultad dinámica en donde se ha generado información

y obviamente los investigadores han aportado un sinfín de oportunidades para generar información valiosa. La Facultad de Ciencias Biológicas es considerada una de las que genera más información respecto a investigación, gracias a los proyectos, las publicaciones, las tesis, el número de integrantes en el Sistema Nacional de Investigadores que, por supuesto, le da un plus a la UANL y, obviamente, va en el sentido correcto de las certificaciones que se le hacen a la facultad.

¿Qué observa en los aspectos académicos, culturales y científicos actualmente y qué visión tiene de la Universidad en el futuro?

Los cambios que se han hecho, sobre todo la visión que tiene la UANL, son en relación a mejorar el sistema de enseñanza-aprendizaje, ahora, con el nuevo esquema de desarrollo por competencias, no significa que los docentes nos hagamos a un lado y que el alumno intente explorar todo lo que se le trate de enseñar por su cuenta, al contrario, los docentes somos guías, tenemos que facilitarle información, guiar al alumno. Se han visto muchos cambios con respecto al plan antiguo, en donde el alumno era prácticamente un espectador y el maestro exponía sus cátedras, en cambio ahora se le motiva al alumno a que busque las herramientas adecuadas y logre encontrar las respuestas a lo que se le está solicitando.



Sí es un poquito difícil de momento, pero yo creo que conforme vaya pasando el tiempo los alumnos asimilarán el programa y serán más competitivos, esta tendencia no es nacional, es internacional, le da a los alumnos la facilidad de buscar la información y, por supuesto, las herramientas tecnológicas como el caso de Internet, publicaciones científicas, etcétera; actualmente hay mucha facilidad, no es como antes, por ejemplo, cuando yo estudiaba y requeríamos un artículo de investigación que estaba publicado, lo teníamos que

hacer manual, es decir, se enviaba una carta al investigador, el cual te respondía, pero se demoraba más de un mes y cuando te llegaba la información pasaba mucho tiempo. En la actualidad, cuando necesitas un artículo, navegas por Internet y fácilmente ves la disponibilidad de los grupos y, ya sea que lo pagues o incluso esté disponible en formato PDF, no tardas nada en conseguirlo, es una herramienta muy práctica.

Hoy en día los microscopios han mejorado muchísimo, lo único que me queda es exhortar a los alumnos a que aprovechen esa oportunidad, yo les digo que en el caso de la información que está disponible en la facultad a través de las bibliotecas, en donde se generan bases de datos, que utilicen esas bases de datos que son “gratis” y que en verdad le cuestan a la Universidad, pero que lo aprovechen; vamos a poner un ejemplo: si no tuviéramos acceso a esa información, si estuviéramos en nuestra casa navegando y no estuviera disponible un artículo que requieres para una investigación, que se tuviera que pagar por él 30 dólares, ese mismo artículo en las bibliotecas de la facultad lo tienes disponible, les digo que imaginen hacer un trabajo en donde requieres 50 fichas, la cantidad de paga en casa sería muy elevada. Repito, siempre exhorto a que utilicen esos medios, los cuales están actualizados.



Algo más que desee agregar.

Me gustaría explicar la diferencia entre una mordedura y una picadura de artrópodos. Las arañas no pican, muerden, y esto es debido a que hacen dos incisiones como lo hacen las víboras, te insertan dos colmillos; en el caso de los alacranes, por ejemplo, dan un solo agujonazo y es una sola picadura, esa es la diferencia. En el caso del antídoto se aplica precisamente cuando ya está el daño, no se puede aplicar antes porque no tiene sentido, no es económico el antiveneno y no es muy común. De los casos que han presentado aquí en Nuevo León, en algunos se ha tenido complicación para conseguir el antiveneno. A finales del año pasado hemos tenido pláticas con el nuevo representante del laboratorio en donde se dio a conocer quiénes eran los responsables para distribuir el producto aquí en



Nuevo León, pero no es sencillo encontrar el antídoto y cuando se presenta el accidente se tiene que actuar rápido porque generalmente el daño sucede en dos días, ya en cuatro días el daño es muy fuerte y puede haber muerte si no se atiende.

Muchas gracias.

El movimiento educativo y su contribución a la sustentabilidad

Pedro César Cantú-Martínez*

Hoy en día nos encontramos subsistiendo en un periodo en el que se suscitan cambios a nuestro alrededor de manera vertiginosa. Particularmente en las tres últimas décadas, producto del progreso en la ciencia y tecnología, sobre todo en las áreas de robótica, informática, comunicaciones y, esencialmente, en el ámbito de la biomedicina. Estos avances nos han permitido explorar el espacio exterior y examinar dimensiones menores a las del átomo. Sin embargo, este supuesto avance ha creado serias dificultades como

algunas enfermedades ya controladas y superadas reemergieron con fuerza; los triunfos agrícolas y las grandes producciones semiindustrializadas en el campo resultaron poco efectivas por el agotamiento de los suelos sobreexplotados [...] Las plagas supuestamente erradicadas de los campos reemergieron; los microorganismos causantes de enfermedades animales y humanas reaparecieron [...] el sobreuso de las fuentes energéticas basadas en el carbono está provocando fuertes cambios en la atmósfera y el clima, trastornando a la humanidad y provocando importantes conflictos políticos (Delgado Díaz, 2002, p. 6).

Lo anterior ha derivado un alto costo económico y ambiental expresado mediante los impactos negativos en nuestro entorno que afectan y comprometen nuestras condiciones de vida (Cantú-Martínez, 2015a). Fundamentalmente, cuando observamos las asimetrías sociales, en salud y económicas en que vive un gran número de personas en el mundo. Esto crea confusión y, en ocasiones, incredulidad, ya que por una parte se nos muestra la creciente modernidad en términos de una sostenibilidad, y por otra se observa la realidad que da señales y evidencias de insostenibilidad y cuyos eventos son bastante ostensibles (Cantú-Martínez, 2016a).

Por esta razón, la educación se yergue como la vía con la que cuenta la sociedad para responder a las lamentables crisis ambientales, sociales y de desarrollo económico insostenible. En este sentido, se hacen pertinentes las palabras de David Orr (2004), quien indica que la crisis socioambiental que de manera global subsiste es resultado de una crisis cuyas raíces están en la percepción y mente de las personas, y por lo tanto no es un problema de la educación, pero sí un problema de educación. La educación brinda la posibilidad de reorientar a toda una sociedad hacia un escenario de bienestar para edificar las bases de un desarrollo sustentable para el futuro, como se estableció en la Declaración de Estocolmo en 1972, en el Principio 19 que indica

Es indispensable una labor de educación en cuestiones ambientales, dirigida tanto a las generaciones jóvenes como a los adultos y que preste la debida atención al sector de población menos privilegiado, para ensanchar las bases de una opinión pública bien informada, y de una conducta de los individuos, de las empresas y de las colectividades inspirada en el sentido de su responsabilidad en cuanto a la protección y mejoramiento del medio ambiente en toda su dimensión humana. Es también esencial que los medios de comunicación de masas eviten contribuir al deterioro del medio ambiente humano y difundan, por el contrario, información de carácter educativo sobre la necesidad de protegerlo y mejorarlo, a fin de que el hombre pueda desarrollarse en todos los aspectos (Naciones Unidas, 1972, Principio 19).

Tara Wright (2004, p. 8) agrega que consecutivamente a este principio emanaron, durante la década de los setenta, declaraciones y conferencias sobre educación ambiental como la “La Carta de Belgrado (1975) y la Declaración de Tbilisi (1977), por ejemplo, que influyeron en el desarrollo de las iniciativas internacionales de educación ambiental y sostenibilidad”.

* Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: cantup@hotmail.com



El propósito de este trabajo es realizar un recuento de la contribución y las reuniones que sobre educación se han llevado a cabo para fortalecer los preceptos de desarrollo sustentable y del marco de acción que nos rige para el cumplimiento de la agenda 2030. Posteriormente se hacen algunas consideraciones al respecto.

DERROTERO DE LA EDUCACIÓN PARA SUSTENTABILIDAD

Si considerásemos encontrar el génesis del conocimiento y la preocupación del ser humano por el ambiente, según Hughes (1981, p. 17), habría que remontarnos a las civilizaciones más antiguas para revelar “el desarrollo de las relaciones y las actitudes humanas con respecto al medio natural hasta nuestros días”. Es así que

las actividades cercanas a una concepción abierta de lo que es la educación ambiental se remontan a las primeras civilizaciones de Grecia, India, China, Mesopotamia y más adelante los aztecas e incas, [...] Australia tiene una larga historia de educación para la sostenibilidad, que se remonta a más de 40.000 años, cuando los pueblos aborígenes establecieron una ecología humana y natural absolutamente unida (Gutiérrez Bastida, 2013, p.15).

En esto se detenta la forma en que la naturaleza medió en el desarrollo de las civilizaciones, así como las posturas del ser humano hacia el entorno y finalmente el efecto de los progresos de estas civilizaciones sobre los sistemas naturales que los acogieron. Sin embargo, si nos situamos cuando empieza a ser un tema universal, deberíamos considerar lo que argumenta Carter y Simons (2010, p. 4):

Un nuevo enfoque sobre el estado del ambiente se remonta a los años inmediatamente posteriores a la Segunda Guerra Mundial [...] Los años de la posguerra vieron una proliferación de esfuerzos para lograr acuerdos internacionales para proteger el ambiente. [Cómo] la Conferencia para el establecimiento de la Unión Internacional para la Protección de la Naturaleza (UICN) que se reunió en Fontainebleau, París, Francia, en octubre de 1948, y que dio prioridad a la protección de la naturaleza y los hábitats. También se programaron conferencias subsecuentes para asegurar un progreso continuo [...] Una avalancha de actividades relacionadas durante este periodo preparó el escenario para un estallido de esfuerzos que comenzaría a desarrollarse en la década de 1960 y se extendería a la década de 1970 con una energía sin precedentes.

De esta manera Cantú-Martínez (2015b, p. 27) aduce que en la

década de los setenta comenzó esta preocupación de forma masiva, con la reunión de Estocolmo (Suecia) en 1972, denominada Medio Ambiente Humano [...] Sin embargo, esta intranquilidad manifiesta da inicio con obras como las de Rachel Carson [*Primavera silenciosa*], Barry Commoner [*Ciencia y supervivencia*] y Garret Hardin [*Tragedia de los comunes*] en los años sesenta. Más tarde dio paso, a inicios de los años setenta, a documentos como “Población, recursos y medio ambiente”, publicado en 1970 por Paul R. Ehrlich y Anne H. Ehrlich, y más adelante a “Los límites del crecimiento”, informe elaborado en 1972 por el Club de Roma.

Es en esta línea discursiva que abordaremos más adelante el derrotero de los esfuerzos realizados en educación para fortalecer los preceptos de una sustentabilidad anhelada.

CARTA DE BELGRADO (1975)

Esta proclama orientadora surge del encuentro que a nivel mundial promovió la UNESCO y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en octubre de 1975 en Belgrado, de la desintegrada república de Yugoslavia (Zabala y García, 2008). La cual surge como consecuencia de la búsqueda y preocupación de hallar un nuevo desarrollo y mejora del entorno natural, en el marco de una política a nivel mundial de un novel reordenamiento sostenido en prioridades de carácter regionales como nacionales.

La Carta de Belgrado (UNESCO, 1975) impulsó de manera orientadora dos metas ambientales fundamentales, la primera concernió a la búsqueda de renovar las relaciones ambientales, abrazando inclusive aquéllas que involucran al ser humano entre sí y con el medio ambiente, y la segunda indicaba que es mediante la educación ambiental como se lograría que la población en el mundo tuviera una conciencia e interés por los problemas ligados a la sociedad humana, tanto individual como colectivamente, para encontrar las soluciones a las problemáticas existentes, presentes en ese momento y futuras, y suscitar, por consecuencia, una mejor calidad de vida para todos (Botero, 2014).

DECLARACIÓN DE TBILISI (1977)

La declaración de Tbilisi se erige como un documento guía que resultó de la conferencia intergubernamen-

tal sobre educación ambiental que se desarrolló en la ciudad de Tbilisi, en la exUnión Soviética en octubre de 1977 (UNESCO, 1977). Entre los distintos temas que se abordaron destaca “el cometido de la educación para contribuir a resolver los problemas ambientales” (UNESCO, 1977, p. 5); toda vez que se reconoció por los ahí asistentes, que las eventualidades mundiales no tendrían solución en el marco de los esfuerzos individuales realizados por las distintas naciones, inclusive también por aquellos otros de organización regional, sino que para tal caso, se requería contar con una visión de integración de orden holístico y común internacionalmente, donde tanto las naciones desarrolladas y en desarrollo habrían de considerar importantemente la pertinencia y eficiencia social para la toma de decisiones y soluciones sobre las eventualidades socioambientales (Zabala y García, 2008).

Es así que la Declaración de Tbilisi hace mención que la implementación y progreso de la “educación ambiental es para la cooperación regional e internacional un campo de acción privilegiado, puesto que la solidaridad de todos los pueblos y de todos los gobiernos es necesaria para evitar y para resolver los problemas del medio ambiente” (UNESCO, 1977, p. 7). Como resultado de lo anterior se emprendieron distintas acciones con carácter universal. La primera versaba sobre el compromiso de integrar la esfera ambiental en los programas y políticas de educación en cada país con la finalidad de suscitar esfuerzos encauzados a dilatar la oferta de educación ambiental en los estudiantes, así como en los distintos ámbitos profesionales y en la sociedad en general. La segunda contemplaba el compartir las experiencias exitosas y la información como los materiales que emanaran de éstas con el fin de replicarlas en distintos sitios. La tercera iniciativa consideró la utilización de los medios masivos de comunicación para acercar la educación ambiental a todos los miembros de la sociedad, así como el involucramiento de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, en esta tarea primordial (Wilke, Ben y Hungerford, 1987).

ENCUENTRO DE MOSCÚ (1987)

Este evento fue promovido y organizado por la ONU, por medio de la UNESCO y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) con la finalidad de llevar a cabo un encuentro internacional acerca de la educación y formación sobre el medio ambiente en Moscú (Rusia) en agosto de 1987 (UNESCO, 1987), en el que asistieron “expertos en ciencias na-

turales, humanas y sociales, educación e información pública, representativos de los siguientes sectores: profesores de universidad; responsables en materia de educación y medio ambiente, investigadores y planificadores en educación” (Novo, 2003, p. 53).

Este acontecimiento tuvo la finalidad de proyectar acuerdos, a través de la Estrategia Internacional de Educación Ambiental para el decenio de los años noventa en materia de desarrollo de la educación y formación ambiental, producto del ejercicio realizado por los compromisos contraídos en Tbilisi en 1977. De esta manera se decidió enunciar los noventa como “la década mundial para la educación ambiental, estableciendo que los programas que se desarrollen en estos años deben dar énfasis a las relaciones entre la humanidad y la biosfera, en sus manifestaciones económicas, sociales, políticas y ecológicas” (Novo, 2003, p. 53). Dado que la ciencia y la tecnología, cuyos avances suelen ser muy relevantes para el progreso de la sociedad humana, se estaban constituyendo en una amenaza para toda vida en el planeta, fruto de la forma de uso de la ciencia y tecnología por el ser humano, lo que conllevó a precisar la educación ambiental como

un proceso permanente en el cual los individuos y las comunidades adquieren conciencia de su medio y aprenden los conocimientos, los valores, las destrezas, la experiencia y también la determinación que les capacite para actuar individual y colectivamente en la resolución de los problemas ambientales presentes y futuros (Calderón *et.al*, 2011, p. 19)

El plan de trabajo a desarrollar –de acuerdo a Alonso Marcos (2010, p. 22)– se constituiría en un eje con nueve propósitos que contemplaba otorgar un fuerte impulso a la educación ambiental mediante acciones concretas como “Acceso a la información; Investigación y experimentación; Programas educacionales y materiales didácticos; Formación del personal; Enseñanza técnica y profesional; Educación y formación del público; Enseñanza universitaria general; Formación de especialistas; Cooperación internacional y regional”. Estas acciones habrían de proporcionar la guía para atender y allanar el camino para inducir un progreso sustancial en materia de educación y ambiente.

DECLARACIÓN MUNDIAL SOBRE EDUCACIÓN PARA TODOS (1990)

Esta declaración es el resultado de la Conferencia Mundial sobre Educación para Todos realizada en Jomtien, Tailandia, en marzo de 1990, la cual reunió a 1,500

participantes de 155 naciones. Esta reunión fue convocada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Banco Mundial y la UNICEF (UNESCO, 1990). Su propósito fue delinear los marcos referenciales, tanto para las organizaciones gubernamentales como no gubernamentales, para la creación y ejecución de políticas consignadas a mejorar los servicios de educación básica, en la “convicción de que la educación constituye un poderoso instrumento para el desarrollo” (Tiana, 2008, p. 84). De esta manera se ha considerado el encuentro en Jomiten como un pilar de carácter esencial, en el escenario internacional, que permitió observar el papel relevante que la educación desplegaría en el trazo de la búsqueda de obtener mayores adelantos en materia de desarrollo humano.

La declaración hace hincapié que “la educación puede contribuir a lograr un mundo más seguro, más sano, más próspero y ambientalmente más puro y que al mismo tiempo favorece el progreso social, económico y cultural, la tolerancia y la cooperación internacional” (UNESCO, 1990, p. 7). Esta declaración está constituida por diez artículos que circunscriben las finalidades a seguir tras su enunciación, como la satisfacción de las necesidades básicas de aprendizaje para todos, perfilar una visión ampliada, universalizar el acceso a la educación y fomentar la equidad, concentrar la atención en el aprendizaje, entre otras.

Es así que esta declaración confirma el vigor colectivo y la suma de voluntades para lograr una educación para todos con carácter de justicia social y así superar, además, las desigualdades existentes de educación observables principalmente en mujeres y niñas.

DECLARACIÓN DE TALLOIRES (1990)

La Declaración de Talloires, formulada en octubre de 1990, en Francia, se erige en la respuesta organizada que las instituciones de educación superior (IES) tuvieron para clarificar su participación y responsabilidad en la promoción de la sustentabilidad (Conde, González y Mendieta, 2006). Ésta fue promovida por la Asociación de Líderes de Universidades para un Futuro Sostenible, en cuyo manifiesto se plasman directrices que delinear la forma y liderazgo que deberían tener las IES en materia de desarrollo sustentable (Cantú-Martínez, 2017).

Esta postura tiene su génesis en el reconocimiento y compromiso que poseen las IES en materia de carácter político, al incidir de manera relevante en la preparación de los nuevos profesionales, así como en la gene-

ración y resguardo del conocimiento para el desarrollo social. Esta declaración menciona que a las IES les incumbe la gestión y transferencia de conocimientos, así como de recursos materiales y humanos para responder a los cambios globales y atender las situaciones socioambientalmente apremiantes.

Entre los preceptos estipulados en la declaración destacan el compromiso concerniente a promover la educación y la investigación para lograr un porvenir sustentable, y el hecho de constituir a las IES en un modelo de carácter institucional ante otras instancias organizacionales, con lo cual denotara en este marco referencial el compromiso social y ambiental que tendrían sobre aspectos relacionados con la conservación de recursos, reciclamiento y disminución de desechos, entre otros (Zabala y García, 2008).

CUMBRE DE LA TIERRA (1992)

En el encuentro en Río de Janeiro en 1992 se establece como un acuerdo universal el reconocer la educación como un pilar para impulsar la iniciativa de desarrollo sustentable que se estaba gestando a través de la elaboración de la denominada Agenda 21. Este documento redireccionó los esfuerzos de todas las naciones para forjar un nuevo paradigma que involucraba las dimensiones social, económica y ecológica (Cantú-Martínez, 2015a).

En el capítulo 36 de la Agenda 21 –denominado “Fomento de la educación, la capacitación y la toma de conciencia”– se recaba el papel de la educación para el florecimiento del concepto de desarrollo sustentable. En éste se indica lo siguiente en el numeral 36.3:

debe reconocerse que la educación –incluida la enseñanza académica–, la toma de conciencia del público y la capacitación, configuran un proceso que permite que los seres humanos y las sociedades desarrollen plenamente su capacidad latente. La educación es de importancia crítica para promover el desarrollo sostenible y aumentar la capacidad de las poblaciones para abordar cuestiones ambientales y de desarrollo [...] La educación es igualmente fundamental para adquirir conciencia, valores y actitudes, técnicas y comportamiento ecológicos y éticos en consonancia con el desarrollo sostenible y que favorezcan la participación pública efectiva en el proceso de adopción de decisiones. Para ser eficaz, la educación en materia de medio ambiente y desarrollo debe ocuparse de la dinámica del medio físico/biológico y del medio socioeconómico y el desarrollo humano (que podría comprender el desarrollo espiritual), integrarse en todas las disciplinas y utilizar métodos académicos y

no académicos y medios efectivos de comunicación (CNUMAD, 1998).

Moré Estupiñán (2013) cita que estos primeros esfuerzos tipificados en la Agenda 21 estuvieron a cargo de un grupo de profesionales ajenos a los sectores de la educación. No obstante, este impulso fructificó más tarde cuando paulatinamente

la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible pidió a la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) que formulara directrices encaminadas a reorientar la formación del personal docente para tratar temas relacionados con la sostenibilidad (Moré, 2013, p. 20).

Con ello el involucramiento de investigadores en el área de educación fue cada vez más patente, y de esta manera se incidió en la examinación de los planes y programas de estudios a distintos niveles de escolaridad para fortalecer el paradigma de la sustentabilidad mediante la educación.

DECLARACIÓN DE SALÓNICA (1997)

Esta declaración surge en el marco de la Conferencia Internacional de Medio Ambiente y Sociedad: Educación y Sensibilización para la Sostenibilidad, organizada por la UNESCO en diciembre de 1997 en Salónica, Grecia. A este encuentro asistieron diversos sectores de la sociedad como organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, sociedad civil y académicos (Declaración de Salónica, 1997). En esta declaración se hace hincapié, en el numeral 6, en lo siguiente: “para alcanzar el objetivo de sostenibilidad [...] Es indispensable, por tanto, reconocer que una educación y una sensibilización apropiadas del público, constituyen uno de los pilares de acción en favor de la sostenibilidad”. Y tipifica en el apartado 10 elocuentemente

la reorientación de toda la educación en el sentido de la sostenibilidad, concierne a todos los niveles de la educación formal, no formal e informal en todos los países. La noción de sostenibilidad incluye cuestiones no sólo de medio ambiente, sino también de pobreza, población, salud, seguridad alimentaria, democracia, derechos humanos y paz. La sostenibilidad es, en último extremo, un imperativo ético y moral que implica el respeto de la diversidad cultural y del saber tradicional.

Es así que “la educación debe darse en todos los ámbitos de estudio, en una interrelación de las disciplinas científicas [...] con una visión integral que permita

abordar todos los aspectos del ser humano” (Zabala y García, 2008, p. 213). Por lo tanto, en la Declaración de Salónica se confirma la educación como la vía para sensibilizar y hacer transitar a la sociedad hacia la sustentabilidad.

MARCO DE ACCIÓN DE DAKAR (2000)

Esta proclama del Marco de Acción de Dakar emerge en el plano internacional durante el Foro Mundial de la Educación llevado a cabo en abril de 2000, en Dakar, Senegal. Este documento concebido durante la reunión se constituye en la ratificación de la configuración enunciada en Jomiten, y por ello se yergue en un compromiso universal que insta a la actuación social de forma responsable y admite que la

educación es un derecho humano fundamental, y como tal es un elemento clave del desarrollo sostenible y de la paz y estabilidad en cada país y entre las naciones, y, por consiguiente, un medio indispensable para participar en los sistemas sociales y económicos del siglo XXI (UNESCO, 2000, p. 8).

Además exhorta a todas las naciones para que consideren los programas educativos como el medio para suscitar “el pleno desarrollo de la personalidad humana y fortalezcan el respeto de los derechos humanos y las libertades fundamentales proclamados en la Declaración Universal de Derechos Humanos” (UNESCO, 2000, p. 19). De tal manera que admite, en el escenario internacional, que a todo ser humano le es inmanente la educación por lo cual se constituye en un derecho universal.

JOHANNESBURGO (2002)

Esta reunión, la cual se llevó a cabo en septiembre de 2002, se constituyó en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible. De este encuentro surgió la Declaración de Johannesburgo, que hace énfasis en la relevancia de la educación para lograr cristalizar el desarrollo sustentable, por lo cual se recomienda a la Asamblea General de las Naciones Unidas considerar seriamente el establecimiento de un programa por diez años que impulsará la educación para el desarrollo sustentable (Gutiérrez, 2013). Así surge posteriormente, bajo el marco de la “Resolución 57/2002 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014)” (Moré, 2013, p. 21).

Esta iniciativa contempló una visión particular de un nuevo orden de carácter internacional donde toda persona poseyera una oportunidad de educación que le permitiera reencauzar sus conductas con el propósito de lograr un modo de vida más afable con el entorno y permitiera el advenimiento de un porvenir más sustentable (UNESCO, 2006). De manera conjunta, el Decenio de Educación para el Desarrollo Sostenible vino a sumarse a otros programas internacionales cuyas actividades promovidas fueron coincidentes –en propósitos y temporalidad–, como se observó con los Objetivos de Desarrollo del Milenio, las metas de Educación para Todos y el Decenio de las Naciones Unidas para la Alfabetización. Los cuales identificaban también la relevancia primordial que representaba la educación y lo importante que debería ser propagarla en todo el mundo para mejorar la calidad de vida de las personas y encaminarnos a la sustentabilidad (UNESCO, 2006).

ACUERDO DE MASCATE (2014)

Surgió de la reunión mundial que sobre educación se desarrolló en Mascate (Omán), la cual fue promovida por la UNESCO en mayo de 2014. Dicho encuentro se desarrolló en el marco del programa mundial de Educación para Todos, el cual se ha constituido en el más ambicioso y comprometido de la comunidad internacional durante las últimas décadas en favor de la educación. Ya que se reconoce en la educación el valor y su contribución para reducir las desigualdades y erradicar la pobreza, pues ofrece las condiciones y genera las “posibilidades para que existan sociedades justas, inclusivas y sostenibles” (UNESCO, 2014a, p. 2). Lo cual se fortalece en la Meta 5 de este acuerdo que menciona

para 2030, todos los educandos habrán adquirido los conocimientos, las competencias, los valores y las actitudes que se precisan para construir sociedades sostenibles y pacíficas, mediante, entre otras, la educación para la ciudadanía mundial y la educación para el desarrollo sostenible (UNESCO, 2014a, p. 3).

Lo anterior fue ratificado durante la reunión por Irina Bokova, directora general de la UNESCO, al señalar lo siguiente:

la educación no es sinónimo de caridad. Es un bien público, un elemento de cambio que influye en todos los objetivos de desarrollo: protección del medio ambiente, igualdad de género, reducción de la pobreza y muchos más. Necesitamos diseñar una nueva visión de la educación para el siglo XXI [...] Una visión para la educación de calidad a lo largo de toda la vida debería estar basada en la equidad y la inclusión. Una

visión de la educación para la ciudadanía global y el desarrollo sostenible. Éste es el momento para crear un fuerte compromiso conjunto –el Acuerdo de Mascate– para una futura agenda de la educación ambiciosa y que responda a las necesidades y derechos de cada niña y niño y que satisfaga el potencial de la juventud (UNESCO 2014b, párr. 3).

De esta manera se contempla mundialmente a la educación como el medio para transitar a una nueva sociedad de orden global, sustentable y con justicia social para todos, en otras palabras, transformadora del ser humano.

DECLARACIÓN DE INCHEON (2015)

La UNESCO, conjuntamente con otras instancias internacionales como el Banco Mundial, PNUD, ONU Mujeres y UNICEF organizaron en Incheon (Corea), en mayo de 2015, el Foro Mundial sobre Educación. A este magno evento concurren 1,600 asistentes de 160 naciones que se manifestaron en favor del “papel que desempeña la educación como motor principal del desarrollo y para la consecución de los demás ODS [objetivos del desarrollo sustentable] propuestos” (UNESCO, 2015, p. 1). De forma particular, esta declaración contribuye al plan de acción de la Agenda 2030 que acoge el compromiso entre los gobiernos del mundo de dar cumplimiento a los 17 ODS, los cuales son interdependientes entre sí y donde, además, se aglutinan las tres dimensiones que alberga el desarrollo sustentable: social, ecológica y económica.

Esta declaración, especialmente acoge el Objetivo 4 de los ODS que tiene como propósito “garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos” (Cantú-Martínez, 2016b, p. 30). Este objetivo tiene como ámbito impulsar la educación a lo largo de la vida de las personas de forma equitativa y con un carácter de orden universal, indistintamente del nivel de desarrollo con el que cuente el país para mejorar sus oportunidades y prosperidad. Además, el ODS 4 se relaciona estrechamente con otras metas indicadas en distintos ODS (UNESCO, 2016, p. 7-8) como:

- Salud y bienestar; meta 3.7: para 2030, garantizar el acceso universal a los servicios de salud sexual y reproductiva, incluidos los de planificación de la familia, información y educación, y la integración de la salud reproductiva en las estrategias y los programas nacionales.

- Igualdad de género; meta 5.6: número de países con leyes que garanticen que las mujeres con edades comprendidas entre 15 y 49 años tengan acceso a servicios de salud sexual y reproductiva y a educación y formación sobre sus derechos reproductivos.
- Trabajo decente y crecimiento económico; meta 8.6: para 2020, reducir sustancialmente la proporción de jóvenes que no están empleados y no cursan estudios ni reciben capacitación.
- Producción y consumo responsables; meta 12.8: para 2030, velar porque las personas de todo el mundo tengan información y conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza.
- Acción por el clima; meta 13.3: mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional en relación con la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.
- De esta manera, la Declaración de Incheon busca coadyuvar al cumplimiento del ODS 4 y metas transversales con otros ODS para transformar la vida de todas las personas mediante la educación.

CONSIDERACIONES FINALES

Sin duda la comprobación de que el patrón de desarrollo hegemónico es inadmisibles tanto en el ámbito social, como económico y ecológico, ha exigido a la humanidad reorientar su discurso hacia un nuevo modo de desarrollo que hemos denominado sustentable. De acuerdo con Kramer (2003, p. 29), es este esquema reduccionista el que nos ha conducido a una crisis social y ambiental que actualmente favorece “el desarrollo de una economía mundial de interdependencia en la que la abundancia convive con la pobreza y en la que los procesos de producción someten a los recursos naturales y ecológicos a presiones cada vez mayores”. En donde se observa, además, que ha subsistido una relación entre los seres humanos y su entorno conducida bajo la falsa premisa de que el colectivo humano es un ente superior y la naturaleza se halla frente a este conglomerado humano solamente para satisfacer todas sus necesidades, sin conllevar ninguna responsabilidad por parte de la sociedad ante toda acción humana que se ejerce sobre el ambiente.

Es en este devenir que la educación toma un papel preponderante, como lo hemos observado en la serie de acontecimientos que contabilizamos, en donde

es innegable que la educación señalada aquí propone una concepción totalmente humanista, que da cuenta de un desarrollo que se sustenta principalmente en los derechos humanos, la diversidad cultural y la justicia social. Además de estimar a la educación como esencial para una convivencia pacífica y para la administración adecuada de los recursos vitales. Estas consideraciones plantean un gran desafío para la educación, particularmente por la multidimensionalidad y la ineludible estructuración de una nueva conciencia social e individual, en el que toda persona en el mundo sea participe de ejercer sus derechos y cumplir con sus deberes para la edificación de un mundo mejor y sustentable, como ha sido trazado en la Agenda 2030.

REFERENCIAS

- Alonso M., B. (2010). *Historia de la educación ambiental*. España. Asociación Española de Educación Ambiental.
- Botero Q., H.J. (2014). Construcción de un marco legal nacional e internacional a considerar para el concepto de ambiente. *Revista de educación y pensamiento*. 21: 120-132.
- Calderón, R., Sumaran, R.M., Campos J.P., et al. (2011). (Eds.) *Educación ambiental. Aplicando el enfoque ambiental hacia una educación para el desarrollo sostenible*. Perú. Gobierno Regional de Huánuco.
- Cantú-Martínez, P.C. (2015a). *Desarrollo sustentable. Antes y después de Río +20*. México. Universidad Autónoma de Nuevo León y Organización Panamericana de la Salud.
- Cantú-Martínez, P.C. (2015b). Desarrollo sustentable con ética. *Ciencia UANL*: 18 (76): 26-31.
- Cantú-Martínez, P.C. (2016a). Sustentabilidad y educación. *Ciencia UANL*. 19(79): 32-35.
- Cantú-Martínez, P.C. (2016b). Los nuevos desafíos del desarrollo sustentable hacia 2030. *Ciencia UANL*. 19(78): 27-32.
- Cantú-Martínez, P.C. (2017). Instituciones de educación superior y la sustentabilidad. *Ciencia UANL*. 20(86): 20-24.
- Carter, R.L., y Simmons, B. (2010). The History and Philosophy of Environmental Education. En: A.M. Bordin, B. Shiner Klein, y S. Weaver (Eds.). *The Inclu-*

sion of Environmental Education in Science Teacher Education. Netherlands. Springer.

CNUMAD (1998). Agenda 21. Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Conde, R., González, O., y Mendieta, E. (2006). Hacia una gestión sustentable del campus universitario. *Revista Casa del Tiempo*. 93-94: 15-25.

Declaración de Salónica (1997). *Conferencia Internacional Medio Ambiente y Sociedad: Educación y Sensibilización para la Sostenibilidad*. Disponible en: http://esport.gencat.cat/web/.content/home/arees_dactuacio/esport_i_genere/normativa_bis/norm_ambit_europeu/17-Declaracio_deSalonica_1997.pdf

Delgado D., C.J. (2002). *Límites socioculturales de la educación ambiental*. México: Siglo XXI Editores y el Gobierno del Estado de Quintana Roo.

Gutiérrez B., J.M. (2013). *De rerum natura. Hitos para otra historia de la educación ambiental*. Sevilla. Bubok.

Hughes, J.D. (1981). *La ecología de las civilizaciones antiguas*. México. Ed. Fondo de Cultura Económica.

Kramer, F. (2003). *Educación ambiental para el desarrollo sostenible*. Madrid. Catarata.

Moré E., M. (2013). La educación ambiental para el desarrollo sostenible en la didáctica de las ciencias de la naturaleza, educación primaria. *Atenas*. 4(24): 19-33.

Naciones Unidas. (1972). *Declaración de Estocolmo sobre el medio ambiente humano*. Fecha de Consulta: 20 julio 2018. Consultado en: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/TratInt/Derechos%20Humanos/INST%2005.pdf>

Novo, M. (2003). *La educación ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas*. Madrid. Editorial Universitas.

Orr, D.W. (2004). *Earth in Mind: On Education, Environment, and the Human Prospect*. Washington. Island Press. goo.gl/mqMYQQ

Tiana F., A. (2008). Declaración mundial sobre educación para todos: satisfacción de las necesidades básicas de aprendizaje (Jomtien, 1990) y Marco de acción de Dakar (2000). *Transatlántica de educación*. 5: 83-94.

UNESCO. (1975). *Carta de Belgrado. Un marco general para la educación ambiental*. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0001/000177/017772sb.pdf>

UNESCO (1977). Conferencia intergubernamental sobre educación ambiental. Fecha de Consulta 24 julio 2018. Consultado en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0003/000327/032763sb.pdf>

UNESCO. (1987). *Congreso Internacional UNESCO-PNUMA sobre la educación y la formación ambientales*. París. UNESCO.

UNESCO. (1990). *Declaración mundial sobre educación para todos*. Nueva York. UNESCO.

UNESCO. (2000). *Marco de acción de Dakar*. París. UNESCO.

UNESCO. (2006). *Decenio de las naciones de la educación para el desarrollo sostenible (2005-2014). Plan de aplicación internacional*. París. UNESCO.

UNESCO (2014a). *Declaración final de la reunión mundial sobre la EPT de 2014. El acuerdo de Mascate*. Omán. UNESCO.

UNESCO (2014b). La Reunión Mundial en Mascate pide que la educación tenga un papel clave en la agenda del desarrollo después de 2015. Fecha de consulta 1 agosto 2018. Consultado en: <http://www.unesco.org/new/es/media-services/in-focus-articles/muscat-global-meeting-calls-for-a-strong-education-goal-in-the-development-agenda-for-post-2015/>

UNESCO (2015). Declaración de Incheon. Educación 2030: Hacia una educación inclusiva y equitativa de calidad y un aprendizaje a lo largo de la vida para todos. Fecha de Consulta: 1 agosto 2018; Consultado en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002331/233137s.pdf>

UNESCO (2016). Desglosar el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 Educación 2030. Fecha de Consulta: 1 de agosto 2018; Consultado en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002463/246300s.pdf>

Wilke, R.J., Ben P., R., y Hungerford, H.R. (1987). *Estrategias para la formación del profesorado en educación ambiental*. España. Los Libros de la Catarata.

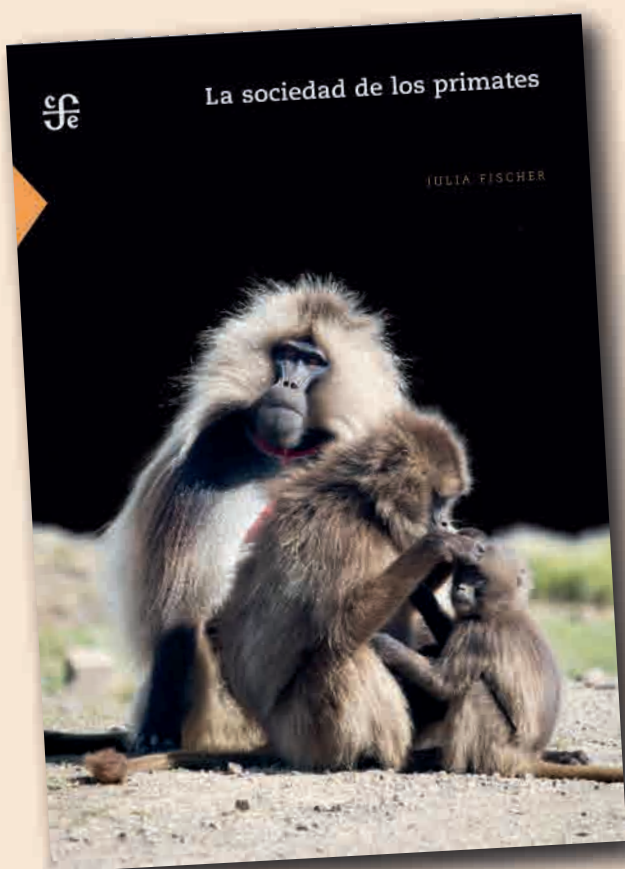
Wright, T. (2004). The Evolution of Sustainability Declarations in Higher Education. En: P. Blaze Corcoran & A.E.J. Wals (Eds.). *Higher Education and the Challenge of Sustainability. Problematics, Promise, and Practice*. (pp. 7-20). New York. Kluwer Academic Publishers.

Zabala, I., y García, M. (2008). Historia de la educación ambiental desde su discusión y análisis en los congresos internacionales. *Revista de Investigación*. 63: 201-218.

Colección Ciencia, Tecnología, Sociedad

LA SOCIEDAD DE LOS PRIMATES

Julia Fischer



Julia Fischer nos muestra en esta obra una perspectiva sobre la vida de tres especies de primates: los macacos de Berbería, los babuinos chacma y los babuinos de Guinea. A través de ellos se pueden estudiar varias etapas de la evolución humana, como la vida en sociedad, el desarrollo del lenguaje y las capacidades cognitivas; sin embargo, no es en esto únicamente donde radica su importancia, también se puede observar que son creaturas fascinantes por sí mismas.



www.fondodeculturaeconomica.com
www.lacienciaparatodos.mx

SÍGUENOS EN 
Leamos La Ciencia para Todos

Las casas de Pita Amor

Armando V. Flores Salazar

Un día impreciso de 1945, la capitalina Guadalupe Teresa Amor Schmidlein, mejor conocida en el ámbito artístico de la danza, el teatro y el cine como Pita Amor, en el descanso de un ensayo, escribió con su lápiz de cejas sobre una servilleta de papel: “Casa redonda tenía de redonda soledad, el aire que la invadía era redonda armonía de irrespirable ansiedad”; la leyó pensativa y sonriente, la resguardó en su bolso de mano y una vez más, como tantas otras, sonriendo para sí misma se sintió única.

Su escasa y accidentada educación primaria en colegios religiosos –incluyendo el de las Damas del Sagrado Corazón en Monterrey–, estaba siendo rebasada por su insaciable avidez a la lectura, a toda hora, diurna y nocturna, en la abundada y cómoda biblioteca familiar. Luego, el poema de cinco versos en una estrofa fue ampliado a tres estrofas y lo dejó completo de la siguiente manera:

Casa redonda tenía
de redonda soledad:
el aire que la invadía
era redonda armonía
de irrespirable ansiedad.

Las mañanas eran noches
las noches desvanecidas,
las penas muy bien logradas,
las dichas muy mal vividas.

Y de ese ambiente redondo,
redondo por negativo,
mi corazón salió herido
y mi conciencia turbada.
Un recuerdo mantenido:
redonda, redonda nada.

Meses después, el 16 de septiembre de 1946, irrumpió en el ámbito literario capitalino como escritora con un poemario armado con 25 textos, sin títulos, sólo numerados del I al XXV, con versos agrupados de una a tres estrofas, formateados en décimas –diez versos octosilábicos rimados–, dedicado a C.S. de A., su madre, con poco tiempo de fallecida, y al que le dio por título: *Yo soy mi casa*.

El tiraje de 150 ejemplares artesanales, numerados, apareció bajo el sello de Alcancía, la editorial no comercial al cuidado de Edmundo O’Gorman y Justino Fernández. El ejemplar número 3 se lo dedica manus-

crita para Alfonso –Reyes–, uno de sus mentores y defensores literarios.

En *Yo soy mi casa* destacan la poesía como modo de expresión, la casa como andamiaje temático y la autoría femenina. Como la mayoría de la obra poética de trasfondo ontológico y lectura connotativa, los referentes arquitectónicos en la obra como habitaciones, techos, ventanas o escaleras, esbozan analogías de la casa como útero, como refugio, como fortaleza, como laberinto, como cárcel o como tumba. Así las referencias arquitectónicas, más que ninguna otra, se evidencian ostensibles en el texto, como se aprecia en las siguientes estrofas:

Y al decir casa pretendo,
con simbolismo expresar,
que casa suelo llamar
al refugio que yo entiendo
que el alma debe habitar (poema X).

Escaleras sin peldaños
mis penas son para mí,
cadenas de desengaños,
tributos que al mundo di (poema V).

Ventana de un cuarto abierta;
cuánto aire por ella entraba,
y yo que en el cuarto estaba
a pesar que aire tenía
de asfixia casi moría
que este aire no me bastaba,
porque en mi mente llevaba
la congoja y la aflicción
de saber que me faltaba
la ventana en mi razón (poema XXI).

En una casa habitada
que techos blancos tenía,
y en ella un ser se moría
y su muerte me mataba.
A la calle yo salía
y aunque techos no miraba,
a ese ser yo recordaba
y su recuerdo me hundía,
haciendo que su agonía
en muerte se eternizara (poema XXV).

Guadalupe Amor en éste su primer poemario –y luego en los subsecuentes– explora y comparte sus angustias existenciales de soledad, egoísmo, vanidad, muerte, religión; en su escenario más íntimo y personal: la arquétipica casa infantil y familiar.



Guadalupe o Pitusa o Pita, la hija menor del matrimonio Amor Schmidlein, nació el 30 mayo de 1918, bajo el signo dual de géminis –cuando la ciudad de México aún vivía la euforia de la Revolución y la recién proclamada Constitución Política de 1917–, en una amplia y señorial casona en la calle Abraham González, número 66 –entre Lucerna y General Prim–, de la céntrica colonia Juárez. Se formó en el seno de una como otras tantas familias de poderosos aristócratas, generadas en el Segundo Imperio Mexicano, muy cercanos al general Porfirio Díaz, despojados de sus latifundios rurales y sus propiedades urbanas por el nuevo orden revolucionario y en mortificante espera de cambios políticos a su favor que nunca se sucedieron.

Ya encumbrada y reconocida en el mundo literario por su producción poética sostenida, Pita Amor vuelve



sobre el tema de la casa, ahora como metáfora, en tanto las semejanzas entre la decadencia física del objeto y el desasosiego del sujeto que la habita. El Fondo de Cultura Económica, su nueva casa editorial, le publica en 1957 su primera obra en género narrativo que media entre novela, memoria y autobiografía, repitiendo el título primigenio de *Yo soy mi casa*, y conectando ambas obras por el uso de estrofas de la primera como epígrafes de la segunda. El primer epígrafe encadena y determina la atmósfera confesional: Casa redonda tenía / de redonda soledad:/ el aire que la invadía/ era redonda armonía/ de irrespirable ansiedad/ y el último, la dimensión simbólica del lenguaje usado: Al decir casa pretendo expresar/ que casa suelo llamar/ al refugio que yo entiendo/ que el alma debe habitar.

Divide el texto en 42 apartados titulados con las partes funcionales que conforman la casa: “La recá-

mara de mi madre”, “La recámara de mi padre”, “El gran hall”, “El comedor”, “La biblioteca”, “Mi cuarto”, “El cuarto mágico”, “La habitación de los porteros”, “El cuartito de criadas”, “Otro cuarto de criados”, “El cuarto de los trebejos”, “Los sótanos”, etc., separados por 13 epígrafes de los cuales el primero y el último proceden del primer poemario como ya se dijo antes.

Cada unidad temática –“El costurero”, “La cocina”, “El cuarto mágico”, etc.–, es descrita con abundante o con escasa información sobre sus características arquitectónicas como su ubicación en el conjunto, su uso funcional, sus dimensiones generales, el mobiliario y objetos que contiene, y hace, por lo general, énfasis en la decadencia física aparente: grietas, herrumbres, humedades o goteras y todo como escenario propicio para conducir sus recuerdos infantiles, de los siete a los catorce años, colmados de miedos primitivos como las mariposas negras que preceden las lluvias, el indeterminado robachicos del costal, la oscuridad de la noche, la muerte, etc., y aparejados con la desesperante decadencia económica en boca de todos los habitantes adultos.

Pero ya tengo siete años. ¡Y vuelven mis temores a abrazarme! Como se ha sentido mucho calor, dicen las criadas que lo más probable es que tiemble. ¿Y si esto sucede? ¿Qué me pasaría? Mi cama está pegada a la pared que tiene una profunda cuarteadura que la atraviesa de lado a lado. La última vez que hubo un temblor, el papel tapiz que aún cubría la herida del muro se rasgó dejando al descubierto la cal desmoronada. Si ahora temblase, seguramente la pared se vendría abajo, desplomándose sobre mi cama (“La recámara de mi madre”, p. 22).

Mamá... salió a tomar un poco de aire fresco al balcón. Era muy amplio, abarcaba gran parte de la habitación de mi madre y otro tanto del cuarto de papá; tenía un barandal de hierro forjado, cuyo borde de madera ya estaba podrido en algunos sitios. Mamá se apoyó en él y permaneció así unos minutos, como deseando que el aire matinal se llevara sus angustiosos pensamientos (Ídem, p. 22).

—¡Pero ya ve usted, Úrsula... si yo misma tenía más de veinte casas... y ahora solamente ésta, con el peso de la hipoteca! (Ídem, p. 29).

En la biblioteca todo estaba en su sitio; era un cuarto sin movimiento. Solamente las hojas de la *Suma teológica* se agitaban dulcemente entre los nudosos dedos de uñas pulcras de papá (“La biblioteca” p. 187).

La casona de bardas altas y circundada por jardines bucólicos, *parterres*, sin faltar la cuadra de caballos, el

lago, el invernadero, el kiosco y las fuentes, fue diseñada por el arquitecto inglés Charles Johnson, constaba de cuarenta habitaciones o más, parte de ellas clausuradas por desuso, distribuidas en un semisótano, dos pisos y coronada de azoteas con diversos usos. En ese tiempo narrativo –Elías Calles, persecución religiosa, etc.– en involuntario deterioro e hipotecada.



Entre mis siete y mis catorce años, fui a la Taxqueña múltiples veces. El propietario era Mr. Johnson [el arquitecto], un inglés de edad lejana, distinguido y con temerarios ojos azules. Su pelo era como un casco de plata. Mi padre y él se conocían desde tiempo largo y llevaban una estrecha amistad (“Mi cuarto”, p. 312).

Mi madre, con sus otros hijos, con su celestial marido, con sus conscientes obligaciones hacia los pobres de la Conferencia [San de Vicente], con sus contrastados sirvientes y con los cuarenta cuartos de la casa, no podía dedicarse a pasar el día entero desangrándose en aras de la niña devoradora (“El costurero”, p.172).

Yo llegaba con cierto respeto a este último tramo de la azotea. Siete almenas de piedra lo remataban. Por entre las ondas de las almenas me asomaba a la calle de Abraham González con curiosidad. Veía los techos de las otras casas y veía los volcanes con sus hielos incommovibles. Incommovibles como mi casa, donde yo iba a habitar siempre y donde no crecería jamás (“Las azoteas” p. 231).

Pita realza el deterioro y las incomodidades de su casa, aparejadas con su inconformidad permanente, a diferencia de cuando refiere con otros ojos las casas visitadas de las amistades cercanas. Recurre al contrapunto para acentuar la primera voz en respaldo y credibilidad de su historia.

Llegar a mi cuarto era llegar al final de un laberinto humano. Era caer en mí misma en forma desbandada (“Mi cuarto”, p. 307).

Leoncita enviaba su coche con su huracán y cacarizo chofer para que nos llevara hasta ella. Mamá y Leoncita se instalaban en la gran sala de la casa, llena de muebles coloniales forrados de raso lila, y en donde abundaban porcelanas con temas bucólicos, retratos al óleo de la familia Bolaños y vitrinas llenas de costosas antigüedades (“Mi cuarto”, p. 316).

Entrábamos. ¡Dios increíble! ¡Qué jardín aquí! Manso, verde leve, hundido hasta el final de la casa; con arbustos tenues; llenos de mimosas. Un jardín sin recelo, sin peligros, cuidado, ameno, con olor a limón y a blancas flores escondidas (“Mi cuarto”, p. 328).

Pita cierra la novela bajo dos fronteras circunstanciales: la preadolescencia, al cumplir los 14 años, cerrando la etapa infantil y, coincidentemente, el fallecimiento del papá (y en ella un ser se moría/ y su muerte me mataba). Con la muerte del padre se pierde la casa ante la imposibilidad de salvar la hipoteca y, con y por ello, la clausura simbólica a toda esa fábrica de recuerdos infantiles.

Empecé a bajar la escalera como quien sube los peldaños de un cadalso (“La escalera a la calle”, p.341).

De pronto sentí que todo me daba vueltas y que los cuarenta cuartos de mi casa giraban atropelladamente y se revolvían entre ellos mismos junto con los pasillos, escaleras e inciertos pasajes. Como en un fin de mundo, se confundían personas, muebles, objetos y plantas raquílicas. Sentí mareo y náuseas, angustia espiritual y ansiedad física. Mi casa se venía abajo en el más silencioso de los desastres (“La fachada” p. 345).

Yo no dejaba atrás sino un jardín sin plantas y una casa vacía... La miré una vez más de frente y me fui caminando idiotizada por mitad de la calle, sin otra compañía que el viento, que me rodeaba como el más preciso de los ataúdes (“La fachada” p. 346).

Pita deja la niñez y la casa familiar donde nació y con ello comienza el peregrinaje a objetos arquitectónicos que nunca sintió propios: departamentos de alquiler, casas ajenas, clínicas psiquiátricas, cuartos de hotel y al final, las calles de la Zona Rosa capitalina donde pisaba la tarde, atropellaba la noche y se inconformaba con los transeúntes.

tes confundidos con su esperpéntica figura. Luego se creó un vacío, se le dejó de ver.

Pita Amor se relacionó en vida con la ciudad de Monterrey en diferentes formas y momentos, siendo niña fue inscrita en el Colegio del Sagrado Corazón, hoy Escuela Superior de Música y Danza, donde cursó parte de sus estudios primarios; en su vida adulta disfrutó la amistad y tutoría literaria de Alfonso Reyes, y otros intereses más mundanos según Elena su sobrina; y en su amplia colección de retratos que le hicieron Diego Rivera, Juan Soriano y Raúl Anguiano, entre otros, se encuentra uno de la pintora regiomontana Martha Chapa.

Mi amigo Pablo Gómez, el de Angélica, el anticuario, me sorprendió diciendo que en el mercado dominical de la calle Mina, en el Barrio Antiguo de Monterrey, pisa la tar-

de Pita Amor -representada por el actor Alfonso Obregón- declamando décimas, presumiendo haber hecho siempre el amor en do mayor y vendiendo todavía como mercader ambulante sus décimas por unos pesos, haciéndose aún más grande el mito personal que todavía apabulla su incomprendida obra literaria.

ADENDA

Pita Amor en el Barrio Antiguo

Imágenes de Marco Antonio Reyes





Pájaros con cerebros más grandes

¿Has escuchado la frase “cerebro de chorlito”?, estoy casi seguro que tu respuesta es afirmativa, generalmente se utiliza a este pajarito para hacer sentir mal a alguien comparándolos, pero déjame decirte que, en cierta forma, la frase está mal aplicada, sobre todo si seguimos la teoría de que a cerebros más grandes mayor inteligencia. Te explico, el chorlito es un ave que vive en costas e islas, las islas tienen ciertas particularidades que hacen que la vida sea diferente a la del continente. Ya desde Charles Darwin y sus pinzones de las Galápagos, la comunidad científica ha considerado las islas un laboratorio natural idóneo para estudiar la evolución. Su aislamiento en medio del océano hace que los caminos que sigue la evolución sean hasta cierto punto predecibles, por ejemplo, que muchos pájaros perdieran la capacidad de volar.

Ahora, un equipo internacional de científicos liderado por los investigadores del Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (España), Ferran Sayol y Daniel Sol, han descubierto otra regla evolutiva de las islas: la tendencia de que los animales aumenten el tamaño del cerebro.

El estudio, publicado en Nature Communications, analiza el tamaño del cerebro de 11,500 individuos de 1,900 especies de aves, tanto insulares como continentales. A partir de reconstruir los cambios que el cerebro ha experimentado en los últimos 60 millones de años, los autores del trabajo concluyen que las diferencias en el tamaño del cerebro son el resultado de cambios evolutivos que se produjeron después de la colonización de las islas.

“Con nuestro estudio sugerimos que la razón por la que las especies isleñas tienen cerebros más grandes que sus parientes continentales es que un cerebro grande les permitiría afrontar mejor unas condiciones ambientales más inestables”, explica Sayol.

Las islas tienen unas condiciones ambientales que, de un año a otro, pueden cambiar mucho. Pero, a diferencia de lo que ocurre en los continentes, los animales no pueden irse a un lugar mejor cuando las condiciones se deterioran. Por lo tanto, una solución es desarrollar un cerebro grande que permita generar nuevos comportamientos y buscar nuevas fuentes de alimento (fuente: Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales).



Identifican gen que acelera crecimiento de caña de azúcar

¿Alguna vez has probado la melaza? Sí, esa sustancia espesa, dulce y de color oscuro que queda como residuo de la cristalización del azúcar de caña. Tal vez no de forma directa, pero déjame decirte que en muchos lugares se utiliza como endulzante, o bueno, tal vez no la conozcas así, pero sí con otro nombre, ¿te suena el piloncillo? Ah, verdad. Bueno, déjame decirte algo de



la caña de azúcar: pese a los esfuerzos internacionales en el mejoramiento, y a los avances en la agronomía y en el manejo eficaz de las plagas y las enfermedades que acometen a la caña de azúcar, este cultivo agrícola ha planteado límites en cuanto al desarrollo del culmo, el tallo de la planta. Esta limitación física ha resultado en una restricción del tenor de sacarosa y de la biomasa que pueden obtenerse de la misma para la producción de azúcar y de etanol celulósico, según consignan expertos del área.

“Ha resultado difícil superar esta limitación en el desarrollo de la caña de azúcar en forma sustancial mediante el mejoramiento convencional del cultivo [vía cruzamiento de variedades]”, declaró Marcelo Menos-

si, docente del Departamento de Genética, Evolución y Bioagentes del Instituto de Biología de la Universidad de Campinas (IB-Unicamp), en Brasil.

En colaboración con estudiantes de posgrado que él dirige y con pares del Laboratorio Nacional de Ciencia y Biotecnología del Bioetanol (CTBE, por sus siglas en inglés), del Sugar Research Australia y de la Martin Luther University Halle-Wittenberg, de Alemania, Menossi descubrió que la respuesta para superar la barrera de la limitación de rendimiento de la caña de azúcar puede estar en un gen llamado ScGAI.

Durante un estudio realizado en el marco de un proyecto vinculado al Programa de Investigación en Bioenergía (BIOEN <http://fapesp.br/bioen>) de la Fundación de Apoyo a la Investigación Científica del Estado de São Paulo -FAPESP, los científicos constataron que el ScGAI es un regulador molecular clave del crecimiento y el desarrollo de la caña.

Al manipular la actividad de este gen en linajes transgénicos de cañamiel desarrollados en Australia, fue posible hacer crecer sustancialmente el culmo y provocar modificaciones en la destinación de carbono hacia moléculas estructurales y de almacenamiento del cultivar, según revelaron los investigadores en un artículo publicado en el *Journal of Experimental Botany*.

“La caña de la cual alteramos la expresión del gen ScGAI se desarrolló mucho más rápido. Esto abre la perspectiva de desarrollar una variedad de caña energética que madure más rápido y aumente la producción de biomasa por unidad de tiempo”, dijo Menossi (fuen-



te: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).

Alerta en población de delfines del Amazonas

Hay un capítulo en la serie de *Los Simpson* en que Springfield sufre una invasión de delfines, los cuales pueden hablar y caminar erguidos, además usan armas y tienen organización militar. En sí el capítulo es divertido, pero viéndolo desde otro ángulo podríamos preguntarnos, ¿hay suficientes ejemplares de delfines como para que algo como ese capítulo pudiera pasar? En el mar no lo sabemos, lo que sí sabemos es algo alarmante: las poblaciones de delfines de agua dulce que viven en la cuenca del Amazonas, el boto (*Inia geoffrensis*) y el tucuxi (*Sotalia fluviatilis*), están sufriendo un alarmante descenso en los últimos años, con una tasa de caída cercana a la mitad cada década, según un estudio que publicado en *PLOS One*. ¿La causa?, la carne de estos delfines se está utilizando como cebo para pescar una especie de bagre que, curiosamente, ¡no forma parte de la dieta habitual de las comunidades locales!

Como explica la investigadora principal, Vera da Silva, del Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonía (Brasil), esta captura directa es la más severa e inmediata amenaza que sufren estos delfines, aunque no la única, ya que “al estar tan cerca del hombre y de las aglomeraciones urbanas, también padecen las consecuencias de otras acciones humanas que tienen relación con los ríos y el agua dulce”, como la contaminación por residuos industriales o domésticos o la construcción de centrales hidroeléctricas.

Conscientes de estos problemas y de la necesidad de obtener información sobre el estado de conservación de las poblaciones de delfines y de sus tendencias, Da Silva y sus colegas pusieron en marcha hace 25 años el Proyecto Boto, para monitorear mensualmente las dos especies de delfines, botos y tucuxis, en una Reserva de

Desarrollo Sostenible en la Amazonia Central (Brasil), la de Mamirauá.

“En torno al año 2000, comenzamos a notar que los delfines que siempre estaban presentes en el área de estudio estaban desapareciendo. También encontramos



animales mutilados y con heridas causadas por la acción humana. Conversando con pescadores, nos enteramos que varias comunidades a lo largo de los ríos Amazonas y Japurá, en el entorno de la Reserva, estaban capturando botos para usarlos como cebo para pescar un bagre que era totalmente exportado a Colombia”, recuerda.

Con los datos del monitoreo a largo plazo, verificaron que las poblaciones de delfines de agua dulce estaban en declive y que la velocidad en que este fenómeno estaba ocurriendo no era sostenible y la población entraría pronto en colapso. Con las tasas actuales, las poblaciones de boto se reducen a la mitad cada diez años, y las poblaciones de tucuxi descienden a la mitad cada



nueve. Unas tasas que son de las más graves conocidas desde los primeros años de la caza de ballenas.

“Tanto el boto como el tucuxi son especies protegidas por ley federal en Brasil, Colombia, Perú, Venezuela y Ecuador, pero las leyes no son efectivas y existe poco control sobre los crímenes ambientales que afectan a estos delfines”, lamenta la investigadora, quien considera que uno de los resultados más relevantes del

estudio ha sido poner en conocimiento de la sociedad y el gobierno brasileño lo que está ocurriendo con una especie endémica y única en los ríos amazónicos. Los investigadores reclaman una aplicación efectiva de las leyes. Si no, “los delfines de la Amazonia pueden acabar como los delfines de los ríos de Asia: extintos” (fuente: DICYT).



Estudian valor biológico del corredor entre Isla del Coco y Galápagos

La mayoría de nosotros hemos oído hablar de las Islas Galápagos, donde Darwin realizó algunos de sus estudios que luego generaron su Teoría de la Evolución. Bien, pues ahora, biólogos marinos del Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (Cimar) de la Universidad de Costa Rica (UCR) han aportado su conocimiento y experiencia en una expedición científica, con el fin de estudiar el valor biológico del corredor marino entre el Parque Nacional Isla del Coco y las Islas Galápagos, en Ecuador.

“El papel de la UCR es aportar su experiencia técnica y recursos científicos para determinar, mediante el uso de tecnologías, el valor biológico de este corredor marino para varias especies altamente migratorias”, aseguró Mario Espinoza Mendiola, científico del Cimar.



Detalles de la fotosíntesis marina

¿Recuerdas la clase de biología donde el maestro explicó el proceso de la fotosíntesis? Seguramente a ti, como a mí, te lo explicaron con una planta cualquiera, es decir, una planta cuya raíz está en la tierra y le da el sol y la lluvia, etc. Y seguramente a ti, como a mí, no te dijeron nada de las plantas marinas. Pues bien, hoy vamos a ver un poco sobre este tema, pero antes deja-

Según el experto, existe información de que esa ruta es usada por tiburones, tortugas, delfines, ballenas, entre otras especies, en sus largos desplazamientos en busca de alimento o para reproducirse. De allí que uno de los objetivos de la expedición es “entender mejor la conexión de estos ambientes marinos para la conservación de estas especies migratorias”, dijo.

La expedición fue promovida por la Fundación Pacífico, organización no gubernamental de la Asociación Costa Rica por Siempre, que buscó el apoyo del Cimar dada la experiencia de este centro universitario en el uso de cámaras remotas que filman bajo el agua. Esta tecnología se ha empleado con fines de investigación en sitios como la Isla del Coco y en otras áreas del Pacífico costarricense.

En este caso, explicó Espinoza, las cámaras se colocan en aguas abiertas a lo largo de varios puntos clave del corredor marino, sobre una especie de línea de pesca, y desde el barco se rastrean. El científico resaltó que la obtención de datos sobre la distribución, abundancia, depredadores, así como la influencia de ciertos factores ambientales en las especies migratorias, es vital para coordinar esfuerzos regionales y mejorar las políticas de manejo y conservación de esa ruta (fuente: UCR).

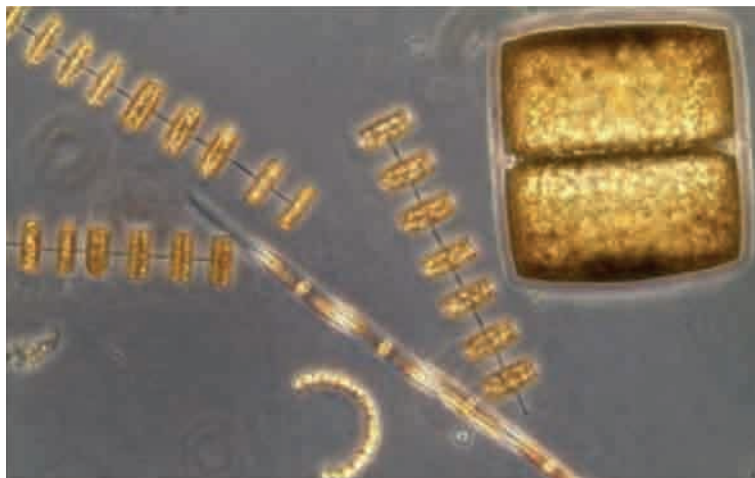
me decirte que al aumentar la temperatura se acelera el metabolismo y esto supone que los organismos capten y utilicen los recursos de forma más rápida (tal vez por eso nos da más hambre en verano). Éste es un principio fundamental en biología. Desde hace tiempo, los científicos intentan confirmar si se da en el caso del fitoplancton marino, ya que realiza la mitad de toda la captación

de CO₂ por fotosíntesis que tiene lugar en el planeta. Ahora, un estudio en el que participa el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) (España), revela que la temperatura no es tan determinante como la abundancia de nutrientes. El trabajo se publica en la revista *The ISME Journal*, del grupo Nature.

Si el aumento de temperatura acelera el metabolismo del fitoplancton (calificado como el “motor verde” de los océanos) supondría un incremento de su capacidad fotosintética y, por tanto, una mayor fijación de CO₂. “En condiciones óptimas, con elevada disponibilidad de nutrientes, la temperatura estimula la fotosíntesis del fitoplancton”, explica Emilio Marañón, profesor de la Universidad de Vigo y director del estudio. “Esto ha llevado a predecir que la fotosíntesis del fitoplancton podría acelerarse en el océano, que ha registrado en ciertas regiones un aumento de temperatura superficial de más de 2°C en los últimos cien años”, añade el investigador.

Sin embargo, apunta Marañón, “en la mayor parte de las regiones oceánicas, la concentración de nitrógeno es muy baja, lo que limita la capacidad del fitoplancton

para crecer. Por ello decidimos investigar cómo responden estos organismos a la temperatura en condiciones de limitación por nutrientes”.



Para comprobar el efecto conjunto de la temperatura y los nutrientes sobre el metabolismo fitoplanctónico, los científicos midieron la fotosíntesis y la respiración de tres especies cosmopolitas y muy abundantes en el océano: una cianobacteria, una diatomea y un colitofórido. Para ello, el estudio se

llevó a cabo manteniendo estas especies en cultivos de laboratorio bajo diferentes combinaciones de temperatura y suministro de nitrógeno.

Los resultados mostraron que tanto la fotosíntesis como la respiración respondían ante el aumento del aporte de nitrógeno, mientras que el efecto de la temperatura era casi inapreciable. Estos datos sugieren, según los científicos, que la respuesta del fitoplancton al calentamiento variará geográficamente en el océano, en función de si en la zona hay más o menos nutrientes, principalmente nitrógeno (fuente: CSIC).



Hongo que diezma a los anfibios es favorecido por deforestación

Todos sabemos que la tala inmoderada de árboles ha acarreado muchísimos problemas a nuestro planeta. Pues bien, en la actualidad, científicos de la Universidade Estadual Paulista (Unesp), en Brasil, están investigando de qué manera la deforestación puede producir efectos sobre la acción de patógenos que causan enfermedades como la quitridiomycosis, que ha devastado poblaciones de sapos y ranas en distintos lugares del mundo durante las últimas décadas.

En un artículo publicado en *Proceedings of the Royal Society of London B-Biological Sciences*, los investigadores analizaron de qué manera la interacción entre el desmonte y el microbioma de la piel puede afectar a los anfibios atacados por hongos como el *Batrachochytrium dendrobatidis*, causante de la quitridiomycosis, una enfermedad en la que el hongo invade un órgano tan sensible e importante en los anfibios como la piel, alterando el equilibrio iónico y desencadenando un paro cardíaco.

“Existe la sospecha de que este hongo tendría más dificultades para establecerse y proliferar en un animal cuya biota cutánea permanece íntegra”, dijo Célio Haddad, docente del Instituto de Biociencias de la Unesp. El microbioma funciona como una especie de ecosistema que dificulta la acción de los patógenos invasores. Para verificar cuál sería la composición del mismo en la piel de los anfibios del Bosque Atlántico que habitan áreas de monte continuo o de bosque degradado, los investigadores debían seleccionar una especie que no fuese exclusiva y que viviese en ambos tipos de áreas.

Debía ser también una especie con un cierto grado de tolerancia al hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* o *Bd*. En otras palabras, tendría que ser una especie cuyo mayor o menor grado de tolerancia individual pudiese tener relación con la diversidad del microbioma cutáneo de cada ejemplar y que se la pudiese estudiar de acuerdo con el lugar que habita.

Y la especie elegida fue la ranita amarilla común o ranita trepadora (*Dendropsophus minutus*), que posee una moderada tolerancia al hongo y una amplia distribución en el Bosque Atlántico, tanto en ambientes de monte denso como en áreas fragmentadas o abiertas.



En 2010, los investigadores estudiaron diez poblaciones de *D. minutus* en áreas de Bosque Atlántico de São Luiz del Paraitinga (São Paulo) y otras diez poblaciones del Bosque de Araucarias, en Serra Gaúcha (en el sur de Brasil), en áreas degradadas e íntegras.

Los autores del estudio constataron que en las ranitas amarillas comunes de los ambientes de bosque natural la diversidad del microbioma era mayor. “La deforestación disminuyó la diversidad de la microbiota cutánea de las ranitas, pero se hace difícil afirmar categóricamente que este empobrecimiento de la microbiota aumenta el riesgo de contraer la infección causada por el hongo”, dijo Becker.

El investigador explica que una vez que un anfibio es infectado por el hongo *Bd*, la cantidad de bacterias aumenta sobremedida en un primer momento, quizá a causa del compromiso del sistema inmunológico provocado por el ataque de bacterias oportunistas.

“Los animales empiezan a enfermarse, su piel se vuelve más gruesa, y el hongo la cubre. Cuando la afección se agrava, la carga de bacterias cae drásticamente. Es una mala señal. Significa que el microbioma está en disbiosis [o en crisis]. Cuando la cantidad de bacterias se reduce dramáticamente, el anfibio generalmente muere”, dijo Becker (fuente: Agência FAPESP).



La mayor migración transpacífica

¿Sabías que el pez más grande que existe en el mundo es el tiburón ballena? Y que a pesar de ser el pez más grande poco se sabe aún sobre la biología de este gigante marino que puede alcanzar unos 12 metros de longitud y sumergirse a una profundidad de hasta 1,900 metros. Lo que sí se sabe es que, en los últimos 75 años, casi la mitad de estos tiburones han desaparecido. Por eso, en 2016 la especie fue clasificada como en peligro de extinción.

Para intentar conocer mejor la biología de estos escualos, un equipo de investigadores del Smithsonian Tropical Research Institute, EE. UU., ha monitorizado 45 ejemplares en las aguas panameñas y protegidas de la isla Coiba, la mayor de la costa de Centroamérica. Una de las hembras –bautizada como Anne por los científicos– sorprendió a los científicos al realizar 20,142 kilómetros en el Pacífico. Es la primera vez que se registra una migración tan larga. Los investigadores,

liderados por Héctor Guzmán, indican que se trata además de la primera evidencia de una posible ruta transpacífica.

El equipo se basó en las señales de unos de los dispositivos de localización del tiburón para seguir al animal, pero sólo cuando éste nada en la superficie. Así, Anne realizó en varios meses el siguiente trayecto: permaneció en aguas panameñas durante 116 días, luego nadó hacia la Isla Clipperton (que pertenece a Francia), cerca de la Isla del Coco (Costa Rica) en su ruta hacia la Isla Darwin en Galápagos (Ecuador), un sitio conocido por atraer grupos de tiburones.

Unos 266 días después de empezar a monitorizarla, la señal desapareció, lo que indica que Anne se encontraba en aguas muy profundas. Tras 235 días de silencio, las transmisiones comenzaron de nuevo, al sur de



Hawái, donde estuvo nueve días. Después continuó por las Islas Marshall hasta que llegó a la Fosa de las Marianas, un cañón en el océano cerca de Guam en el Pacífico Occidental.

“Tenemos muy poca información sobre por qué migran los tiburones ballena”, señala Guzmán. “¿Están buscando comida, oportunidades de cría o están impulsados por algún otro motivo?”, se pregunta. Sin embargo, una de las mayores incógnitas es cuando los escualos se sumergen tantos días en las profundidades.

Por otra parte, los estudios genéticos muestran que los tiburones ballena en todo el mundo están estrechamente relacionados, lo que indica que pueden viajar largas distancias para aparearse. Como Anne, otros tiburones ballena parecen seguir la Corriente Ecuatorial del Norte durante la mayor parte de la distancia. Las hembras grandes pueden nadar un promedio de 67 kilómetros al día (fuente: SINC).



Las hormigas del desierto y su sexto sentido

¿Recuerdas los túneles de las hormigas en la película *Antz*? Cómo Z, uno de los personajes principales, nació siendo obrero, pero su sueño era salir al mundo. ¿O recuerdas a Flik, en *Bichos* y su búsqueda de “protectores” para su colonia? Ciertamente, la película pinta los hormigueros y las hormigas de manera divertida, pero ambas películas tienen cierta dosis de realidad, y es de lo que te quiero hablar. En particular, de las hormigas del desierto (género *Cataglyphis*), que pasan las primeras semanas de su vida exclusivamente en la oscuridad de su refugio subterráneo. Durante alrededor de cuatro semanas, cuidan de la reina y de las crías, excavan túneles, construyen cámaras o limpian. Llega un momento en que abandonan esa reclusión para pasar a trabajar en el exterior, como recolectoras, labor que desempeñan hasta su muerte.

Antes de que una hormiga salga a forrajear, sin embargo, debe calibrar su sistema de navegación, por así decirlo. Para ello, durante varios días, lleva a cabo paseos de aprendizaje para explorar los alrededores de la entrada del hormiguero. Grabaciones con video de alta velocidad muestran que las hormigas se detienen repetidamente al ejecutar ciertos movimientos peculiares. Lo especial de la más larga de estas fases es que en ese momento las hormigas siempre miran atrás, de manera precisa, hacia la lejana entrada del hormiguero, pese a ser incapaces de ver el diminuto agujero en el suelo. ¿Cómo lo consiguen?

El equipo de Pauline Fleischmann y Robin Grob, de la Universidad de Wurzburg, en Alemania, ha realizado el sorprendente descubrimiento de que la hormiga del desierto utiliza el campo magnético terrestre como

fuente de señales de referencia para orientarse durante estos viajes de calibración. Esta habilidad no se conocía hasta ahora para ese género de hormigas.

El equipo de Fleischmann y Grob viajó hasta el sur de Grecia, de donde las hormigas *Cataglyphis* son nativas. Llevaron con ellos un par de bobinas de 1.5 metros de alto. El paso de una corriente específica a través de las bobinas crea un campo



magnético entre ellas casi homogéneo y conocido de manera precisa. Esto permitió a los investigadores estudiar el comportamiento de las hormigas del desierto durante sus paseos de aprendizaje en su hábitat natural bajo condiciones controladas.

El resultado fue claro: cuando los científicos cambiaban la orientación del campo magnético, las hormigas ya no miraban hacia la verdadera entrada del hormiguero, sino hacia una nueva ubicación predecible, la entrada ficticia del hormiguero (fuente: Amazing).

Logran avances en alternativa a los plásticos contaminantes

Hoy en día estamos en una campaña urgente contra el plástico, pues estamos contaminado tanto que, según algunos investigadores, dentro de no mucho tiempo habrá más plástico que peces en nuestros océanos. Al respecto, investigadoras del departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Huelva (UHU) (España) han mejorado compuestos biodegradables derivados del gluten de trigo, que constituyen una alternativa ecológica a los plásticos convencionales, de alto poder contaminante. Para ello, han potenciado su resistencia, permeabilidad o capacidad de absorción, mediante la modificación de su composición con nanopartículas.

Estos bioplásticos, subproducto de la industria agroalimentaria, desaparecen completamente del medio natural en 50 días, en lugar de los 100 a 1,000 años de los que proceden del petróleo. Además, no se usan disolventes y se genera ahorro energético durante su procesado.

Entre las utilidades potenciales destacan los dispositivos para liberar de forma controlada medicamentos, antimicrobianos o fertilizantes. También en la industria del envasado o para embalajes. La base del proyecto, según explica a la Fundación Descubre la científica responsable del estudio, Inmaculada Martínez, pretende mejorar las propiedades de estos materiales para que realmente puedan aplicarse como producto final. Ésta es una de las conclusiones que se extraen del artículo titulado ‘Wheat gluten/montmorillonite biocomposites:

Effect of pH on the mechanical properties and clay dispersion’, publicado en la revista *Express Polymer Letter*.

Una de las novedades que presenta este trabajo consiste en dispersar adecuadamente esas partículas de dimensiones microscópicas o tipo nano, modificando el pH de la proteína. Con ello, se logra un bionanocompuesto que mejora las propiedades mecánicas, de absorción o de permeabilidad a gases, por ejemplo, en envases, donde interesa que el oxígeno no pase a través de él.

Para producir esta dispersión, se emplean los mecanismos habituales para la fabricación de plásticos o polímeros derivados del petróleo. “No queríamos cambiar la maquinaria, ni que el proceso tuviera mayor impacto ambiental”, asegura la profesora de Ingeniería Química, que ha realizado el estudio junto con la investigadora Esperanza Cortés Triviño.



No obstante, plantean el problema de su alta hidrofilia, es decir, tienen una gran capacidad de absorber agua del medio. Los expertos buscan que el material no cambie, por ejemplo, cuando llueve, que una bolsa no se modifique por la humedad, se deshaga o se vuel-

va más blanda. Numerosos estudios buscan perfeccionar o conseguir que esas propiedades finales las hagan realmente competitivas frente a los plásticos convencionales procedentes del petróleo (fuente: Fundación Descubre).



Un 'spotify' contra el cambio climático

Según su página web, “con Spotify es fácil encontrar la mejor música para cada momento –en tu teléfono, tu computadora, tu tablet y más–”. ¿Tiene algo que ver Spotify con el cambio climático? En realidad, no mucho, pero sí, pues como si se tratara de esta aplicación, los especialistas han encontrado una forma de ayudar a las ranas. Comencemos por establecer que una de las consecuencias del cambio climático es su impacto en las funciones fisiológicas de los animales, como les ocurre a las ranas y los sapos con sus cantos. Su llamada de apareamiento, que desempeña un papel crucial en la selección sexual y la reproducción de estos anfibios, se ve afectada por el aumento de la temperatura ambiente.

Cuando ésta excede un cierto umbral, se restringen los procesos fisiológicos asociados a la producción del sonido, e incluso se llegan a inhibir algunos cantos. De hecho, se cambian el comienzo, la duración y la intensidad de las llamadas del macho a la hembra, lo que influye en la actividad reproductiva.

Teniendo en cuenta este fenómeno, el análisis y la clasificación de los sonidos producidos por ciertas especies de anfibios y otros animales han resultado ser un potente indicador de las fluctuaciones de temperatura y, por tanto, de la existencia y evolución del calentamiento global.

Para captar los sonidos de las ranas se colocan redes de sensores de audio, conectados de forma inalámbrica en áreas que pueden alcanzar varios cientos de kilómetros cuadrados. El problema es que se recoge una cantidad enorme de información bioacústica en ambientes tan ruidosos como una selva, y esto dificulta la identificación de las especies y sus cantos.

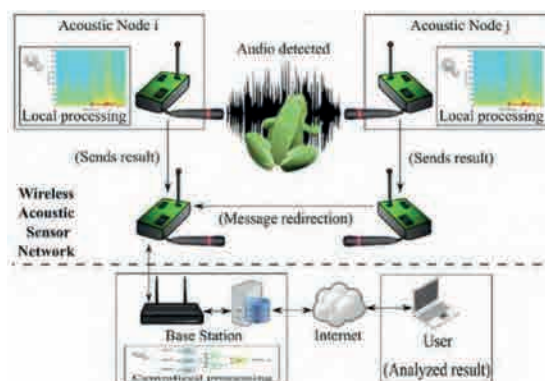
Para solucionarlo, ingenieros de la Universidad de Sevilla han recurrido a la inteligencia artificial. “Hemos segmentado el sonido en ventanas temporales o frames de audio y los hemos clasificado mediante árboles de decisión, una técnica de aprendizaje automático que se utiliza en computación”, explica Amalia Luque Sendra, coautora del trabajo.

Para realizar la clasificación, los investigadores se han basado en parámetros y descriptores de audio MPEG-7, una forma estándar de representar la información audiovisual. Los detalles se publican en la revista *Expert Systems with Applications*.

Esta técnica se ha puesto a prueba con sonidos reales de anfibios grabados en plena naturaleza y facilitados por el Museo Nacional de Ciencias Naturales. En concreto, y aquí es donde entra esa especie de “spotify anfibio”, 868 registros con 369 llamadas de apareamiento cantadas por el macho y 63 cantos de suelta emitidos por la hembra de sapo corredor (*Epidalea calamita*), junto a 419 llamadas de apareamiento y 17 cantos de socorro de sapo partero común (*Alytes obstetricans*).

“En este caso obtuvimos una tasa de éxito próxima a 90% a la hora de clasificar los sonidos”, destaca Luque Sendra, quien recuerda que, además de los tipos de cantos, el número de individuos de ciertas especies de anfibios que se escuchan en una región geográfica a lo largo del tiempo también se pueden usar como un indicador del cambio climático.

“Un aumento de la temperatura afecta a los patrones de canto –subraya–, pero como estos en la mayoría de los casos tienen un carácter de llamada sexual, acaban afectando también al número de individuos. Nuestro método todavía no es capaz de determinar directamente el número exacto de ejemplares en una zona, pero sí una primera aproximación” (fuente: SINC).



Armando V. Flores Salazar

Licenciado en Arquitectura, especialista en diseño arquitectónico y maestro en Ciencias por la UANL. Doctorado en Arquitectura por la UAM. Es maestro de tiempo completo y exclusivo en la FARq-UANL. Sus líneas de investigación son los objetos arquitectónicos como objetos culturales, con subtemas como lectura arquitectónica y la arquitectura como documento histórico. Es miembro del SNI, nivel II.

Arturo Mora Olivo

Licenciado en Ciencias Biológicas por la Universidad del Noreste. Maestro en Ciencias Agrícolas por la UAT. Doctor en Ciencias Biológicas por la UNAM. Profesor-investigador del IEA-UAT. Sus líneas de investigación son taxonomía, ecología y conservación de plantas vasculares. Cuenta con perfil Promep. Miembro del SNI, nivel I, y de la Sociedad Botánica de México.

Bárbara Azucena Macías Hernández

Ingeniera en Ciencias Ambientales por la UAT. Maestra en Salud Pública, con especialidad en Higiene Industrial, por la Universidad de Tulane New Orleans, Louisiana, EE.UU. Doctora por la Universidad de Birmingham Reino Unido. Profesora-investigadora en la FIC.

Elba Zahay Garay Martínez

Bióloga, con especialidad en Manejo de los Recursos Naturales, por el Instituto Tecnológico de Huejutla. Estudiante de la Maestría en Ciencias, con especialidad en Sistemas Agropecuarios y Medio Ambiente, por la UAT.

Francisco Zavala-García

Ingeniero agrónomo fitotecnista por la UANL. Maestro en Genética por el Colegio de Posgraduados en Chapingo. Doctor en Filosofía, con especialidad en Mejoramiento Genético y Fisiología de Plantas, por la Universidad de Nebraska. Sus líneas de investigación son biotecnología y ciencias agropecuarias. Miembro del SNI, nivel I.

Jacinto Treviño Carreón

Licenciado en Biología por el Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Doctor en Ciencias, con especialidad en Recursos Bióticos, por la UAT. Profesor-investigador en la FIC-UAT. Presidente de la Academia de Recursos Naturales de la FIC-UAT. Cuenta con perfil Promep. Miembro del Cuerpo Académico Conservación de Ecosistemas FIC-UAT y de la Sociedad Botánica de México.

Jaime F. García

Ingeniero agrónomo por el Instituto Tecnológico Agropecuario. Maestro en Ciencias por la UAT. Doctor en Ciencias por la UANL. Su línea de investigación es el efecto del cambio climático sobre los ecosistemas del noreste de México.

Jessica Y. Martínez Flores

Licenciada en Ciencias de la Comunicación, con especialidad en Publicidad, por la UANL. Encargada de redes y publicidad de la revista *Ciencia UANL*.

Jesús Rodolfo Martín del Campo Flores

Ingeniero ambiental por la Universidad de Guanajuato. Maestro en Ciencias del Mar por la Universidad de Colima. Estudiante del Doctorado en Ciencias en Manejo Ambiental del CIAD/Unidad Mazatlán.

José Alberto López Santillán

Ingeniero agrónomo y maestro en Ciencias por la UAM, y en Agronomía y Ciencias por la UAT. Doctor en Genética por el Instituto de Recursos Genéticos y Productividad del Colegio de Posgraduados. Profesor de tiempo completo en la FIC-UAT. Cuenta con perfil Promep.

José Alberto Muñoz Manzano

Licenciado en Biología por UAEM. Maestro en Docencia para la Educación Media Superior/Biología por la UNAM. Docente en la Secundaria Técnica No. 77 "Ricardo Flores Magón". Integrante del grupo de divulgación ADN Aprende y Descubre.

Juan Pablo Ramírez Herrejón

Licenciado en Biología y maestro en Ciencias, con especialidad en Conservación y Manejo de los Recursos Naturales, por la UMSNH. Doctor en Ciencias, con especialidad en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales, Cibnor. Catedrático Conacyt asignado a la FCN-UAQ. Miembro del SNI, nivel I.

Juana María Coronado Blanco

Bióloga egresada del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Maestra en Ciencias Agrícolas y doctora en Ciencias Agropecuarias por la UAT. Presidenta de la Academia de Entomología de la FIC-UAT. Primera vicepresidente (2017-2019) de la Sociedad Mexicana de Entomología. Miembro del SNI, nivel II.

Lucero Mariel López Moreno

Ingeniera en Ciencias Ambientales por la UAT. Estudiante de la Maestría en Ciencias, con especialidad en Sistemas Agropecuarios y Medio Ambiente, por la UAT.

Luis Enrique Gómez Vanegas

Licenciado en Letras Hispánicas por la UANL. Diplomado en periodismo científico por la FCC-UANL. Autor del libro *Soledades*. Corrector y gestor editorial de la revista *Ciencia UANL* y corrector de *Entorno Universitario*, de la Preparatoria 16-UANL.

María Pamela Bermúdez González

Licenciada en Biología por la UAEM. Maestra en Biología por el Centro de Biología de la Conducta-Universidad Autónoma de Tlaxcala. Candidata a doctora por la UAQ. Coordinadora del grupo de divulgación de las bacterias a las estrellas.

Melissa del Carmen Martínez Torres

Licenciada en Letras Hispánicas por la UANL. Consejera distrital en el INE. Estudiante de la Especialidad Género y Educación en la Universidad Pedagógica Nacional. Coeditora de la revista *Ciencia UANL*.

Nestor Guevara García

Ingeniero en Ciencias Ambientales por la UAT. Maestro en Ciencias de Salud Ambiental, con énfasis en Calidad de Agua, por la Universidad de Tulane.

Paola Lisette Hernández Rubio

Licenciada en Biología por la UAQ. Actual estancia en el Laboratorio de Integridad Biótica de la Unidad Multidisciplinaria de Docencia en Investigación de la UNAM. Línea de investigación enfocada a la ecología de ambientes de aguas continentales y ecología de algas de aguas continentales. Miembro activo de la Sociedad Científica Juvenil (SCJ).

Patricio Rivera Ortiz

Ingeniero agrónomo en Suelos por la UAT. Maestro en Ciencias en Edafología por el Colegio de Posgraduados. Doctor en Ciencias Agropecuarias por la UAT. Diplomado en Química Analítica Ambiental por la UNAM. Cuenta con perfil Promep.

Pedro César Cantú-Martínez

Doctor en Ciencias Biológicas. Trabaja en la FCB-UANL y participa en el IINSO-UANL. Su área de interés profesional se refiere a aspectos sobre la calidad de vida e indicadores de sustentabilidad ambiental. Fundador de la revista *Salud Pública y Nutrición (RESPyN)*. Miembro del Comité Editorial de Artemisa del Centro de Información para Decisiones en Salud Pública de México.

Silvia Alejandra García Gasca

Licenciada en Biología Marina por la UABCS. Maestra en Ciencias, con especialidad en Manejo de Recursos Marinos, por el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN. Doctora en Biología Molecular y Celular por la Medical University of South Carolina. Encargada del Laboratorio de Biología Molecular y Celular del CIAD/Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental. Sus líneas de investigación son biología reproductiva y desarrollo en tortugas marinas, bases moleculares del crecimiento muscular en organismos marinos y aplicaciones biotecnológicas, y biomarcadores moleculares de contaminación ambiental. Investigadora titular C. Miembro del SNI, nivel I.

Tania Judith Hernández López

Bióloga por el Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Maestra en Ciencias Ambientales y Medio Ambiente. Estudiante del Doctorado en Ciencias Sistemas Agropecuarios y Medio Ambiente de la UAT.



INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

La revista *Ciencia UANL* tiene como propósito difundir y divulgar la producción científica, tecnológica y de conocimiento en los ámbitos académico, científico, tecnológico, social y empresarial.

En sus páginas se presentan avances de investigación científica, desarrollo tecnológico y artículos de divulgación en cualquiera de las siguientes áreas: ciencias exactas, ciencias de la salud, ciencias agropecuarias, ciencias naturales, humanidades, ciencias sociales, ingeniería y tecnología y ciencias de la tierra. Asimismo, se incluyen artículos de difusión sobre temas diversos que van de las ciencias naturales y exactas a las ciencias sociales y las humanidades.

Las colaboraciones deberán estar escritas en un lenguaje claro, didáctico y accesible, correspondiente al público objetivo; no se aceptarán trabajos que no cumplan con los criterios y lineamientos indicados, según sea el caso se deben seguir los siguientes criterios editoriales.

Criterios editoriales (difusión)

- Sólo se aceptan artículos originales, entendiendo por ello que el contenido sea producto del trabajo directo y que una versión similar no se haya publicado o enviado a otras revistas.
- Se aceptarán artículos con un máximo de cinco autores, en caso de excederse se analizará si corresponde con el esfuerzo detectado en la investigación.
- El artículo debe ofrecer una panorámica clara del campo temático.
- Debe considerarse la experiencia nacional y local, si la hubiera.
- No se aceptan reportes de mediciones. Los artículos deben contener la presentación de resultados de medición y su comparación, también deben presentar un análisis detallado de los mismos, un desarrollo metodológico original, una manipulación nueva de la materia o ser de gran impacto y novedad social.
- Sólo se aceptan modelos matemáticos si son validados experimentalmente por el autor.
- No se aceptarán trabajos basados en encuestas de opinión o entrevistas, a menos que aunadas a ellas se realicen mediciones y se efectúe un análisis de correlación para su validación.
- Para su consideración editorial, el autor deberá enviar el artículo vía electrónica en formato .doc de Word, así como el material gráfico (máximo cinco figuras, incluyendo tablas), fichas biográficas de cada autor de máximo 100 palabras y carta firmada por todos los autores (formato en página web) que certifique la originalidad del artículo y cedan derechos de autor a favor de la UANL.
- Los originales deberán tener una extensión máxima de cinco páginas (incluyendo figuras y tablas).
- Se incluirá un resumen en inglés y español, no mayor de 100 palabras, incluir cinco palabras clave.
- Las referencias se deberá utilizar el formato Harvard para citación.
- Material gráfico incluye figuras, imágenes y tablas, todas las imágenes deberán ser de al menos 300 DPI.

Criterios editoriales (divulgación)

- Sólo se reciben para su publicación materiales originales e inéditos. Los autores, al enviar su trabajo, deberán manifestar que es original y que no ha sido postulado en otra publicación.
- Se aceptarán artículos con un máximo de tres autores.
- Los contenidos científicos y técnicos tienen que ser conceptualmente correctos y presentados de una manera original y creativa.
- Todos los trabajos deberán ser de carácter académico. Se debe buscar que tengan un interés que rebase los límites de una institución o programa particular.
- Tendrán siempre preferencia los artículos que versen sobre temas relacionados con el objetivo, cobertura temática o lectores a los que se dirige la revista.
- Para su mejor manejo y lectura, cada artículo debe incluir una introducción al tema, posteriormente desarrollarlo y finalmente plantear conclusiones. Se recomienda sugerir bibliografía breve, para dar al lector posibilidad de profundizar en el tema. El formato no maneja notas a pie de página.
- Las referencias no deben extenderse innecesariamente, por lo que sólo se incluirán las referencias citadas en el texto.
- Los artículos deberán tener una extensión máxima de cinco cuartillas y una mínima de tres, incluyendo tablas, figuras y bibliografía. En casos excepcionales, se podrá concertar con el editor responsable de *Ciencia UANL* una extensión superior, la cual será sometida a la aprobación del Consejo Editorial.
- Las figuras, dibujos, fotografías o imágenes digitales deberán ser de al menos 300 DPI.
- En el caso de una reseña para nuestra sección Al pie de la letra, la extensión máxima será de dos cuartillas, deberá incluir la ficha bibliográfica completa, una imagen de la portada del libro, por la naturaleza de la sección no se aceptan referencias.
- El artículo deberá contener claramente los siguientes datos en la primera cuartilla: título del trabajo, autor(es), institución y departamento de adscripción laboral (en el caso de estudiantes sin adscripción laboral, referir la institución donde realizan sus estudios), dirección de correo electrónico para contacto.

*Nota importante: todas las colaboraciones, sin excepción, serán evaluadas. Todos los textos son sometidos a revisión y los editores no se obligan a publicarlos sólo por recibirlos. Una vez aprobados, los autores aceptan la corrección de textos y la revisión de estilo para mantener criterios de uniformidad de la revista.

Todos los artículos deberán remitirse a la dirección de correo:

revista.ciencia@uanl.mx

o bien al siguiente dirección:

Revista *CIENCIAUANL*
Dirección de Investigación,
Av. Manuel L. Barragán,
Col. Hogares Ferrocarrileros,
C.P. 64290, Monterrey,
Nuevo León, México.

Para cualquier comentario o duda estamos a disposición de los interesados en:

Tel: (5281)8329-4236
<http://www.cienciauanl.uanl.mx/>



#SOMOS UNI

TRABAJAR · TRANSFORMAR · TRASCENDER



Indexada en:



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

