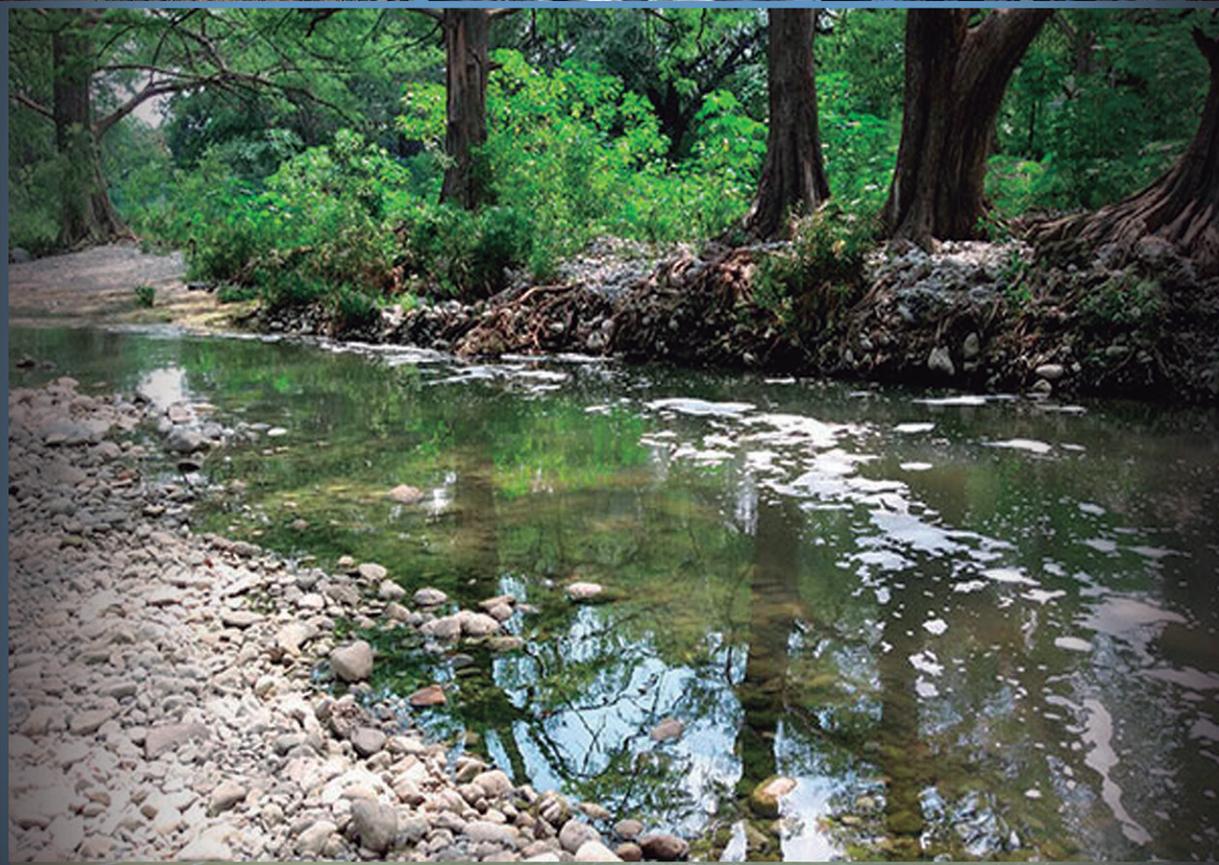




ISSN: 2007-1175

CiENCIAUANL

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



Biodiversidad en el río La Silla
Democracia y redes

Frontón de Piedras Pintas
Áreas naturales protegidas



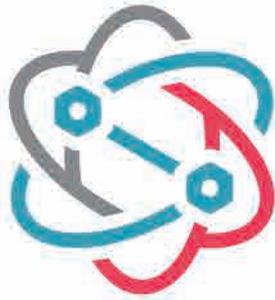
Año 21,
Número 89
mayo
junio
2018



Revista Ciencia UANL



 RevistaCiencia.UANL
 @Ciencia_UANL
 Revista CIENCIA UANL



CTR[®]
S C I E N T I F I C



CTR Scientific,
líder en la distribución de
Equipo, Material y Reactivos
para todo tipo de Laboratorio.

DIVISIONES:

- INVESTIGACIÓN
- DIAGNÓSTICO CLÍNICO
- INDUSTRIA Y EDUCACIÓN

AGUASCALIENTES | CHIHUAHUA | CULIACÁN | GUADALAJARA | MÉRIDA | MÉXICO
MONTERREY | PUEBLA | SAN LUIS POTOSÍ | TORREÓN | VERACRUZ

www.ctr.com.mx

ctrscientific@ctr.com.mx

Ventas-Mostrador: Av. Lincoln 3410 Pte. Col. Mitras Norte, Monterrey, Nuevo León. C.P. 64320



CASA UNIVERSITARIA DEL LIBRO

REFUGIO DE TODOS PARA LA CULTURA

Disfruta de un mundo literario a través de todas las actividades que tenemos para ti: talleres, conferencias, presentaciones y mesas redondas. Nuestra librería cuenta con una variedad de títulos y nuevos espacios que te invitan a leer.

¡VISÍTANOS!

LIBRERÍA / ARTE

Padre Mier 909 pte. esquina con Vallarta

Lunes a viernes: 10:00-19:00hrs./ Domingos: 10:00-14:00hrs.

Entrada libre/ Zona Wireless / Estacionamiento gratuito por la calle Vallarta

Mayores informes: 8329-4126 y en casadellibro@uanl.mx

 CasaLibroUANL

 casa_libroUANL





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:
Francisca Hernández Nieto
Citlali Casas Beas

Corrector y gestión editorial:
Luis Enrique Gómez Vanegas
Asistente administrativo: Claudia
Moreno Alcocer
Portada: Francisco Barragán Codina
Administrador de contenido web:
Rodrigo Soto Moreno

Ciencia UANL Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Año 21, N° 89, mayo-junio 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: Biblioteca Universitaria Raúl Rangel Frías, Alfonso Reyes 4000 norte, 5° piso, Monterrey, Nuevo León, México, C.P. 64290. 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: 11 de mayo de 2018, tiraje: 2,500 ejemplares. Distribuido por: Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación, Alfonso Reyes 4000 norte, 5° piso, Monterrey, Nuevo León, 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

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

CONTENIDO

6

EDITORIAL

7

CIENCIA Y SOCIEDAD

El frontón de Piedras Pintas.
De la geometría de la naturaleza a la simetría de la cultura
Lorenzo Encinas Garza

12

OPINIÓN

La democracia de las redes y las redes en la democracia
Jorge Francisco Aguirre Sala

17

SUSTENTABILIDAD ECOLÓGICA

Papel de las áreas naturales protegidas en la sustentabilidad
Pedro César Cantú-Martínez

23

SECCIÓN ACÁDEMICA

24

Diversidad de la vegetación riparia del río La Silla
Monterrey-Guadalupe, Nuevo León
**Gloria Iveth López Castillo, Glafiro J. Alanís Flores,
Susana Favela Lara, Manuel Torres Morales**

30

El cine mexicano y el TLCAN
Lucila Hinojosa Córdova, José Antonio Padrón Machorro

36

Factores de riesgo y consumo de drogas en
adolescentes de secundaria
**María Magdalena Alonso Castillo, Karla Selene López García,
Nora Angélica Armendáriz García, Bertha Alicia Alonso
Castillo, Francisco Rafael Guzmán Facundo,
Lucio Rodríguez Aguilar**

Modelo de la distribución potencial de *Pinus pinceana*
Gord en el noreste de México
José Israel López Martínez,
Jonathan Jesús Marroquín Castillo,
Eduardo Javier Treviño Garza

41

CONCIENCIA

Plantas exóticas invasoras presentes en las áreas naturales
protegidas (ANP) de México y su impacto en la biodiversidad
Josué Raymundo Estrada Arellano, Gabriel Fernando Cardoza
Martínez, Jaime Sánchez Salas

48

EJES

Obtención de lixiviados de raquis de plátano:
uso potencial en cultivos
J.C. Noa-Carrazana, A. Valencia-Ordoñez, V. Chávez-Estudillo,
J. Jarillo-Rodríguez, N. Flores-Estevez, C. Córdova-Nieto, S.
Jarillo-Galindo, R. Montero-Casas, R. Escobar-Hernández

58

AL PIE DE LA LETRA

Recordar es vivir
José Roberto Mendirichaga

63

CIENCIA EN BREVE

66

COLABORADORES

74

INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

76

El Dr. Glafiro José Alanís Flores (1944-2018) fue un biólogo, investigador y maestro emérito de la UANL, dedicó gran parte de su vida a la enseñanza y conservación de los recursos naturales; férreo defensor de los espacios verdes del área metropolitana y de las especies nativas. Fue autor de un gran número de publicaciones y proyectos, dejando en cada uno de ellos una pequeña parte de su espíritu y pasión por la naturaleza.

Preocupado todo el tiempo por los problemas ambientales que aquejan a nuestra ciudad, siempre en búsqueda de impulsar y motivar a las nuevas generaciones a realizar trabajos de divulgación al alcance de todos, con los cuales se le diera relevancia a los servicios ambientales y las consecuencias que traerían si se eliminaran estas áreas naturales. En este número incluimos una de sus últimas investigaciones: “Diversidad de la vegetación riparia del río La Silla Monterrey-Guadalupe, Nuevo León”.

El río La Silla, uno de los pocos cuerpos de agua vivos en el área metropolitana de Monterrey, desde un punto de vista fisonómico, es un conjunto de vegetación que alberga una gran diversidad de especies de árboles de hoja perenne, decidua o parcialmente decidua, así como una gran variedad de herbáceas acuáticas y terrestres. Un aspecto característico de este hábitat ripario es que se encuentra en ecotono entre un ecosistema acuático y terrestre a diferencia de otros ecosistemas.

En la actualidad, debido a las actividades antropogénicas, el crecimiento demográfico y la sobrepoblación que invaden estas zonas, así como los fenómenos naturales, han provocado grandes disturbios ecológicos. Sin duda es difícil detener la urbanización de ciudades que están en constante crecimiento como la zona metropolitana de Monterrey.

Este tipo de estudios son de suma importancia por su valor ecológico y cultural con lo cual se pretende enaltecer y reconocer a las valiosas personas como el Dr. Glafiro, que dedicó su vida a los mismos. Reiterando la necesidad de realizar estudios de restauración y manejo de estas áreas, aumentando así la necesidad de conservar el recurso hídrico, el cual permite la presencia de flora y fauna, y que en un futuro se puedan diseñar políticas y realizar acciones para la protección, conservación y restauración del ecosistema ribereño



Gloria Iveth López Castillo
Universidad Autónoma de Nuevo León.

● Ciencia y Sociedad

El frontón de Piedras Pintas. De la geometría de la naturaleza a la simetría de la cultura

Lorenzo Encinas Garza*

Aislado, en medio de la inmensidad de la llanura norteamericana del norte de Nuevo León, el Frontón de Piedras Pintas, municipio de Parás, sigue maravillando a quienes llegan a este punto localizado muy cerca de la frontera con Tamaulipas y Texas.

Documentado hace más de 100 años, los petroglifos no tienen similitud con otras manifestaciones gráfico-rupestres de la región. William Breen Murray afirma que el Frontón de Piedras Pintas fue el primer sitio con arte rupestre reportado en Nuevo León (Murray, 2007).

A lo largo de este trabajo tendremos un acercamiento a la iconografía de los motivos que ahí se encuentran plasmados. Se trata de petroglifos incisos: líneas profundas en la roca elaboradas por los antiguos grupos de cazadores recolectores. Es evidente el cuidado que tuvieron los antiguos artistas para elaborar los grabados, ya que al ser hechos por abrasión y pulimiento produjeron cortes nítidos en la superficie de la roca, dado su tamaño y profundidad, producen sombras que dan la impresión de que las piedras están manchadas o pintadas, de ahí el nombre de Piedras Pintas.

Los motivos se encuentran en un lomerío que domina el panorama; desde donde se puede ver la salida y puesta del Sol, el paso de la Luna y el vasto horizonte.

EL ESPACIO Y EL TIEMPO

Entre la fauna abundan coyotes, liebres, zorras, osos, armadillos, jabalíes, cacomixtles, comadrejas, tejones, venados cola blanca, garzas, patos y otras aves migratorias. Además, hay reptiles como los lagartijos, víboras e insectos como alacranes y arácnidos.

Son contados los trabajos arqueológicos que se han llevado a cabo en Piedras Pintas. Más bien se trata de artículos e informes que nos dan detalles de los motivos. Salvo las descripciones de la Junta de Arqueofilia en 1908 (Periódico Oficial de Nuevo León, 1908) y la narrativa de Protasio Cadena (1944), lo que se ha escrito es muy escaso.

Aunque no hay un dato específico, historiadores como Santiago Roel (Ecured, 2016) y Protasio Cadena (1944) sostienen que el primer europeo que estuvo en el Frontón de Piedras Pintas fue un misionero franciscano. El avistamiento del sitio se remonta a mediados del siglo XVIII, fecha muy factible y que coincide con la llegada de Martín de Zavala, gobernador del Nuevo Reyno de León, quien fundó la misión de Nuestra Señora de Alamillo (Santa Teresa).

Es difícil saber con precisión los autores de los grabados, sin embargo, a la llegada de los europeos, la zona estuvo habitada por tribus emparentadas por un mismo idioma: los coahuiltecos. El territorio coahuilteca comprendía el norte del antiguo Nuevo Reyno de León, en los actuales estados de Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León y Texas, en Estados Unidos.



Territorio coahuilteca.

EL SITIO

La base del promontorio del Frontón de Piedras Pintas tiene una altura de 4.65 metros y lo componen dos grandes piedras. La primera se encuentra grabada de

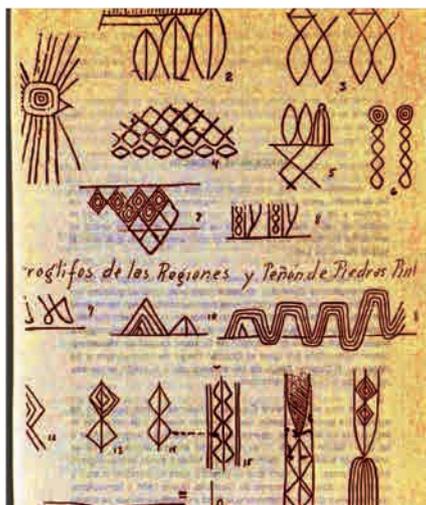
su cara occidental. Mide 9.30 metros de largo, por seis metros de ancho y alcanza los 2.65 metros de altura. La segunda está dividida por una abertura de 40 centímetros, aproximadamente.

En apariencia, en el lugar hay indicios de pintura rupestre en una de las paredes de una gran piedra. Se pueden ver algunas paredes con tonalidades rojizas, indicativo de pintura rupestre. Es muy posible que miles de años atrás el sitio haya sido un abrigo rocoso que tal vez se derrumbó debido a una inundación del Río Sabinas cuya crecida llegó hasta el lugar.

En las inmediaciones se han colectado puntas de proyectil conocidos entre la gente de la región como “chuzos”. En su conjunto, se trata de un estilo que no tiene similitud a otros puntos que existen en la región; de hecho, esta forma de elaboración de grabados es única en la región del norte de Nuevo León.

GEOMETRÍA RUPESTRE

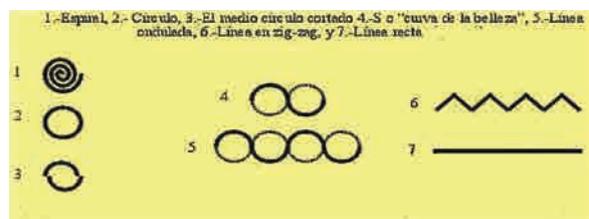
En su conjunto, podríamos relacionar los motivos con el geometrismo rupestre. Por geometría entendemos que es una disciplina de las matemáticas que estudia las propiedades, medidas, líneas y superficies de los cuerpos (Larousse, 2007).



En cuanto a las manifestaciones, las catalogamos dentro de geometrismo, identificado con motivos como líneas paralelas, grupos de puntos, círculos, círculos concéntricos, rombos, cuadrados, líneas rectas y triángulos. En general, en el Frontón de Piedras Pintas los trazos pueden tener relación con el medio ambiente circundante, ya que seguramente era primordial en sus creencias religiosas, un sistemático conocimiento que se ve reflejado en lo fino de los petroglifos.

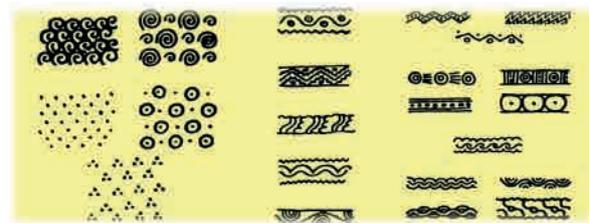
Por ejemplo, si partimos de la idea del extinto maestro William Breen Murray (1987) de considerar los conjuntos de puntos y las rayas como cuentan numéricas, encontramos que, en una gran roca, que se exhibe en el Museo de Sabinas Hidalgo, le fueron talladas 38 rayas. Justo abajo de esta posible cuenta se encuentran motivos que identificamos como vulvas, clara alusión a un rito de fertilidad, demostrando el alto grado de conocimiento acumulado. Una especie de llave para entender algunos petroglifos.

Francisco Mendiola Galván, siguiendo a Maugard, considera que son siete los elementos primarios identificados en el arte de todos los pueblos incluido el mexicano, éstos se constituyen de las siguientes formas específicas: 1. espiral, 2. círculo, 3. el medio círculo cortado, 4. S o “curva de la belleza”, 5. línea ondulada, 6. línea en zig-zag, y 7. línea recta (Mendiola, 2002).



Siete elementos básicos.

Siguiendo los postulados del prolífico investigador, “todos estos motivos o elementos en asociación, por su misma forma específica (curvas, círculo y rectas) y combinados o mezclados, dan como resultado elementos abstractos como las grecas, círculos y cuadrados concéntricos, también dan origen a los motivos naturalistas: antropomorfos, zoomorfos, fitomorfos, astromorfos (nubes, soles, luna, estrellas y rayos)” (Mendiola, 2002).



Elementos compuestos.

Aplicando la propuesta anterior a los petroglifos del Frontón de Piedras Pintas, nos percatamos que algunos parten de formas específicas.



Fotografía Piedras Pintas.

Para profundizar más en la materia, Mendiola sostiene que “la simetría de la cultura es una parte de la organización del mapa cultural cognitivo y la clasificación de la simetría significa la posibilidad de que los miembros de una cultura en particular perciban nuestro mundo”.

Las conclusiones de Mendiola Galván son muy sugerentes: “El arte rupestre es la primera fotografía de la infancia de la humanidad. Si la fotografía hubiese sido inventada en la época cuaternaria, la pintura no se habría inventado nunca”. El punto es la abstracción, esa capacidad nuestra de aislar y representar partes de la realidad objetiva a través de la graficación (sic) y del lenguaje (signos, símbolos y fonética), medios por los cuales se recrean de manera muy importante las sociedades y las culturas” (Mendiola, 2011).

Piedras Pintas es un espacio de rocas vivas, deducimos que pudo ser muy especial para las antiguas tribus pues detallan elementos de su mundo circundante. Simplificaron tanto la figura humana que aun así la podemos reconocer: bastaron líneas cortas para darnos una idea de qué se trata. Uno de los petroglifos más reiterados en Piedras Pintas es la representación del cauce de agua del Río Sabinas. Seguramente el agua fue una deidad importante pues fue una fuente de vida, vital para los grupos de cazadores recolectores.

PETROGLIFO RÍO SABINAS

Justo en medio de la roca más grande hay una serie de petroglifos que detallan la huella de un felino y un venado; ambos seguramente tenían un significado especial ya que fueron finamente pulidos para resaltar su aspecto natural.



Huellas felino-venado.

Vale recordar que entre algunas etnias de origen maya el doble carácter presa-cazador tiene una estrecha relación con la dualidad del planeta Venus (Torres, 2002). Por otro lado, es indudable que las huellas de venado representan el rastro seguido por el antiguo cazador y en contraparte la pisada del felino podría ser el deseo del cazador de ser efectivo al momento de ultimarse a su presa.

Entre los huicholes y otros pueblos del norte de México, las huellas de venado son parte de una arraigada creencia que, además del rastreo en la cacería, se puede tratar de un tótem, un héroe mítico que acompaña a los integrantes de la etnia en sus largas caminatas. El venado (jícuri o peyote) dotaba a los caminantes de fuerza en las largas jornadas, además facilitaba la capacidad de hablar con la naturaleza de manera ritual.

En Piedras Pintas es muy probable que las figuras humanas se representaron como un pequeño círculo que simbolizó la cabeza, además de diminutas rayas cortas en la parte inferior y las extremidades. El siguiente grabado nos da la impresión de que se puede tratar de un mitote.

Los rombos y las grecas pueden representar a un tipo de culto dedicado a la serpiente, seguramente se trató de la víbora de cascabel, especie abundante en



Ilustración de un mitote (Currier and Ives, Museo de Nueva York).

esta zona hoy en día. Tal vez por la cercanía del agua o por el copioso alimento, las serpientes de cascabel son muy abundantes, en especial la conocida como “diamantina”, sin embargo, lo que queda claro es que el reptil fue parte de la cosmovisión de los grupos antiguos, al grado de que los rombos tallados, en casi todo el conjunto de petroglifos, con toda posibilidad representan esta especie sumamente venenosa.

En las altas culturas mesoamericanas, Quetzalcóatl fue uno de los dioses principales y su culto se extendió en una extensa región.

La anterior fotografía circuló en redes sociales, muestra el gran tamaño que alcanzan las serpientes de



cascabel en el norte de Nuevo León. Por lo que las expediciones a Piedras Pintas son bastante arriesgadas.

CONSIDERACIONES FINALES

1. Los motivos incisos del Frontón de Piedras Pintas tienen un carácter simbólico que parte de un origen astronómico y detalla el movimiento de las estrellas y constelaciones, mismos que guardan una relación con ciclos naturales como el crecimiento de la vegetación, la recolección de frutos (tunas o mezquites), temporadas de caza, celo de las presas y las estaciones. Por todo lo anterior, podríamos afirmar que Piedras Pintas es una interpretación de la bóveda celeste donde se llevaban a cabo ceremonias especiales. Marcadores del tiempo natural donde basaron su cultura y sobrevivieron pese a lo inhóspito del medio ambiente.
2. La finalidad de los grabados pudo ser la supervivencia apoyada en el conocimiento de los fenómenos cíclicos. El registro, a través de la gráfica rupestre, nos permite afirmar que la comprensión astronómica cumplía una función religiosa, como un indicador de la cosmología de las antiguas agrupaciones de cazadores recolectores.
3. Citaremos a Johanna Broda, ya que “la observación sistemática y repetida a través del tiempo de los fenómenos naturales del medio ambiente permite hacer predicciones y orientar

el comportamiento social de acuerdo con estos conocimientos” (Broda, 1990).

4. El discernimiento, gracias a la observación de la naturaleza, abarca una serie de saberes bien detallados y están relacionados con la astronomía, la geografía, la botánica, la zoología y la medicina, entre otras áreas vitales para la sobrevivencia, los chamanes pudieron ser los portadores de esa inmensa sabiduría.
5. Como en muchos espacios de gráfica rupestre, la noción de espacio y tiempo eran aplicados al paisaje, al marcar ceremonias especiales relacionadas con el cambio del clima, que marca el principio y el fin de las temporadas de caza y recolección.
6. Aun hoy en día el Frontón de Piedras Pintas sigue atrayendo a las personas, algunas acuden en los solsticios o equinoccios para tomar el Sol y cargarse de energía, ya que consideran el lugar como un espacio mágico donde pueden sanar sus males.



Algunas personas acuden a Piedras Pintas para sanar de sus males (imagen: José Armando Martínez Cerda).

REFERENCIAS

Broda, J. (1990) Calendarios y astronomía en Mesoamérica, su función social. *Ciencias*. Abril-junio. Disponible en: <http://www.revistaciencias.unam.mx/pt/166-revistas/revista-ciencias-18/1491-calendarios>. Visto 31 de octubre 2016.

Cadena, P. (1944). *El Frontón de Piedras Pintas*. Publicación número 4 de la Sociedad Nuevoleonesa de Historia, Geografía y Estadística. Marzo.

Ecured (2016). *Santiago Roel Melo. Biografía*. Disponible en https://www.ecured.cu/Santiago_Roel_Melo

Larousse (2007). *Diccionario manual de la lengua española*. Larousse Editorial: México.

Mendiola G., F. (2002). *Arte rupestre: epistemología, estética y geometría. Sus interrelaciones con la simetría de la cultura*. Ensayo de explicación sobre algunas ideas centrales de Adolfo Best Maugard y Beatriz Braniff. Disponible en: <http://www.rupestreweb.info/mendiola2.html>

Mendiola G., F. (2011). *El arte rupestre en la simetría de la cultura: epistemología, estética y geometría de una forma cultural del norte de México*. México: Editorial Academia Española.

Murray, W.B. (1987). *Arte Rupestre en Nuevo León, numeración prehistórica*. Ed. Cuadernos del Archivo de Nuevo León, México.

Murray, W.B. (2007). *Arte rupestre del noreste*. Fondo Editorial de Nuevo León.

Periódico Oficial de Nuevo León. (1908). Tomo XLIII, Número 28, 7 de abril.

Torres R., A. (2002). El escorpión celeste, un marcador del inicio y fin de la época de lluvias en Mesoamérica. En Barba de Piña Chán, Beatriz. *Iconografía mexicana: las representaciones de los astros*. Plaza y Valdés, Conaculta, INAH.

La democracia de las redes y las redes en la democracia

Jorge Francisco Aguirre Sala*

La cuarta revolución industrial (4RI) incorporó las tecnologías electrónicas en las líneas de producción industrial, sobre todo cuando las hizo totalmente robotizadas. También generó la aplicación de softwares para la ejecución de un sinnúmero de competencias educativas y programas laborales y, recientemente, en el conocimiento para la generación de alimentos y medicinas adecuadas al código genético de cada persona. Pero la 4RI no sólo transfigura el entorno humano, también al humano mismo: el modo en que hacemos las cosas y lo que somos. Al digitalizar nuestras acciones, transformamos la manera de ser, de comunicarnos y de organizarnos como sociedad.

La 4RI es una revolución que acelera la sociedad del conocimiento por y para el conocimiento mismo; acelera la evolución del hombre y lo emancipa de quehaceres físicos y oficios tradicionales. Las tecnologías de información y comunicación (TIC) muestran la nueva organización: la compañía más grande de taxis (Uber) no posee un solo automóvil; la empresa comercializadora más extendida del globo (Amazon) no tiene *stocks*; la enciclopedia más leída del mundo (Wikipedia) no requiere de ninguna imprenta; la reunión más poblada del orbe (Facebook) no se efectúa en ningún local; las empresas más extendidas de servicios turísticos (Booking, Trivago, Expedia) no poseen un sólo avión, ni inmuebles hoteleros. Hoy nos organizamos por el acceso y el uso de los bienes en renta y no tanto por la posesión más permanente; ahorramos costos de almacenaje, mantenimiento y tiempos muertos. La actual civilización humana se elevó a “la nube” y parece que no habrá quien pueda bajarla.

Lo anterior no asombra a los miembros de la *generación X* (nacidos entre 1965 y 1981), ni a los *millennials* (nacidos entre 1982 y 1994) ni tampoco a los *centennials* (desde 1995 al presente), porque todos coinciden en ser “nativos digitales” o “inmigrantes digitales”. Estas denominaciones fueron acuñadas por Marc Prensky (2001) para referirse a las personas na-

cidas desde 1995 porque, desde entonces, la tecnología digital se encontraba incorporada a su educación como algo natural. Los “inmigrantes digitales” incluyen a los nacidos desde 1940 (y quizá desde antes) porque fueron espectadores del desarrollo digital y después llegaron a incorporarse al mismo por necesidad o por gusto. Por supuesto que estas condiciones sólo operan para quienes poseen el poder económico, educativo y cultural del privilegio de acceder a Internet.

El desarrollo de la cultura digital permitió la extensión de la información, la comunicación y, por ende, amplió su democratización. Las redes sociales siguen su inexorable marcha: terminarán por desplazar la unidireccionalidad de la prensa y los noticieros televisivos y radiofónicos; tal y como ya quedaron en el pasado el telégrafo, el télex y el fax. Aunado al avance tecnológico, la apertura de las redes y el software libre también buscan la igualdad democrática en la que todos participan de los bienes digitales sin censura, ni discriminaciones sociales, ni marginaciones de raza, credo religioso o ideología personal. Avanzamos hacia una democracia provocada por la 4RI de las redes. Sin embargo, ¿cuál es el alcance de las redes en la democracia? Es decir, ¿hasta dónde las TIC pueden extender la revolución digital para construir una nueva *res-publica* en “la nube”? ¿la gran “nube”, donde todos participan, transformará la *res-publica* en un sentido más democrático?

LA DEMOCRACIA ELECTRÓNICA

La irrupción de las redes también conquistará el último bastión que resguardan para sí algunos poderes monopólicos y antidemocráticos: el bastión de los derechos reservados para gobernar que sólo ejercen los malos miembros de una clase política elitista. La 4RI pone

* Universidad Autónoma de Nuevo León.

Contacto: jorge.aguirres@uanl.mx





a disposición los bienes digitales para convertirlos en bienes públicos, en los medios con que todos ejercen el derecho a hacer política. México ha dado pasos muy importantes en este sentido: en noviembre de 2013 estableció la Estrategia Nacional Digital que, entre otros objetivos, apunta a

Crear un modelo efectivo de gobernanza de la información. Mejorar las condiciones para la innovación mediante la transparencia y el uso de las TIC. Generar mecanismos para resolver problemas de interés público mediante la colaboración del gobierno, ciudadanos, empresas y sociedad civil (Gobierno de la República, 2013).

Es decir, la estrategia apunta las bases para desarrollar la gobernanza digital. Desde 2011, junto con otros siete países, México fundó la Alianza Mundial a Favor del Gobierno Abierto (AGA) y en septiembre de 2014 el presidente de la república asumió el liderazgo de su Comité Directivo dándose a la tarea gubernamental de interesar e involucrar a la ciudadanía en el debate público con elementos informativos y contribuciones a la gobernanza, la rendición de cuentas y, finalmente, la apertura y accesibilidad a las tecnologías. No obstante, no todos los ciudadanos se involucran en los debates públicos o logran realizar contribuciones de significativo alcance y hondura, debido a su original condición desigual marcada por las diferencias socioeconómicas y políticas de la clase social o tradición a la que pertenecen.

La 4RI digitaliza la política y, en consecuencia, también transforma nuestro ser ciudadano. Gracias a los medios electrónicos de la 4RI no es necesario tener un *stock* (partido) de representantes políticos para que den cauce a la voluntad ciudadana; ni se requiere una asamblea parlamentaria presencial y elitista, cual cofradía, para definir las políticas públicas; tampoco se precisa fragmentar un país en distritos electorales y escalas de gobierno para multiplicar sin necesidad las dependencias públicas.

La democracia electrónica no consiste en realizar campañas electorales de bajo costo o la actualización de la información política en tiempo real, tampoco hacer trámites gubernamentales por Internet o sustituir la boleta electoral y la urna de votos por el voto digital en un “clic”. Esto último sería disponer de la tecnología para perpetuar los límites de los procesos democráticos tradicionales que ya han estancado la participación ciudadana. Sería como hacer, en sentido inverso a la conocida referencia bíblica, poner vino viejo en odres nuevos.

La democracia electrónica, como todo lo que acontece en la 4RI, transforma el sistema político completo. Por la democracia electrónica nos convertiremos en ciudadanos digitales. La democracia electrónica opera en varios modelos (Aguirre, 2016); en uno de ellos considera al dispositivo electrónico de cada ciudadano conectado al tablero electrónico de las cámaras legislativas para emitir y contabilizar el “voto-clic” por el que se manifiesta la parte proporcional de soberanía que cada ciudadano posee; tal y como aparece hoy el voto del senador o del diputado que se ostenta como representante político de un distrito. Si un ciudadano no quiere o no sabe en qué sentido participar, puede delegar el valor de su “voto-clic” en otro ciudadano (llamado *proxy*, porque es su apoderado obligado, no un representante alejado); gracias a que reconoce en esa persona un mayor dominio del tema o porque se ha ganado su confianza con muestras de honestidad. De ese modo, a través de la presencia electrónica, todos pueden participar en la sesión o asamblea donde se definen las políticas públicas que guían el destino del país. La democracia electrónica desplaza la existencia de los representantes políticos elitistas abatiendo la brecha política, pues cuestiona el “derecho reservado” de los políticos tradicionales para emitir leyes y gobernar. Por lo tanto, no sería necesario el rol de los partidos políticos ni el aparato gubernamental electoral. Por otra parte –gracias a los adelantos de las TIC y la capacidad de acceso a “la nube”–, la democracia electrónica también podría hacer públicos los motivos de la delegación

(no declinación) del “voto-clic” en la persona en quien usted confía, con el objetivo de exhortar a otros ciudadanos a delegar su soberanía, a través de su respectivo “voto-clic”, en la misma persona (su *proxy*).

La democracia electrónica funciona con un congreso digital (o ágora digital) transitorio, es decir, una asamblea parlamentaria construida en “la nube” con todo el soporte de las TIC, que se reconfigura según la sucesión de los temas en la agenda. Cuando haya terminado en tiempo virtual y en tiempo real la sesión en que se definió una política pública –porque se zanjó el tema que en cuestión ocupó la agenda pública–, entonces cada ciudadano digital recupera el poder de su “voto-clic” hasta la siguiente sesión. De este modo cada ciudadano lo volverá a usar por sí mismo o por delegación temporal en quien sabe más del nuevo tema o en quien confie por su honradez para buscar lo mejor para todos (su *proxy*) y no requiere esperar a nuevos lapsos electorales para participar.

La democracia electrónica posee pormenores interesantes. Un ciudadano digital puede emitir alertas y solicitar adhesiones sobre peticiones con nuevas fechas y temáticas para la agenda pública; recibir alertas cuando su representante delegado (no fiduciario, por eso es llamado *proxy*) haya cambiado de parecer durante alguna deliberación, se le hayan restado o sumado otros ciudadanos con sus respectivos “voto-clic”; recibir alertas cuando el representante *proxy* a su vez ha elegido a otro *proxy*. Todo ello con el propósito de poder revocar la delegación representativa durante cualquier momento del proceso deliberativo y conservar siempre su parte proporcional de soberanía que como ciudadano le corresponde, con el objeto de ejercerla por sí mismo o delegarla en un nuevo *proxy*.

En la actualidad existen experiencias de democracia electrónica en el sector privado y público. La construcción y funcionamiento del *ágora* digital también opera con variedad de softwares. Destaca “AgoraVoting” como plataforma del voto líquido delegativo, revocable y transferible. Este método, junto con *Democracy Os*, es utilizado por el colectivo Barcelona en Comú (BCo-mú, 2016; cfr. Kurban, Peña-López y Haberer, 2016) que ganó las elecciones municipales de 2015. También ha sido perfeccionado el método “Liquid Feedback” para incorporar el voto preferencial, presumiendo que puede incorporar un infinito número de participantes en un espacio de discurso finito y concluyente (Behrens, y Swierczek, 2015), como lo hizo en 2014 Google al lograr que más de 1,000 empleados resolvieran el problema de consensuar los menús del comedor de colaboradores con alta y satisfactoria participación (Hardt

y Lopes, 2015). “Appgree” es una aplicación gratuita para alcanzar consensos por grupos multitudinarios y es utilizada por el partido español Podemos (Tasa y Bodoque, 2015). “Adhocracy” es un software que ha destacado por sus capacidades deliberativas y de consenso, tal y como lo utiliza la Comisión Federal Parlamentaria sobre Internet y la Sociedad Digital en Alemania. Los softwares diseñados para la democracia electrónica se enfrentan a las desiguales condiciones socioeconómicas y la diversidad o disolución de intereses de múltiples tipos de ciudadanos, así como a distintos accesos a información real o falsa y a las diversas propuestas de política pública. Carecen en sí mismos de una pedagogía política y como acertadamente señaló Habermas al referirse a los medios de comunicación:

...las iniciativas ciudadanas y los foros ciudadanos, las asociaciones políticas y otro tipo de asociaciones... son demasiado débiles como para provocar a corto plazo procesos de aprendizaje en el sistema político o para reorientar los procesos de toma de decisiones (Habermas, 1998).

En el ámbito del sector público destaca la experiencia de 2012, cuando los ciudadanos de Islandia elaboraron la nueva Constitución de ese país que se encuentra en trámite ante su actual Parlamento (Partido Comunista Obrero Español, 2013). En Italia puede ejemplificarse con el Movimiento 5 Estrellas (Movimiento 5 Stelle, 2016, cfr. Mikola, 2016) que se deslinda de definirse como un partido político y ya obtuvo 341 sobre 743 escaños en sus cámaras y 15 en el Parlamento Europeo. De igual modo, desde 2009 el Partido Pirata en Suecia y Alemania ha alcanzado un buen número de escaños en diferentes congresos y parlamentos, destacando ya cuatro diputaciones en el Parlamento de la Unión Europea.

CONCLUSIONES

Hace pocas décadas pensar en fábricas con líneas de producción completamente robotizadas era tema de ciencia ficción; las intervenciones quirúrgicas guiadas por computadora resultaban impensables; la programación transgénica de alimentos para evitar las alergias o la producción de medicinas conforme al perfil genético personalizado de cada paciente sólo eran ensoñaciones. Nada de eso es ajeno a los nativos digitales de hoy que, lamentablemente, se desarrollan como científicos y tecnólogos del siglo XXI, pero parecen estancarse como ciudadanos del siglo XVIII. En México, que además carga con su enorme brecha digital, deben promoverse los Derechos Humanos de tercera generación que implícitamente incluyen los derechos digitales, y con ellos, la educación en la democracia electrónica.

Los *millennials* y los *centennials* se encuentran *ipso facto* en su natividad digital. Están acostumbrados a las redes cibernéticas y, en el correcto sentido del término, a la piratería digital. Es decir, comparten sin restricciones de derechos reservados o derechos privados el saber en tutoriales y todo tipo de Wikis y el software libre. Promueven la copia irrestricta de cualquier cosa que esté protegida bajo “licencia de uso o patente” y resulte imprescindible para la humanidad, como los medicamentos de genéricos y similares, la educación a distancia, la defensa del medio ambiente, etc. Por ende, también están cercanos a “piratear” la política, es decir, a extender los derechos ciudadanos por encima de los derechos de exclusividad que guarda para sí una minoría antidemocrática de la clase política, que no honran sus cargos, como sí lo hace la mayoría de los funcionarios públicos. Los nativos digitales están dispuestos a extender los bienes públicos digitales y tarde o temprano terminarán haciendo la política electrónicamente. En México, varios intentos han llamado la atención mundial: #yosoy132, *Internet para todos*, #InternetLibreMX, y recientemente *Wiki-política*, que promueve la pedagogía política y que para la contienda electoral de 2018 alcanzó un candidato al senado y varios para distintas diputaciones. Pero estos casos todavía son aislados y las estrategias contra la marginación, la indiferencia y la apatía política deben seguir implementándose con la educación y la participación cívica.

La presencia de las redes en la democracia es un ideal demasiado bueno para que deje de ser utópico. Ese es el papel que la 4RI tendrá que culminar en política. La democracia electrónica nos enseña que ‘no somos ciudadanos para participar, sino que participamos para llegar a ser ciudadanos’.

REFERENCIAS

Aguirre, J. (2016). *La democracia líquida. Los nuevos modelos políticos en la era digital*. Barcelona, Universitat Oberta de Catalunya.

Barcelona en Comú. (2016). Disponible en <https://barcelonaencomu.cat/>.

Behrens, J., y Swierczek, B. (2015). A finite discourse space for an infinite number of participants. *The Liquid*

Democracy Journal. (4).

Gobierno de la República. (2013). *Estrategia Nacional Digital, México*. P. 19. Disponible en <http://bit.ly/1IiL6hi>.

Habermas, J. (1998). *Facticidad y Validez*. Madrid, Editorial Trotta, Madrid.

Hardt, S., y Lopes, L.C.R. (2015). Google Votes: A Liquid Democracy Experiment on a Corporate Social Network. *Technical Disclosure Commons*, (June 05).

Kurban, C., Peña-López, I., y Haberer, M. (2016). What is technopolitics? a conceptual scheme for understanding politics in the digital age. En *Building A European Digital Space. 12th International Conference on Internet, Law and Politics*, Barcelona 7-8 July, 2016. Univesitat Oberta de Catalunya, Huygenes Editorial. Pp. 499-519.

Movimento 5 Stelle (2016). Disponible en <http://www.movimento5stelle.it/>

Mikola, B. (2016). Online primaries and intra-party democracy: candidate selection processes in Podemos and the Five Star Movement. En *Building a European Digital Space. 12th International Conference on Internet, Law and Politics*, Barcelona 7-8 July, 2016. Univesitat Oberta de Catalunya, Huygenes Editorial. Pp. 520-536.

Partido Comunista Obrero Español. (2013). Islandia: radiografía de una revolución “ciudadana”. Disponible en: <http://www.pcoe.net/actualidad1/actualidad-internacional/444-islandia-radiografia-de-una-revolucion-ciudadana>

Prensky, M. (2001) Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*. 9(5): October, 1-6.

Tasa F., V., y Bodoque A., A. (2015). Política abierta y participación. El caso de Podemos. En *Regulating Smart Cities*, 11th International Conference on Internet, Law and Politics, Barcelona, 2-3 July, 2015. Estudis de Dret i Ciència Política. Universitat Oberta de Catalunya, Pp. 223- 248.

● **Sustentabilidad ecológica**



Papel de las áreas naturales protegidas en la sustentabilidad

Pedro César Cantú-Martínez*

En las últimas décadas las áreas naturales protegidas (ANP) se han constituido en la instrumentación con que cuentan los países para la conservación de la flora y la fauna silvestres, así como de escenarios naturales que se consideran únicos y que representan parte del patrimonio natural simbólico e histórico cultural del ser humano, al mismo tiempo se atesoran con la finalidad de preservar los servicios ecosistémicos que éstos aportan a nuestra sociedad (Cantú-Martínez, 2013). Por lo cual Murillo y Orozco (2006, p. 8) indican que

La constitución de un sistema eficaz de áreas naturales protegidas es tal vez el reto de mayor peso y alcance en la política ecológica. Establecerlo y desarrollarlo es una de las tareas de más alta prioridad para el gobierno y la sociedad, en el marco de todos los desafíos de la gestión ambiental.

La razón fundamental de pensar así está determinada por el hecho de mantener ciertas porciones de un territorio —acuático o terrestre— cuyo propósito es apuntalar la continuidad de los procesos ecológicos que no han sido perturbados o alterados en sus características fundamentales. Particularmente porque la diversidad biológica contiene un asombroso capital natural cuya cuantía socioeconómica y ecológica aún se desconoce.

El esfuerzo realizado a nivel internacional por desarrollar y consolidar una política para alcanzar una adecuada gestión de los espacios naturales ha permitido a la sociedad considerar las ANP como un bien público que contribuye la edificación del desarrollo sustentable. Villalobos (2000, p. 33) las considera como “espacios de convergencia de muchos actores, desde pobladores hasta los que se ocupan de la conservación y estudio de los ecosistemas y la biodiversidad”, donde se puede observar la convergencia de las tres dimensiones que constituyen el desarrollo sustentable: la ecológica, la social y la económica en derredor de esta herencia natural (Cantú-Martínez, 2015).

Esta nueva visión de sustentabilidad hace del establecimiento de las ANP una instancia para establecer nuevos ordenamientos “sobre el uso y manejo de los recursos naturales, modificando la relación de los habitantes con su entorno y la forma en que comprenden y construyen su espacio” (Durand y Jiménez, 2010, p. 60). Aquí, la enérgica dinámica social hace un alto para constituir y renovar los actores que subsisten en estos espacios, pero, además, promueve que broten nuevas relaciones dialécticas entre el ser humano y la naturaleza, considerándola desde otra representación o posición de carácter alterno, o bien con una apariencia reformada (Ortega, 2000).

En el presente manuscrito abordaremos las funciones y el origen de las ANP, de manera sucinta cuál es el escenario en su contexto nacional en México para finalmente hacer unas consideraciones al respecto.

¿QUÉ SON LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS?

En palabras de Phillips y Miller (UICN/CAMP, 2000, p. 1), las ANP se erigen como “el corazón de las estrategias de conservación de nuestra frágil tierra y nuestros vulnerables mares”. Esta sentencia connota de manera velada una necesidad patente y reveladora: la dependencia de toda sociedad al patrimonio natural; dado el valor de los ecoservicios que éstas otorgan, los cuales seguirán en aumento, por lo que ahora las ANP son vistas como una unidad esencial del bienestar de toda sociedad. De tal manera que estos espacios naturales deben ser considerados en el marco de la planificación y ordenamiento territorial en cualquier país. Es así que, en el marco del desarrollo sustentable, los contextos de

* Universidad Autónoma de Nuevo León, FCB.
Contacto: cantup@hotmail.com; pedro.cantum@uanl.mx

referencia de las ANP, tanto administrativos, operativos como jurídicos, deberán responder a este precepto de sustentabilidad con la finalidad de alcanzar las metas trazadas en los objetivos del desarrollo sustentable (Cantú-Martínez, 2016), ya que las ANP se erigen como una estrategia relevante y concluyente para la conservación *in situ* tanto de la diversidad biológica como cultural.

De acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN/CAMP, 2000, p. 5), las ANP eran

tradicionalmente consideradas como parques nacionales, reservas naturales y paisajes protegidos, en la actualidad el término área protegida abarca enfoques más recientes, como reservas de uso sostenible y áreas naturales silvestres [...] define un área natural protegida como una superficie de tierra o mar especialmente consagrada a la protección y al mantenimiento de la diversidad biológica, así como de los recursos naturales y los recursos culturales asociados, y manejada a través de medios jurídicos u otros medios eficaces.

Esta organización de carácter internacional reconoce que en el mundo subsisten más de 100 mil ANP, las cuales conllevan distintas denominaciones y son operadas con propósitos diferentes (López *et al.*, 2007). La catalogación adoptada por la UICN en 1994 registra seis clases, de acuerdo a los planes que éstas persigan (López *et al.*, 2007, p. 17), y son:

- I. Reserva natural estricta/área natural silvestre: área protegida manejada principalmente con fines científicos o con fines de protección de la naturaleza.
- II. Parque nacional: área protegida manejada principalmente para la conservación de ecosistema y con fines de recreación.
- III. Monumento natural: área protegida manejada principalmente para la conservación de características naturales específicas.
- IV. Área de manejo de hábitat/especies: área protegida manejada principalmente para la conservación, con intervención a nivel de gestión.
- V. Paisaje terrestre y marino protegido: área protegida manejada principalmente para la conservación de paisajes terrestres y marinos y con fines de uso recreativos.
- VI. Área protegida con recursos manejados: área protegida manejada principalmente para la utilización sostenible de los ecosistemas naturales.

Es menester hacer mención de que las clasificaciones realizadas por la UICN no intentan constituirse en una condición estricta y obligatoria para las entidades

regulatorias en cada país, más bien pretenden convertirse en guías orientadoras que puedan impulsar una gestión adecuada de las ANP, ya que se reconoce que en el marco de orden internacional las configuraciones de carácter normativo y técnico para constituir las son muy amplias y cada nación lo realiza desde los referentes de sus leyes y mandatos territoriales, en los que pueden albergar sistemas naturales representativos, en protección especial o amenazados.

GÉNESIS DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Hoy se ha reconocido que en muchas partes del mundo el entorno ha sido modificado o perturbado por las actividades productivas del ser humano. Esto ha conllevado sin lugar a dudas una alteración de muchos hábitats tanto terrestres como acuáticos, donde también aquellos sistemas naturales que concebíamos como prístinos ahora se ven paulatinamente degradados en sus condiciones por las presiones propias del avance de los procesos productores de bienes y servicios de nuestras sociedades.



De acuerdo a Bahía de Aguiar *et al.* (2013), en el marco del derrotero de las ANP se tiene como antecedente de partida en el mundo la creación inicial del Parque Nacional de Yellowstone, el 1 de marzo de 1872, que demarca en la opinión social, en ese momento, una honda preocupación por el resguardo de la vida silvestre. Posterior a este suceso inicia la trayectoria de largo aliento en otras partes del mundo por salvaguardar los bienes naturales, como en México en 1876, Australia en 1879, Canadá en 1885, Nueva Zelanda en 1894, África del Sur en 1898, Argentina en 1903, España en 1916, Chile en 1926, Ecuador en 1934 y Venezuela y Brasil en 1937 (Melo, 2002; Murillo y Orozco, 2006; Arias, 2007; Bahía de Aguiar *et al.*, 2013). Murillo y Orozco (2006, p. 70) mencionan que

Aun antes, ya se habían empezado a crear áreas protegidas en Centroamérica. En Costa Rica, el primer decreto de conservación vino poco después de la independencia, en 1846, cuando se decretó la conservación del Volcán Barva en Heredia (todavía hoy día parte del PN Braulio Carrillo) con fines de conservación de fuentes de agua.

Como se ha podido observar, las ANP tienen su génesis en el continente americano a finales del siglo XIX, y de acuerdo a Neri *et al.* (2015, p. 87) es “a partir de la década de los sesenta del siglo pasado [que] su número a nivel mundial se incrementó de forma acelerada, y actualmente la superficie bajo protección supera 12% de la superficie global”.

Principalmente, las atribuciones de las ANP creadas en la década de los sesenta tuvieron como principal característica amparar los recursos naturales de un sitio demarcado por límites sin contemplar ningún vínculo con el resto del sistema natural, además se centraba en especies vegetales o animales con rasgos sobresalientes y excepcionales de índole científico, mismos criterios que fueron empleados para la protección de algunos parajes naturales (Murillo y Orozco, 2006). Como aspecto complementario subsistía en este accionar una falta total de planificación y manejo de las zonas promulgadas como ANP, lo que conllevaba, como consecuencia, que se tuvieran “áreas naturales protegidas mal ubicadas, no funcionales o sin representación ecológica de los componentes de la biodiversidad de cada región” (Neri *et al.*, 2015, p. 87). Se ha intentado revertir esta situación mediante la protección de espacios naturales aspirando a “reconocer al conjunto del territorio como un todo en el que la naturaleza funciona de forma sistémica constituida por nodos (espacios naturales protegidos) interconectados (corredores ecológicos)” (Arias, 2007, p. 104), cuyo cimiento está sostenido en el potencial endógeno y local que presentan los sitios a resguardar.

En el marco de Río 92, recordemos que el desarrollo sustentable se yergue como un concepto “opcional en nuestro tiempo, que intenta suplir o atemperar las consecuencias estimuladas por las pautas actuales de

desarrollo que se ostentan en gran parte de los países en el mundo” (Cantú-Martínez, 2017, p. 22). En esta misma reunión, como uno de los resultados más relevantes, se promulgó el Convenio sobre la Biodiversidad, aprobado por los países participantes y que contiene tres objetivos fundamentales: “la conservación de la diversidad biológica, el uso sustentable de los elementos de la biodiversidad y, finalmente, procurar una participación justa y equitativa de los beneficios y frutos que emanen de los recursos genéticos” (Cantú-Martínez, 2017, p. 23).

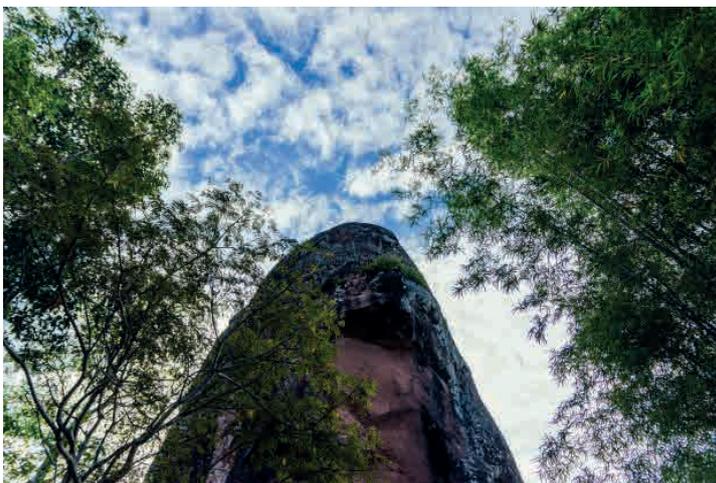
De esta manera, las ANP que conllevan en sus programas operativos las metas trazadas de la sustentabilidad contemplan una labor ardua para sostener la diversidad biológica, el aseguramiento de las funciones ecosistémicas y el aprovechamiento adecuado de las cargas

genéticas que la vida silvestre posee, además de procurar el bienestar humano de las propias comunidades que las ANP hospedan.

SITUACIÓN EN MÉXICO

En nuestro país se indica que la protección ambiental emergió de forma hermanada a los antecedentes de las culturas mesoamericanas “que, insertos en una exuberante naturaleza, se relacionaron con su entorno, mostrando siempre un gran respeto hacia ella y un profundo conocimiento sobre la importancia de su conservación, virtudes estrechamente asociadas con el racional empleo de los recursos” (Melo, 2002, p. 27).

Entre ellas contamos con la cultura maya, asentada en la península de Yucatán y cuya articulación con su ambiente, representado en el bosque tropical, sustentaba todas sus actividades agrícolas y forestales. Por otra parte, la cultura nahua que se instaló en el centro del país, mostró una propensión por mantener la vegetación y majestuosidad de los bosques que los circundaba (Melo, 2002). En este sentido, Castañeda (2006, p. 21) revela que



el hecho de que lo sagrado pudiera aparecer en cualquier forma en la naturaleza, implicó que las plantas y los animales ocuparan un sitio importante en la simbología antigua. La vegetación expresaba también la presencia de poderes divinos, los animales estimulaban la imaginación por su forma de volar o por su ferocidad; así el águila, la serpiente y el jaguar fueron el centro de adoración de diferentes culturas. Con frecuencia sus cuerpos representaron la expresión transformada de seres sobrenaturales o dioses temidos y respetados.



Dejando atrás estos notables antecedentes, de acuerdo a Melo (2002, p. 28), el precedente oficial concerniente con las ANP en México “ocurre en 1876, cuando el presidente Sebastián Lerdo de Tejada dispuso expropiar, por causa de utilidad pública, la zona boscosa del Desierto de los Leones [...] decretada en 1917 como el primer parque nacional”. Posteriormente se siguió una larga trayectoria en esta materia en nuestro país, donde ahora coexisten varios espacios naturales protegidos cuyas categorías, de acuerdo al marco legal, pueden ser reconocidas como federales, estatales, municipales y privadas. En el contexto de orden federal, de acuerdo a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp, 2018), en México constan 45 reservas de la biosfera, 66 parques nacionales, cinco monumentos naturales, ocho áreas de protección de recursos naturales, 40 áreas de protección de fauna y flora y 18 santuarios, los cuales albergan 908,395.20 kilómetros cuadrados del territorio nacional. Mientras que, en el ámbito estatal, 22 entidades federativas cuentan con disposiciones legales y decretos para instituir las, creando así los denominados sistemas estatales de áreas naturales protegidas.

En el contexto legal, éstas se encuentran consideradas reglamentariamente en el artículo 46 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, promulgada en 1988, y para su establecimiento deben contemplar, en la propuesta documental de la delimitación y ubicación del sitio, la particularidad a la que se sujetará el área considerada, la descripción y detalle de las acciones que se podrán realizar, así como

las restricciones de éstas, la motivación y fundamentación administrativa y legal para la creación del ANP, la elaboración de un plan de manejo y las directrices que demarquen el uso y beneficio del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Con la finalidad de coadyuvar con “nuevos componentes de protección, preservación, conservación y rehabilitación para mantener las poblaciones de flora y fauna, así como los sistemas naturales de manera aceptable” (Cantú-Martínez, 2017, p. 24).

Este procedimiento ha estado presente en la gran mayoría de las ANP en México, creándose a la luz de la preocupación de instancias externas como las instituciones de educación superior y de las organizaciones no gubernamentales que, aunado al apoyo gubernamental, permite que se instauren. Riemann *et al.* (2011, p.144) señala que en nuestra nación, a

diferencia de otros países donde el establecimiento de un área protegida frecuentemente implica el desalojo de la población que en ella habita [...] en México las ANP se han creado donde existen centros de población [...] En aparente reconocimiento a esa condición cultural, la política de establecimiento de ANP considera a la población residente como un componente fundamental.

Es relevante mencionar que el involucramiento de la sociedad civil y la participación social son fundamentales para un idóneo manejo de las ANP, esto promueve que las comunidades que se encuentran circunscritas en su polígono, sin entorpecer la dinámica social imperante, hagan ajustes, aunque estos sean lentamente, hacia comportamientos que favorezcan la conservación de las ANP y que con ello mejoren su calidad de vida y la calidad ambiental del medio que les circunda. Para esto, las autoridades concernientes realizan talleres y

consultas de trabajo con el propósito de sensibilizar a la población en torno al establecimiento de las ANP (Villalobos, 2000). Aunado a lo anterior, se pretende que la historia social forjada entre las comunidades y su entorno se siga fortaleciendo, pero ahora mediante nuevas formas de convivencia.

CONSIDERACIONES FINALES

Las ANP se constituyen en espacios naturales que contemplan sitios que aún conservan sus características prístinas y cuyas modificaciones proceden exclusivamente de las creadas por los procesos naturales; por otra parte, incluyen aquellos otros lugares que conllevan en su constitución modificaciones realizadas por las actividades del ser humano, pero que aún conservan su estructura natural. Además, se debe hacer hincapié en que estas ANP también contemplan la procuración de aquellos recursos culturales asociados. En términos muy concretos, de acuerdo con estas características, consisten en conceder a un espacio territorial un régimen jurídico diferente con la finalidad de proteger, preservar, administrar y aprovechar sustentablemente los recursos, dada la singularidad y representatividad de sus elementos en el ámbito ambiental, social, económico, científico y cultural.

Para nuestro país, las ANP representan una acción fundamental en materia de política pública, ya que cumplen con la finalidad de mantener el capital natural que se posee dadas las características fisiográficas presentes en nuestro territorio; recordemos que nuestra nación aloja aproximadamente 10% de las especies documentadas en el mundo, de las cuales muchas son endémicas, y aún se desconoce con exactitud el impacto socioeconómico y ambiental que significa para nuestra sociedad gran parte de ese patrimonio natural que se ostenta.

REFERENCIAS

Arias, E. (2007). La planificación en los espacios naturales protegidos: aplicación de los PORN en las cordilleras béticas andaluzas. *Investigaciones Geográficas*, 44: 103-127.

Bahía de Aguiar, P.C., Souza dos Santos, A.M. & de Oliveira, E. (2013). Áreas naturais protegidas: um breve histórico do surgimento dos parques nacionais e das reservas extrativistas. *Revista Geográfica de América Central*, 50: 195-213.

Cantú-Martínez, P.C. (2013). La importancia social de los sistemas naturales para la sustentabilidad. *Ciencia UANL*, 16 (61): 38-43.

Cantú-Martínez, P.C. (2015). Desarrollo Sustentable. Antes y Después de Río +20. México. Universidad Autónoma de Nuevo León y Organización Panamericana de la Salud.

Cantú-Martínez, P.C. (2016). Los nuevos desafíos del desarrollo sustentable hacia 2030. *Ciencia UANL*, 19(78): 27-32.

Cantú-Martínez, P.C. (2017). La diversidad biológica en la sustentabilidad. *Ciencia UANL*, 20(84): 22-25.

Castañeda, J. (2006). Las áreas naturales protegidas de México de su origen precoz a su consolidación tardía. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 10(218). Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-218-13.htm>

Conanp (2018). Áreas naturales protegidas. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/region/areasprot/enmexico.html>

Durand, L., y Jiménez, J. (2010). Sobre áreas naturales protegidas y la construcción de no-lugares. *Notas para México. Revista Lider*, 16(12): 59-72.

Diario Oficial de la Federación (1988). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Nueva Ley, 28 de enero. Última reforma publicada DOF 19-01-2018. Disponible en: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/LGEEPA.pdf>

López, A. et al. (2007). Utilización de las categorías de gestión de áreas protegidas de UICN en la región mediterránea. Sevilla. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y UICN.

Melo, C. (2002). Áreas naturales protegidas de México en el siglo XX. México. Instituto de Geografía-Universidad Nacional Autónoma de México.

Murillo, F.J., y Orozco, J. (2006). El turismo alternativo en las áreas naturales protegidas. Guadalajara. Universidad de Guadalajara.

Neri B., M., Vargas, A.S., y Guerrero, J.D. (2015). Representatividad ecológica de las áreas naturales protegidas del Estado de Puebla, México. *Ecología Aplicada*, 14(2): 87-93.

Ortega, J. (2000). Los horizontes de la geografía. Barcelona. Ariel.

Riemann, H., Santes-Álvarez, R.V., y Pombo, A. (2011). El papel de las áreas naturales protegidas en el desarrollo local. El caso de la península de Baja California. *Gestión Política y Pública*, 20(1): 141-172.

UICN/CAMP (2000). Áreas protegidas. Beneficios más allá de las fronteras. Suiza. UICN.

Villalobos, I. (2000). Áreas naturales protegidas: instrumento estratégico para la conservación de la biodiversidad. *Gaceta Ecológica*, 54: 24-34.



SECCIÓN ACADÉMICA

Diversidad de la Vegetación riparia de un transecto del rio La Silla Mty-
Gpe, N.L.

El cine mexicano y el TLCAN

Factores de riesgo y consumo de drogas en adolescentes

Modelo de la distribución potencial de *Pinus pinceana* en el noreste de
México



Diversidad de la vegetación riparia del río La Silla Monterrey-Guadalupe, Nuevo León

Gloria Iveth López Castillo*, Glafiro J. Alanís Flores*, Susana Favela Lara*,
Manuel Torres Morales*

DOI:10.29105/cienciauanl21.89-1

RESUMEN

Se realizó un estudio florístico de la vegetación riparia de un transecto del río La Silla Monterrey-Guadalupe, Nuevo León, utilizando el método de cuadrantes. Se identificaron taxonómicamente 2272 individuos, correspondientes a 69 especies pertenecientes a 68 géneros, 35 familias y 23 órdenes. Las familias más abundantes fueron las *Asteraceae* y *Poaceae* esto debido a que en su mayoría son especies de vida oportunista. En cada sitio de muestreo se contabilizaron las especies presentes y se evaluó estadísticamente la diversidad de la vegetación riparia por medio de índices de importancia biológica. Con esto se demostró que la vegetación riparia del río la Silla va cambiando a lo largo de su caudal observando que entre mayores disturbios presenta el área, menor será la variedad de especies.

Palabras clave: *vegetación, riparia, diversidad.*

La vegetación riparia o bosque de galería es un ecosistema muy exuberante que se diferencia de su entorno (figura 1), se desarrolla en los márgenes de los cuerpos de agua (arroyos, ríos, lagos, canales, etcétera.) y forma una franja estrecha de vegetación que cumple en muchas ocasiones la función de corredor biológico, el cual permite la comunicación entre comunidades aisladas (Alanís-Flores, 1996; Sánchez, 2006).



Figura 1. Vegetación riparia.

ABSTRACT

A floristic study of the riparian vegetation of a transect of La Silla river Monterrey-Guadalupe, Nuevo León, was carried out using the quadrant method. Taxonomically, 2272 individuals were identified, corresponding to 69 species belonging to 68 genres, 35 families and 23 orders. The most abundant families were the Asteraceae and Poaceae because they are mostly opportunistic species of life. At each sampling site, the species present were counted and the diversity of riparian vegetation was statistically assessed using biologically significant rates. This showed that the riparian vegetation of the La Silla river changes along its flow, observing that the greater the disturbances in the area, the smaller the variety of species will be.

Keywords: *vegetation, riparian, diversity.*

Desde un punto de vista fisonómico es un conjunto de vegetación muy heterogéneo que comprende árboles de hoja perenne, decidua o parcialmente decidua, así como una gran variedad de herbáceas acuáticas y terrestres (Rzedowski, 1986). Una característica importante de este hábitat ripario es que se encuentra en ecotono entre un ecosistema acuático y terrestre.

Por otra parte, este tipo de vegetación provee importantes servicios ambientales que nos benefician directa o indirectamente, desde ser el hábitat de fauna silvestre, bancos genéticos tanto de flora como de fauna, además de estar involucrada en la calidad y cantidad del agua de los ríos, ha sido considerada como un importante filtro que impide el flujo al río de agroquímicos y productos inorgánicos utilizados en la agricultura, también evita la erosión del suelo e inundaciones ya que funciona como una barrera protectora natural (Banner y Mackenzie, 1998; Kocher y Harris, 2007). Asimismo,

* Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: g.iveth.lopez@gmail.com

proporciona beneficios económicos como forraje, leña y otros materiales. Por último, en un claro ejemplo en nuestra área metropolitana, estos ecosistemas brindan beneficios sociales en su uso recreativo.

Uno de los pocos cuerpos de agua vivos en el área metropolitana, que alberga un hábitat ripario, es el río La Silla (figura 2), el cual se origina en las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, forma parte de la Región Hidrológica Administrativa VI Río Bravo, en la Cuenca Río Bravo-San Juan; se localiza en el municipio de Monterrey, Nuevo León, comprende arroyos tributarios (Los Elizondo, El Diente, La Virgen, El Calabozo y el conocido como Arroyo Seco) y se expande a los municipios de Santa Catarina, San Pedro y Guadalupe (Cantú *et al.*, 2003).



Figura 2. Localización del río La Silla.

En la actualidad, debido a las actividades antropogénicas, el crecimiento demográfico y la sobrepoblación que invaden estas zonas, así como los fenómenos naturales, han provocado grandes disturbios ecológicos, originando que gran parte de la vegetación nativa sea remplazada por vegetación secundaria, e inclusive se llegue a la desaparición de estos ecosistemas ocasionando pérdidas importantes de flora y fauna, puesto que estas áreas son utilizadas por algunas especies migratorias como sitios de anidación o descanso, especialmente aves, las cuales sin estos hábitats ribereños se verían afectadas directamente. En la actualidad es difícil detener la urbanización de ciudades que están en constante crecimiento, como la zona metropolitana de Monterrey, por la cual yace gran parte del río La Silla. Con este trabajo se pretende contribuir al conocimiento de la diversidad florística que alberga este ecosistema. Así como dar difusión a los servicios que estas áreas brindan y las consecuencias que traerían si se eliminaran por completo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El método que se utilizó fue el de cuadrantes (Poore, 1955), cada uno de éstos con medidas diferentes, dependiendo del estrato que se muestreo: 10x10 m estrato arbustivo-arbóreo; 1x1 m estrato de herbáceas (figura 3). Los muestreos se tomaron en el borde del margen del río donde fue más factible realizar el muestreo, para lo cual cada par de cuadrantes tuvo una distancia de 250 m.

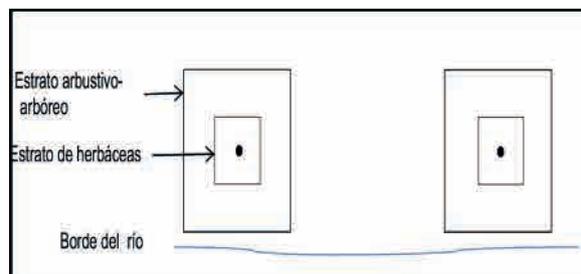


Figura 3. Esquema de los cuadrantes.

Se contabilizó (abundancia) e identificó cada ejemplar de los estratos: herbáceo y arbustivo-arbóreo, sin embargo, los ejemplares que no fue posible identificar en campo se depositaron en una prensa botánica para su posterior identificación en laboratorio, con ayuda de guías y bases de datos. Se tomó nota de algunas características de los ejemplares colectados, como coloración de hojas, flores, tamaño real de la planta, etcétera, esto debido a que al ser disecados podrían perder algunas características importantes para su identificación, asimismo, se anexó una fotografía.

En cada sitio de muestreo se contabilizaron las especies presentes y se evaluó estadísticamente la diversidad de la vegetación riparia por medio de índices de importancia biológica.

Los datos obtenidos de los muestreos, se procesaron, con éstos se obtuvo:

La abundancia, que se define como el número de individuos por especies que se encuentra en una localidad (Lamprecht, 1990).

La proporción del número total de individuos de la especie (abundancia proporcional):

$$p_i = n_i / N$$

Donde P_i es la proporción del número total de individuos de la especie „ i “; n_i es el número de individuos de la especie „ i “, y N el número total de todas las especies.

A través del índice de Shannon-Wiener se estimó la diversidad de la comunidad vegetal (Magurran, 1989).

$$H' = -\sum [pi(Lnpi)]$$

Donde H' es el índice de Shannon-Wiener; pi la abundancia relativa de la especie "i" y Ln el logaritmo natural

Asimismo, para el índice de Simpson (Magurran, 1988; Peet, 1974), se estimó por medio de la siguiente ecuación:

$$\lambda = \sum pi^2$$

Donde pi es la abundancia proporcional a la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron taxonómicamente 2,272 individuos de los cuales se obtuvieron las siguientes categorías taxonómicas (figura 4):

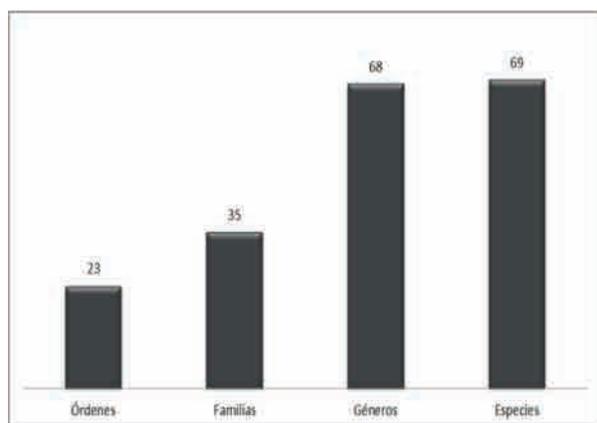


Figura 4. Número de categorías taxonómicas registradas para el área del río La Silla, Monterrey-Guadalupe, Nuevo León, México.

Para el estrato de herbáceas se obtuvo un total de 44 especies de las cuales las más abundantes fueron *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Acmella repens* (Walter) Rich., *Polygonum acuminatum* Kunth, *Argemone mexicana* L., *Panicum maximum* Jacq., *Bidens pilosa* L., *Lepidium virginicum* L., *Rorippa nasturtium-aquaticum* Schinz & Thell., *Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze, *Helenium elegans* DC. Por consiguiente, las familias que presentaron un mayor número de ejemplares fueron principalmente las asteráceas y poáceas (figura 5) las cuales, por su naturaleza oportunista, tienen una mayor capacidad de propagación y no son selectivas en las áreas que se establecen (en las tablas I y II se

puede apreciar el inventario completo de las especies por estratos).

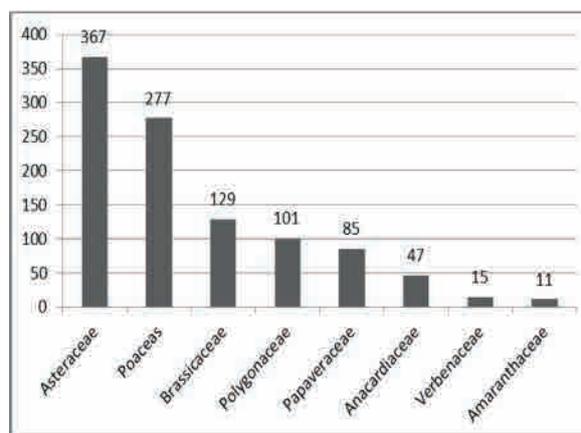


Figura 5. Familias del estrato herbáceo más abundantes en el área de estudio.

Para el estrato arbóreo se reportan 28 especies; diversos autores mencionan (Alanís-Flores, 1996; Rzedowski, 1986) que la especie *Taxodium mucronatum* es una de las que dominan los ambientes ribereños, sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos, la especie dominante en el estrato arbóreo fue *Salix nigra* (figura 6), después *Platanus occidentalis* y en tercer lugar *Taxodium mucronatum* (figura 7).



Figura 6. Manchones de *Salix nigra* en el río La Silla.



Figura 7. *Taxodium mucronatum*.

Otros autores afirman que no siempre una especie es dominante en la totalidad de la extensión de un río, ya que varias especies pueden ser dominantes en segmentos de este mismo; por ejemplo, para el Río Pílon (Sánchez, 2015), se reportó que existen manchones pu-

ros o en codominancia de los géneros *Taxodium*, *Salix*, *Populus*, *Platanus* y *Fraxinus*, sin embargo, lo más común a lo largo de los bosques de galería es que no exista una dominancia clara para ninguna.

Tabla I. Inventario de herbáceas del río La Silla, Monterrey-Guadalupe, Nuevo León.

Familia	Nombre científico	Nombre común
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Amaranthus palmeri</i> S. Wats.	Quintonil tropical
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Toxicodendron radicans</i> (L.) Kuntze	Hiedra venenosa
<i>Apocynaceae</i>	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	Teresita
<i>Araceae</i>	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L.) Schott	Oreja de elefante
<i>Asteraceae</i>	<i>Acmella repens</i> (Walter) Rich.	Botón de oro
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Estafiate o altamisa
	<i>Bidens pilosa</i> L.	Mozote
	<i>Cirsium texanum</i> (L.) Mill.	
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Erigero del Canadá
	<i>Helianthus annuus</i> L.	Girasol
	<i>Helenium elegans</i> DC.	
	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Falsa altamisa
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Lechuguilla común
	<i>Taraxacum officinale</i> G. H. Weber ex Wigg.	Diente de león
<i>Asclepiadaceae</i>	<i>Asclepias curassavica</i> L.	Quebra muelas
<i>Brassicaceae</i>	<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.	Roqueta de barda
	<i>Lepidium virginicum</i> L.	Lentejilla de campo
	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> Schinz & Thell.	Berro de agua
<i>Commelinaceae</i>	<i>Commelina erecta</i> L.	Hierba del pollo
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Ipomoea cordatotriloba</i> Dennst.	
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Luffa aegyptiaca</i> P. Miller	Estropajo
<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus alternifolius</i> L.	Paragüita
	<i>Cyperus eragrostis</i> Lam.	
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla
<i>Poaceae</i>	<i>Arundo donax</i> L.	Carrizo
<i>Typhaceae</i>	<i>Typha domingensis</i> Pers.	Tule

Tabla II. Inventario de arbustos y árboles del río La Silla, Monterrey-Guadalupe, Nuevo León.

Familia	Nombre científico	Nombre común
<i>Asteraceae</i>	<i>Pluchea carolinensis</i> (Jacq.) G. Don	
<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuita
	<i>Ehretia anacua</i> (Terán & Berland.) I.M.Johnst.	Anacua
<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache
	<i>Bauhinia variegata</i> L.	Pata de vaca
	<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray	Hierba del potro
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit,	Guaje
	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Retama
<i>Juglandaceae</i>	<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K. Koch	Nogal
	<i>Juglans mollis</i> Engelm	nuez encarcelada
<i>Meliaceae</i>	<i>Melia azedarach</i> L.	Canelo
<i>Moraceae</i>	<i>Morus rubra</i> L.	Mora
<i>Oleaceae</i>	<i>Fraxinus americana</i> L.	Fresno americano
<i>Platanaceae</i>	<i>Platanus occidentalis</i> L.	Sicómoro americano
<i>Rhamnaceae</i>	<i>Colubrina greggii</i> S.Watson	
<i>Salicaceae</i>	<i>Populus tremuloides</i> Michx.	Álamo temblón
	<i>Salix nigra</i> Marshall	Sauce
<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Buddleia cordata</i> Kunth	Tepozán
<i>Solanaceae</i>	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Tabaquillo
<i>Taxodiaceae</i>	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	Sabino
<i>Ulmaceae</i>	<i>Celtis laevigata</i> Willd	Palo blanco
<i>Ulmaceae</i>	<i>Celtis pallida</i> Torrey	Granjeno

ANÁLISIS DE DIVERSIDAD

De acuerdo a los índices el área de muestreo del río La Silla, éste presenta un mayor valor de diversidad de especies herbáceas y arbustivas en donde se encuentra menos impacto de las actividades antropogénica si principalmente por las casas habitaciones que yacen en el borde del río; puesto que los efectos adversos del estrés pueden reflejarse en una reducción de la diversidad o en un cambio en la forma de la distribución de abundancias de las especies (Magurran, 1989). Se puede ver que para el área muestreada en Monterrey se obtuvo un valor de Shannon-Wiener de 2.693, Simpson de 0.9038 y equitabilidad de 0.8368 para el estrato herbáceo. Para el estrato arbóreo el valor obtenido para Shannon-Wiener fue de 2.312, Simpson 0.8624 y equitabilidad 0.7854. Asimismo, para el área muestreada en Guadalupe se obtuvieron para el estrato herbáceo los siguientes valores: índice de Shannon-Wiener 2.463, Simpson 0.8956 y equitabilidad 0.8223. Para el estrato arbóreo Shannon-Wiener de 2.049, Simpson de 0.8776 y equitabilidad de 0.9279.

CONCLUSIONES

La vegetación riparia del río La Silla va cambiando a lo largo de su caudal observando que entre mayores disturbios presenta el área, menor será la variedad de especies.

Como resultado de este trabajo se elaboró un inventario florístico con el cual se pretende dar una mayor difusión al conocimiento de la flora que se encuentra en este tipo de ecosistema y que en un futuro se puedan diseñar políticas y realizar acciones para la protección, conservación y restauración del ecosistema ribereño que alberga el río La Silla.

REFERENCIAS

Alanís-Flores, G.J. (1996). *Vegetación y flora de Nuevo León. Una guía botánico-ecológica*. Patronato de Monterrey 400, Consejo Consultivo para la Preservación y Fomento de la Flora y Fauna Silvestre de Nuevo León y CEMEX. México.

Banner, A., y Mackenzie, M. (1998). *Riparian areas: providing landscape habitat diversity*. Extensión note-British Columbia Ministry of Forest.

Cantú A., C., Uvalle S., J., Gozález S., F., et al. (2003). *Estudio manejo y conservación del río La Silla en Monterrey, Nuevo León, México*. Facultad de Ciencias Forestales, UANL.

Kocher D., S., y Harris, R. (2007). *Riparian Vegetation. University of California Division of Agriculture and Natural Resources*. Universidad de California. Disponible en <http://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/8240.pdf>

Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Ed. Gtz. Alemania

Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. New Jersey.

Magurran A. (1989). *Diversidad ecológica y su medición*. Barcelona: Ed. Vedral.

Ontiveros-Rodríguez, N. (1999). *Comunidades de plantas riparias del Parque Natural "La Estanzuela", Monterrey, N.L., México*. Tesis inédita. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

Peet, R.K. (1974). The measurement of Species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*. (5)285-307.

Poore, M.E.D. (1955). The Use of Phytosociological Methods in Ecological Investigations: The Braun-Blanquet System. *Journal of Ecology*, 43(1): 226-244.

Rzedowski, J. (1986). *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México, D.F. 436 p.

Sánchez M., W.K. (2006). *Estudio de las comunidades de plantas riparias y sus asociaciones florísticas en la cuenca del Río Sabinas, Coahuila, México*. Tesis inédita. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Pp 135

Sánchez S., R. (2015). Vegetación de galería y sus relaciones hidrogeomorfológicas. *Tecnología y ciencias del agua*. [S.l.]: 70-78.

RECIBIDO: 04/03/2016

ACEPTADO: 13/09/2017



El cine mexicano y el TLCAN

Lucila Hinojosa Córdova*, José Antonio Padrón Machorro*

DOI: 10.29105/cienciauanl21.89-2

RESUMEN

En este trabajo se analizan los efectos que en la producción, circulación y consumo cinematográficos de películas mexicanas han tenido las políticas económicas neoliberales, desregulaciones y apertura del mercado de la industria cinematográfica nacional que se adoptaron desde la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) entre México, Estados Unidos y Canadá en 1992, el cual cumplió, en enero de 2017, 25 años de haberse firmado. Se realizó un análisis de la producción a nivel nacional durante el periodo 1990-2016; de la exhibición a nivel local de la oferta de películas mexicanas en los cines comerciales de Monterrey, México; y del consumo, con base en los indicadores de asistencia e ingreso en taquilla.

Palabras clave: *cine mexicano, TLCAN, producción, exhibición, consumo.*

El 1 de enero de 2017 se cumplieron 25 años de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN o NAFTA), entre México, Estados Unidos y Canadá. En este periodo se ha transformado la mayoría de los procesos productivos y de servicios del país para tratar de incorporarse a la dinámica mundial de la globalización de los mercados, pero con diferentes y asimétricos efectos. Algunos de estos sectores están revisando sus resultados con el propósito de participar en la renegociación que las autoridades de los tres países están organizando, por lo cual es un buen momento para examinar también su impacto en la industria cinematográfica mexicana y, en su caso, evaluar o no su renegociación.

La adopción de políticas económicas neoliberales, como la apertura de los mercados, las privatizaciones de los sectores productivos y de servicios, y las desregulaciones o cambios regulatorios fueron las condiciones estructurales que facilitaron la entrada de México a la dinámica de la globalización, que si bien inició desde finales de la década de 1980 fue en la de 1990 que se reafirmó en el contexto del TLCAN.

ABSTRACT

This paper analyzes the effects on film production, circulation and consumption of Mexican films of the neoliberal economic policies, deregulation and market opening of the national film industry that have been adopted since the signing of the North American Free Trade Agreement (NAFTA) between Mexico, the United States and Canada in 1992, which celebrated its 25th anniversary in January 2017. An analysis was made of production at the national level during the period 1990-2016; of the local screening of Mexican films in commercial cinemas in Monterrey, Mexico; and of consumption, based on attendance and box-office entry indicators.

Keywords: *mexican cinema, NAFTA, production, screening, consumption.*

El sector de la industria cinematográfica fue uno de los sectores más afectados por estos cambios. La implicación más seria del TLCAN es que llegó a convertirse en nuestra respuesta básica a la globalización, proporcionando una gran oportunidad para acceder al mercado estadounidense de manera preferencial y de hacernos atractivos a la inversión extranjera, pero al mismo tiempo con el gran desafío de habernos insertado muy rápidamente en un entorno de libre mercado asimétrico, donde tuvimos que competir, de la noche a la mañana, con países y empresas poderosos, sin apoyos de transición como los que operan en otros contextos como el europeo.

Entre los beneficios estarían el aumento en las exportaciones y la inversión extranjera, sin descuidar el mercado interno, al impulsar el mercado nacional y las inversiones mediante acciones de fomento. Desafortunadamente, el TLCAN arrancó sin que México estableciera las condiciones internas para una participación competitiva, al menos en el sector cinematográfico.

*Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto:lucila.hinojosacr@uanl.edu.mx

¿Cuáles han sido las consecuencias que las políticas económicas neoliberales como la apertura de los mercados, desregulaciones y privatizaciones inherentes al TLCAN han tenido en el circuito productivo de la industria del cine mexicano?

La firma de este tratado trajo consigo cambios incluso antes de que entrara en vigor en 1994: caída en la producción, concentración en la distribución y exhibición, disminución en la asistencia y la taquilla (consumo).

Quizá el factor más decisivo de estos cambios fue que a las dos semanas de haberse firmado el TLCAN, en 1992, se promulgó una nueva Ley Federal de Cinematografía que, junto con su reglamento, “legalizaron” lo que luego se vio como una “transformación”, y no crisis, del circuito productivo de esta industria.

Los antecedentes de la legislación cinematográfica mexicana se remontan a 1913, cuando se publica el primer ordenamiento en la materia, en 1919 surge el reglamento de la censura cinematográfica, y en 1947 se expide el Reglamento de la Comisión Nacional de Cinematografía. Dos años después, en 1949, se aprueba la Ley de la Industria Cinematográfica, la cual es reformada en 1952. En esta Ley se obligaba a los exhibidores a dar espacio de 50% de las pantallas a la producción nacional.

Cuando se modificó la Ley de Cine en 1992, se “entregó” la distribución y exhibición a las fuerzas del mercado, léase el oligopolio transnacional que las controla, sin protección alguna para nuestro patrimonio cinematográfico. En su Artículo 19, relativo a la exhibición, se estipuló que la exhibición de películas mexicanas en nuestras pantallas debía ir disminuyendo un porcentaje a partir de 1993, para quedar en 10% en 1997. Paradójicamente, en el TLCAN quedó asentado en el Anexo I, de la lista de México, que “el treinta por ciento del tiempo anual en pantalla en cada sala, puede ser reservado a las películas producidas por personas mexicanas dentro o fuera del territorio de México”. En pocas palabras, el TLCAN resultó más “benévolo” que nuestra propia legislación.

Esta Ley decretada en 1992 ha tenido varias adiciones en 1999, 2002, 2006, 2010 y 2015, pero ninguna ha tenido repercusiones significativas en apoyo a la industria del cine, al contrario, sigue restringiendo la exhibición de películas mexicanas a 10%, contraviniendo el fomento, conservación y difusión de nuestro patrimonio nacional. Fue a partir de entonces que se vino la caída de la producción en rápido descenso, provocando una crisis de la que se ha venido recuperando en la última década.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Este documento forma parte de una línea de investigación que se ha desarrollado desde 1998 a la fecha (Hinojosa 2002, 2003, 2007, 2012, 2016), con el propósito de analizar los efectos que en la producción, circulación y consumo cinematográficos de películas mexicanas han tenido las políticas económicas neoliberales, desregulaciones y apertura del mercado de la industria cinematográfica nacional que se adoptaron desde la firma del TLCAN.

MÉTODO

El estudio que se ha realizado es no experimental, de tipo mixto, longitudinal y descriptivo, desde una perspectiva global/local. Como técnicas de estudio se han utilizado la investigación documental, el análisis de contenido, la encuesta y la entrevista. Se revisan, entre otros documentos, la normativa vigente y sus actualizaciones, investigaciones recientes y documentos oficiales como los informes del Instituto Mexicano de Cinematografía (Imcine) en cuanto a la producción, exhibición y consumo de películas, para contar con un marco de referencia nacional con el cual contrastar la evidencia empírica local obtenida del análisis de la oferta que se exhibe en los cines comerciales de Monterrey, aplicando el análisis de contenido a las carteleras cinematográficas publicadas en el periódico *El Norte*, el de mayor circulación en la ciudad, con un tamaño de muestra de dos semanas compuestas por año durante el periodo 1992-2015, utilizando el intervalo como proceso de selección para obtener muestras representativas de cada año, tamaño de muestra válido para un análisis de contenido de mensajes difundidos en los medios de comunicación como la prensa (Riffe, Aust y Lacy citados por Lozano, 1994). Dos semanas compuestas por año son 14 días de cada año, donde el proceso de selección por intervalo (365/14) permite obtener una muestra representativa de enero a diciembre de cada año.

Para la encuesta se utiliza un muestreo no probabilístico, aplicando un cuestionario a la salida de los cines a personas de ambos sexos, mayores de 18 años (sujetos voluntarios), que hayan asistido a una de las salas a ver una película mexicana. El tamaño de la muestra es aproximadamente de 400 a 600 personas por año. Las preguntas del cuestionario versan acerca de su percepción, modos de ver y frecuencia de asistencia a ver películas mexicanas en las salas de cine.

Las entrevistas se han realizado a especialistas en el tema y cineastas. La hipótesis de trabajo de inicio era que tanto la apertura del mercado y la desregulación, así como las privatizaciones en el sector no tenían un impacto muy favorable en la producción y circulación de películas mexicanas en el circuito de salas comerciales del país en general, y de Monterrey en particular; sin embargo, las pocas películas mexicanas producidas en este periodo tenían un consumo y recepción favorables por parte de los espectadores que asisten a ver películas mexicanas en los cines comerciales de su área metropolitana.

Por cuestión de espacio, en este artículo se presentan resultados parciales de la investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las dos décadas posteriores a la firma del TLCAN (1992), el cine mexicano pasó por una serie de crisis y transformaciones debidas en parte a las desigualdades que se observaron en los flujos de intercambio comercial internacionales como el de los productos audiovisuales, en específico el de películas cinematográficas. Un control oligopólico de las empresas transnacionales distribuidoras de películas, una legislación inequitativa para el sector, aun y cuando en los últimos años se han implementado algunos estímulos fiscales en apoyo a la producción, y una ausencia de políticas culturales de promoción y fomento para el desarrollo de esta industria, propiciaron que la década de 1990 fuera la de mayor abatimiento de la producción filmica.

Desde 1990 se empezó a observar un declive en la producción con respecto a la de años anteriores; ese año se produjeron 75 películas, de las cuales se estrenaron 74 en las salas de cine del país; en ese entonces México contaba con 1,896 salas de cine comercial, es decir, 31% de la cantidad con las que ahora contamos (6,225), pero a las que todavía asistieron 197 millones de espectadores, cuando la población era de 80.08 millones de habitantes de acuerdo a las estadísticas del Inegi (lo que promediaba 2.4 de asistencia/habitante) y el precio del boleto en taquilla era parte de la canasta básica. Actualmente, si bien la producción ha ido en crecimiento, y con todo y que ahora somos más y la industria en conjunto ha mejorado, todavía no alcanzamos esos niveles de proporción entre la producción y exhibición y la asistencia a las salas de cine que se tenían antes del TLCAN.

Tabla I. Películas mexicanas producidas, número de salas y número de espectadores de 1993 a 2003 en México.

Año	No. de películas mexicanas producidas	No. de salas	Millones de espectadores
1990	75	1896	197
1993	49	1415	103
1994	28	1434	82
1995	17	1495	62
1996	16	1639	80
1997	9	1642	95
1998	11	1760	104
1999	19	1979	120
2000	28	2117	130
2001	21	2579	139
2002	14	2823	152
2003	29	2860	137

Fuente: elaboración propia con información del Imcine.

Al año siguiente de haberse firmado el TLCAN, en 1993, y a un año de entrar en vigor la nueva Ley Federal de Cinematografía, sólo se produjeron 49 películas. Las salas de cine también disminuyeron de 1,896 a 1,415, es decir, la producción se redujo 35% en un año y las salas de cine 26%. La asistencia fue de 103 millones de espectadores, 94 millones menos que el año anterior, cayó 48%. La crisis había comenzado.

A partir de 1994 el número de salas de cine fue decreciendo y el número de espectadores fue disminuyendo hasta 62 millones en 1995, el peor año de la taquilla para el cine mexicano. Es a partir de 1996 que se empieza a observar un crecimiento débil, pero sostenido, en el número de salas y en la vuelta de los espectadores, pero no así en la producción, la que tuvo un comportamiento muy fluctuante hasta 2006, cuando se empieza a observar un crecimiento sostenido.

En 1997, ante la crisis de la industria, el gobierno federal implementó dos estímulos para la producción: el Fondo para la Producción Cinematográfica de Calidad (Foprocine) y el Fondo de Inversión y Estímulos al Cine (Fidecine), que aún y cuando la comunidad cinematográfica se dividió con algunos a favor y otros en contra, desde entonces han funcionado apoyando la producción.

Otra medida importante para la recaudación fue la aprobación del artículo 189 de la Ley del Impuesto Sobre la Renta (ISR), con la que se creó un estímulo fiscal, el Eficine, que permite acreditar 10% del pago anual del ISR a los contribuyentes que inviertan en la producción cinematográfica, lo que ha permitido obtener recursos extraordinarios hasta por 500 millones de pesos anuales. Esta medida ha permitido impulsar la producción de películas mexicanas en el corto y mediano plazo, de tal forma que, en los últimos seis años, la producción de largometrajes nacionales se ha venido incrementado de manera sostenida gracias, en su mayor parte, a estos apoyos federales y a que los cineastas e inversionistas le están apostando al cine mexicano mediante nuevos modelos de negocio que les resultan rentables al atraer al gran público fiel a su cine.

En 2016, de acuerdo al *Anuario Estadístico de Cine Mexicano 2016*, la producción cinematográfica alcanzó 162 películas, la más alta en la historia del cine nacional, superando, incluso, la Época de oro, de las cuales se estrenaron 90; la infraestructura de exhibición cuenta con 6,225 pantallas de cine distribuidas en 698 complejos cinematográficos en todo el país; la asistencia fue de 321 millones cuando ahora somos 123 millones de habitantes, es decir, el índice promedio de asistencia fue de casi dos por habitante, de estos asistentes, 30.5 millones vieron películas mexicanas; estamos alcanzando los mismos indicadores que teníamos antes del TLCAN, menos en la exhibición; nuestros cineastas están teniendo grandes éxitos tanto en el país como en el extranjero, produciendo películas nacionales e internacionales que están atrayendo a grandes públicos y son reconocidos en festivales y premiaciones, y el país se ha mantenido en la categoría de productor mediano de acuerdo a los estándares de la UNESCO.

El volumen alcanzado, se menciona en el *Anuario*, posiciona a México entre los 20 países con mayor número de películas producidas anualmente en el mundo y como el principal productor en Latinoamérica.

El cine mexicano se recupera, pero no todo ha sido favorable en esta transformación. La exhibición de películas nacionales, por desgracia, sigue siendo la tarea pendiente, ya que no ha tenido los mismos incentivos que la producción. Si bien en los últimos años se ha incrementado el número de estrenos en pantalla, las cifras no llegan a la cantidad de estrenos que se tenían antes de los cambios en la legislación, los cuales se dieron en paralelo a la entrada del TLCAN, estrenos que eran más proporcionales a la producción, favoreciendo ahora más a las películas extranjeras, básicamente estadounidenses.

Mencionamos que la asistencia promedio anual por habitante fue de dos en 2016, mayor que en otros países de Latinoamérica y Europa. Aun y cuando en 2015 se pusieron en marcha tres plataformas digitales bajo demanda con participación pública, Cinema México Digital, FilminLatino y Pantalla CACI, las salas de cine continúan siendo uno de los principales contactos que tiene el público mexicano con un filme, pese a la competencia que representan las tecnologías de la información y comunicación de bajo costo y variada oferta audiovisual, y al costo del boleto en taquilla que se incrementa cada año en desproporción al incremento en el salario mínimo.

Tabla II. El cine mexicano en números (2013-2016).

	2013	2014	2015	2016
Pantallas cinematográficas	5,547	5,678	5,977	6,225
Películas extranjeras estrenadas	364	330	334	317
Asistencia total*	248	240	286	321
Películas mexicanas estrenadas	101	68	80	90
Asistencia a ver películas mexicanas*	30.1	24	17.5	30.5
Ingresos en taquilla**	11,860	11,237	13,334	14,808

Fuente: elaboración propia con datos de los anuarios del Imcine. (*) Millones de personas. (**) Millones de pesos.

Si bien la transformación tecnológica promueve la expansión del consumo y las películas se pueden ahora ver por diversas plataformas digitales, en un país en el que 59.5% de la población no tiene acceso a las TIC (usuarios de 6 años o más) como es el caso de México (Endutih, 2016), procurar las salidas de difusión a través del circuito de salas para llegar al gran público se vuelve un asunto no sólo de política cultural, sino de política pública. El acceso a los bienes culturales es un derecho de los ciudadanos, de acuerdo a la UNESCO.

En la última década ha sido significativo el crecimiento del número de salas de cine, pero no la oferta y diversificación de las películas que se exhiben.

En un análisis de la oferta cinematográfica en las salas de cine de Monterrey, como ejemplo de la oferta a nivel nacional, mediante el análisis de contenido de las carteleras publicadas en el periódico *El Norte*, cuando apenas se firmó el TLCAN, todavía no se había expan-

dido el concepto de “complejos multiplex” de los cines y apenas se había liberado el precio del boleto en taquilla, los precios eran todavía homogéneos y al alcance de las clases populares. En 1992, en las 77 salas de cine que en promedio daban función por día en Monterrey, se exhibían todavía 32 películas diferentes; a 2015, con 448 salas de cine que dan función en promedio por día, se exhibieron sólo 24.

Durante el periodo de estudio se han realizado algunas encuestas en los cines de Monterrey, México. Después de la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara son las principales plazas de ingreso de taquilla. En el instrumento se les preguntaba por la frecuencia de asistencia a ver películas nacionales y su percepción sobre éstas, encontrando que, a pesar de la escasez de oferta en los cines en este periodo (2001-2012), el público asistía a ver las pocas que se exhibían.

Las muestras eran en promedio de alrededor de 400-600 espectadores. A la pregunta de si habían asistido a ver películas mexicanas en los últimos tres meses, 56% respondió que sí en 2001; en 2002, 73.5%; en 2006, 51%; en 2008, 65%, y en 2010, 53% (Hinojosa, 2012).

Con todo y que el precio del boleto en taquilla se ha venido incrementando desde su liberación, el precio promedio del boleto es el más bajo del continente y de los más bajos del mundo. El problema es que, al igual que esos precios, el salario mínimo también es de los más raquíticos; México ofrece a los trabajadores los salarios más bajos de la región, catalogados incluso dentro del umbral de la pobreza extrema: a 2016, el salario mínimo era de 80 pesos, cuando la entrada al cine oscilaba entre 45 y 150 pesos, dependiendo de la zona urbana donde se ubicara el complejo cinematográfico. Precisamente estos salarios bajos representan uno de los principales atractivos para las empresas estadounidenses que invierten y emplean trabajadores mexicanos en nuestro país, aprovechando el acuerdo del TLCAN, pero no son suficientes para que las clases populares puedan pagar su boleto de cine.

Si con este salario no se puede cubrir la canasta básica, ir al cine deja de ser una prioridad en una población donde actualmente 64 millones viven en pobreza de acuerdo a sus ingresos.

Por otra parte, el cine no sólo es cultura, también es negocio y contribuye a la economía del país.

La Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares de 2015 señaló que los mexicanos gastan 14% de sus ingresos en actividades de esparcimiento, de las cuales la principal es el cine.

Contrario a lo que piensan algunos economistas y administradores de empresas, “las industrias culturales agregan valor económico y social a naciones e individuos”, como lo asegura el economista mexicano Ernesto Piedras (2004), quien también declaró en una entrevista:

Las industrias culturales tienen esta doble naturaleza cultural-económica, y participan en la economía en términos de la creación y de la contribución del empleo al PIB. En el aspecto cuantitativo es una industria muy importante: después de la maquiladora y petrolera, la cultural es la tercera más importante del país si tomamos en cuenta que la turística suma en su participación un porcentaje significativo de lo que aportan los activos culturales (Piedras citado por Alejo, 2012).

En 2014, el PIB de la cultura representó 2.8% del total nacional; el PIB de la industria cinematográfica creció 5.6% con respecto al año anterior; el incremento promedio durante el periodo 2008 y 2014 fue de 6.5% superior al promedio del sector de la cultura e incluso del total del PIB nacional que fue de 2.2%; es decir, el comportamiento del cine ha sido casi tres veces más dinámico que el conjunto de la economía mexicana (Anuario, 2016). El país ocupa también el cuarto lugar a nivel mundial de asistencia a las salas de cine.

CONCLUSIONES

A la vuelta de 25 años de la firma del TLCAN, la situación del cine mexicano se ve de distinta manera. Estamos hablando de una época de gran crisis que parece se está superando, de una generación de cineastas de los cuales algunos se quedaron en el camino y otros sobrevivieron, de un cambio generacional en los públicos.

Conforme fue pasando el tiempo y se recopilaba evidencia en la investigación, fuimos descubriendo que si bien el modelo económico neoliberal y las privatizaciones que se tuvieron que realizar para incorporarse al TLCAN habían provocado efectos negativos al cine mexicano, el principal factor que restringía su crecimiento y desarrollo era la propia legislación que lo regulaba, la cual se modificó para dejar a la industria a “las libres fuerzas del mercado”, ¿quién iba a querer invertir en una producción que por ley luego sólo se iba a exhibir en diez de cada 100 pantallas? En realidad, quienes estaban involucrados en la industria cinematográfica no se habían preparado para su entrada al TLCAN, no los tomaron en cuenta en las negociaciones y cambios regulatorios, y para cuando se dieron cuenta de sus implicaciones, era demasiado tarde.

Luego de una década de crisis e incertidumbre, a partir de 2006 se empieza a observar que la industria cinematográfica se recupera, y mucho se debe a los estímulos federales que, sin ser cuantiosos, son significativos para muchos cineastas que sin ellos no podrían sacar adelante sus proyectos, además de que están incursionando con nuevos modelos de negocio aprovechando las nuevas tecnologías y realizando asociaciones con inversionistas y productores de otros países, pero también hay que reconocer que existe un público que ha ido en aumento y está apoyando a su cine asistiendo a las salas de exhibición.

Si bien existen determinaciones económicas y políticas de índole internacional, como la preponderancia y control de las distribuidoras transnacionales en la circulación y exhibición de películas, así como de carácter nacional, en lo que se refiere a las restricciones que impone una legislación inequitativa para nuestro cine, hay que voltear a ver a los cineastas que le están apostando a nuestro cine más con voluntad que con apoyo financiero, en aras de impulsar a esta industria y reafirmarla en el mercado global.

Los números hablan, la industria cinematográfica mexicana se recupera, hay que apoyarla e impulsarla. Se vive un momento muy oportuno, no hay que desaprovecharlo. El principal desafío para el cine nacional entonces no es que se renegocie o no el TLCAN, sino que nuestros representantes en el Congreso de la Unión tengan la voluntad política de hacer algo por él para que pueda competir, en igualdad de condiciones, en el mercado cinematográfico mundial. Se debe trabajar primero en una revisión profunda de la legislación para proteger, fomentar y promover nuestro cine nacional. Hacer valer, al menos, ese 30% en pantalla que se estipula en el TLCAN; no puede ser que un tratado comercial internacional sea más benévolo que nuestra propia legislación.

REFERENCIAS

Alejo, J. (2012). Al alza, el valor de la cultura. *Milenio, Cultura*, 23 agosto. Disponible en: <http://www.milenio.com/cdb/doc/noticias2011/3604371c5c91951eb11f9c4d159d0e0a>.

Conaculta. (2016). *Anuario Estadístico del Cine Mexicano*, CDMX.

Diario Oficial de la Federación. (2015). Ley Federal de Cinematografía, última reforma publicada DOF 17-12-2015. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/103_171215.pdf

Hinojosa, L. (2002). *De lo global a lo local: oferta, consumo y preferencias cinematográficas en Monterrey, N.L.* Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León.

5. Hinojosa, L. (2003). *El cine mexicano. De lo global a lo local*. CDMX: Editorial Trillas.

Hinojosa, L. (2007). Una historia local en el horizonte mundial: el cine mexicano en Monterrey. *Global Media Journal Mexico*. 4(8): 39-60. Disponible en: https://journals.tdl.org/gmjei/index.php/GMJ_EI/article/view/27/27

Hinojosa, L. (2012). Economía política del cine mexicano: oferta y consumo de películas nacionales en Monterrey, México (2001-2010). *Revista Eptic*. 14(3): 1-21. Disponible en: <https://seer.ufs.br/index.php/epitic/article/view/537/450>

Hinojosa, L. (2013). Cine transnacional y espectadores globales. En L. Hinojosa, E. de la Vega y T. Ruiz (coords.). *El cine en las regiones de México*, Monterrey: Editorial UANL: 277-302.

Hinojosa, L. (2016). El cine mexicano en tiempos de acuerdos y tratados internacionales: crisis, transformaciones y continuidades. *Chasqui, Revista Latinoamericana de Comunicación*. 132: 47-63. Disponible en: http://revistachasqui.org/index.php/chasqui/issue/view/132_2016/showToc

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2015*. Comunicado de Prensa 274/15, Aguascalientes, Ags., 16 de julio. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/especiales/especiales2015_07_3.pdf

Lozano, J.C. (1994). Hacia la reconsideración del análisis de contenido en la investigación de los mensajes comunicacionales. En C. Cervantes y E. Sánchez (coords.). *Investigar la comunicación. propuestas iberoamericanas*. Guadalajara, Jal., UdeG:135-157.

Organización de los Estados Americanos (2016). *Tratado de Libre Comercio de América del Norte*. Sistema de Información sobre Comercio Exterior (SICE). Disponible en: http://www.sice.oas.org/trade/nafta_s/ANEXO1b.asp

Piedras, E. (2004). *¿Cuánto vale la cultura? Contribución económica de las industrias culturales protegidas por el derecho de autor en México*, CDMX: Conaculta.12.

Recibido: 19/08/2017

Aceptado: 13/11/2017



Factores de riesgo y consumo de drogas en adolescentes de secundaria

María Magdalena Alonso Castillo*, Karla Selene López García*, Nora Angélica Armendáriz García*, Bertha Alicia Alonso Castillo*, Francisco Rafael Guzmán Facundo*, Lucio Rodríguez Aguilar *

DOI:10.29105/cienciauanl21.89-3

RESUMEN

El objetivo fue determinar la relación y efecto de los factores de riesgo sobre el consumo de drogas. El estudio fue cuantitativo, descriptivo, correlacional. La población fueron adolescentes de secundaria. El muestreo fue aleatorio, la muestra estuvo constituida por 1199 estudiantes. Se utilizó una cédula de datos personales y el POSIT. Se mostró el efecto de los factores de riesgo sobre el consumo de drogas lícitas dentro de los cuales se identificó la edad, el abuso de sustancias, las relaciones familiares y las relaciones con amigos. Respecto al efecto de los factores de riesgo sobre drogas ilícitas, se muestra que son el abuso de sustancias, el interés laboral y la conducta agresiva.

Palabras clave: *adolescentes, alcoholismo, drogas, tabaco.*

El consumo de drogas es un problema de salud pública de gran impacto, debido a los múltiples daños que genera en la salud física y mental de los individuos, y se asocia a fenómenos sociales de prevalencia creciente, como la inseguridad, la violencia y la desintegración familiar. El fenómeno de las drogas es altamente complejo y multicausal, que no reconoce límites territoriales, sociales ni culturales (Herrera *et al.*, 2004). Se ha indicado que los niños y adolescentes tienen 4.4 veces mayor probabilidad de consumir drogas si alguno de sus padres las ha consumido; asimismo, tienen 4.6 veces más probabilidad de consumo si es el hermano; cuando se trata del mejor amigo, se incrementa 10.4 veces más la probabilidad de consumo en esta población. Los niños y jóvenes que viven con familias en las que se demuestra el cariño, afecto y perciben satisfacción de la crianza de los padres son menos vulnerables a consumir drogas que aquellos donde sus padres o el propio adolescente a edad temprana abandonan el hogar (Villegas-Pantoja *et al.*, 2011).

ABSTRACT

The objective was to determine the relationship and effect of risk factors on drug use. The study was quantitative, descriptive, correlational. The population was high school adolescents. The sampling was random, with 1199 students in the sample. A personal data card and the POSIT were used. The effect of risk factors on licit drug use was shown in which age, substance abuse, family relationships and relationships with friends were identified. Regarding the effect of risk factors on illicit drugs, it is shown that they are substance abuse, work interest and aggressive behavior.

Keywords: *Adolescents, Alcoholism, Drugs, Tobacco.*

El adolescente es proclive a llevar a cabo conductas como la toma de riesgos, la búsqueda y exploración de nuevas sensaciones, así como experimentar mayor actividad social y la imitación de roles de adultos. Estas condiciones podrían asociarse con la adquisición de hábitos de vida saludable y no saludable, los que probablemente continuarán desarrollándose durante la edad adulta. Por ello es importante que en esta etapa, cuando se estructura la identidad personal y se adquieren hábitos de vida, se evite o se limite el contacto de los adolescentes con las sustancias tóxicas como las drogas (Barroso, Mendes y Barbosa, 2009; García y Díaz, 2007; García-Moreno *et al.*, 2008; Villatoro-Velázquez *et al.*, 2011).

La evidencia epidemiológica nacional e internacional reconoce que el uso ocasional o continuo de estas sustancias aumenta entre los jóvenes, con mayores pre-

Universidad Autónoma de Nuevo León.

*Contacto: magdalena_alonso@hotmail.com

valencias de consumo en el sexo masculino, donde el número de usuarios de alcohol es mayor respecto a la droga de inicio en los estudiantes de 12 a 19 años de edad (OMS, 2011).

En los últimos diez años, diversos estudios han reportado factores de riesgo que pueden predecir el consumo de drogas tanto lícitas como ilícitas. En uno de los primeros estudios realizados en grupos de adolescentes de áreas urbanas de la Ciudad de México, la predicción del consumo de drogas se explicó por algunos factores de riesgo como el iniciar a fumar y consumir alcohol en etapas tempranas y tener amigos y padres usuarios de drogas (Flay *et al.*, 1994; Nazar *et al.*, 1994). Estos datos han sido reportados recientemente por otros autores (Guzmán y Alonso, 2005; Sánchez-Sosa *et al.*, 2014).

Algunos estudios se han dirigido hacia factores de naturaleza ambiental y biopsicosocial, cuya presencia actúa como escudo protector para el desarrollo de conductas de riesgo, o como factor detonante del consumo de drogas. McMillan y Conner (2003) observaron que, durante la adolescencia, ocurren de forma simultánea las conductas de consumo de tabaco y alcohol por una probable vulnerabilidad existente en esta etapa. Kumate (2002) señala que la investigación no ha identificado todas las causas o factores determinantes de la adicción al tabaco y alcohol, pero se sabe que la etiología es compleja y multifactorial. Además, indica que no se ha precisado qué factores o qué combinación de éstos son los más peligrosos, o cuáles son los más susceptibles de modificación y qué elementos presentan específicamente un riesgo para el consumo de drogas.

Becoña (2006) señala que la predisposición al consumo de drogas se relaciona directamente con el número de factores de riesgo a los cuales está expuesto el adolescente, dichos factores pueden incluir algunos problemas de salud mental, las relaciones familiares y con los amigos, las cuales propician o presionan el consumo, el nivel educativo, el interés laboral y la conducta agresiva y violenta. Sin embargo, el número o combinación de estos factores es tan amplio que dificulta el establecimiento de una predicción o de indicar el peso de cada factor de riesgo en la conducta de consumo. Los factores de riesgo son aquellas características individuales, condiciones situacionales o de contexto ambiental donde viven los niños y adolescentes, que podrían incrementar la probabilidad del uso y abuso de drogas.

Por tal motivo, las personas tienen una determinada probabilidad de experimentar problemas o conductas de riesgo según la exposición o predisposición que ten-

gan para involucrarse en una conducta adictiva, el nivel de riesgo de un individuo es el resultado de la interacción dinámica entre diversos factores que predisponen al abuso de drogas (Nazar *et al.*, 1994; Clayton, 1992; Hawkins, Catalano y Miller, 1992; Mariño *et al.*, 1998).

Por lo anterior, el propósito del estudio fue determinar la relación y efecto de los factores de riesgo (abuso de sustancias, salud mental, relaciones familiares, relaciones con los amigos, nivel educativo, interés laboral y conducta agresiva) sobre el consumo de drogas lícitas e ilícitas. El presente estudio aporta evidencia que sustenta el diseño de intervenciones de enfermería para la prevención del consumo de drogas en este grupo específico.

MATERIAL Y MÉTODOS

El diseño del estudio fue descriptivo correlacional. La población de estudio se conformó por estudiantes de secundaria de 11 a 16 años de edad de cinco escuelas públicas de Monterrey, Nuevo León, México, seleccionadas aleatoriamente. El muestreo fue probabilístico con un nivel de significancia de 0.05 para una prueba bilateral con una correlación alternativa de 0.20 y un poder de 90%. La muestra se calculó a través del paquete estadístico n`QueryAdvisor Versión 4.0® y se constituyó por 1,199 adolescentes estudiantes de secundaria.

Se utilizó una cédula de datos personales y de prevalencia de consumo de drogas (CDPYPC), la cual se conforma por dos partes, la primera de ellas corresponde a ocho preguntas de tipo sociodemográfico y la segunda parte se conforma de seis preguntas que comprenden los tipos de prevalencia de consumo de drogas. El segundo instrumento que se utilizó es el denominado POSIT (Problem Oriented Screening Instrument for Teenagers), un cuestionario validado para población adolescente mexicana, con un total de 81 reactivos que miden siete áreas que detectan los problemas por el uso de sustancias, éstas son: abuso de sustancias, salud mental, relaciones familiares, relaciones con los amigos, nivel educativo, interés laboral y conducta agresiva. En el presente estudio se aplicó el instrumento validado por Mariño *et al.* (1998), la consistencia interna del instrumento fue de .88, considerada aceptable. Este estudio se asentó conforme el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud.

Los datos fueron analizados por medio del paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences

(SPSS) versión 17 para Windows. Se utilizó estadística descriptiva, así como la estimación puntual y por intervalo de confianza de 95%. La prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors determinó que los datos no mostraron distribución normal, por lo que se utilizó estadística no paramétrica.

RESULTADOS

Respecto a las variables sociodemográficas, se puede observar que 52.8% de la muestra corresponde al sexo femenino, se encontró que 53.7% rara vez falta a la escuela; con respecto a la ocupación, 86.7% se encontraba solamente estudiando; del porcentaje restante, 25.6% trabaja en comercios como paqueteros o ayudantes, la mayor parte de los estudiantes no está en busca de un empleo (79.3%).

Se identificó la prevalencia de consumo de drogas alguna vez en la vida en los participantes del estudio; de las drogas lícitas se destaca que 65.7% (IC95%= 63.0 – 68.0) consumió alcohol y 30.4% (IC95%= 28.0 – 33.0) consumieron tabaco; referente al consumo de drogas ilícitas alguna vez en la vida, se reporta que 4.1% (IC95%= 3.0 – 5.0) experimentó el consumo con la marihuana, 3.8% consumió inhalables (IC95%= 3.0 – 5.0), 1% (IC95%= 0 – 2) consumió cocaína; asimismo se reporta un consumo de heroína en 0.3% (IC95%= 0 – 1), y de 0.6% del consumo de alguna otra droga ilícita.

En cuanto al consumo de drogas en el último año (prevalencia lápsica), se observa que 20.6% (IC95%= 18.0 – 23.0) continúa consumiendo tabaco en el último año y 45.8% (IC95%= 43.0 – 49.0) consumió alcohol, respecto a las drogas ilícitas se visualiza que 2.8% (IC95%= 2.0 – 4.0) de los participantes presenta consumo de marihuana, así como 2.7% (IC95%= 2.0 – 4.0) consume inhalables y 0.5% cocaína (IC95%= 0 – 1.0), de igual forma, se reportó consumo de heroína y de alguna otra droga (0.3%) en el último año.

Con relación al consumo de drogas en el último mes (prevalencia actual), se observa que 22.7% (IC95%= 20.0 – 25.0) consume alcohol en el último año y 12.7% (IC95%= 11.0 – 15.0) consumió tabaco, referente a las drogas ilícitas se visualiza que 1.7% (IC95%= 1.0 – 2.0) de los participantes presenta consumo de marihuana, así como 1.3% (IC95%= 1.0 – 2.0) consume inhalables y 0.3% (IC95%= 0 – 1.0) reportó consumir cocaína u alguna otra droga, también se reportó un consumo de heroína de 0.2% .

En el patrón de consumo de drogas de los adolescentes escolares, se aprecia que, en promedio, los adolescentes inician el consumo de drogas entre los 12 y 13 años de edad. Respecto a la frecuencia con la que consumen drogas lícitas e ilícitas en los últimos 30 días, se aprecia que los participantes consumen, en promedio, de uno hasta cinco días al mes.

Asimismo, se observó relación de los factores de riesgo sobre el consumo de drogas lícitas e ilícitas, los resultados muestran una relación positiva de la edad con los factores de riesgo abuso de drogas ($r_s=.121$, $p<.001$), interés laboral ($r_s=.110$, $p<.001$) y días de consumo de tabaco al mes.

De igual forma, se observó relación de los factores de riesgo sobre el consumo de drogas lícitas e ilícitas, los resultados muestran una relación positiva de la edad con los factores de riesgo abuso de drogas ($r_s=.121$, $p<.001$), interés laboral ($r_s=.110$, $p<.001$), días de consumo de tabaco ($r_s=.208$, $p<.010$), y una relación negativa con los días de consumo de inhalantes ($r_s=-.601$, $p=.023$), lo que significa que a mayor edad se presentan mayores factores de riesgo.

Respecto al instrumento de POSIT que evalúa los factores de riesgo, se mostró una relación positiva y significativa con los días de consumo de alcohol ($r_s=.238$, $p<.001$) y tabaco ($r_s=.158$, $p<.050$), lo que significa que, a mayores factores de riesgo, mayor es el consumo de alcohol y tabaco. El factor de riesgo de abuso de drogas se relacionó positivamente con los días de consumo de alcohol y tabaco. Los problemas de salud mental se relacionaron de la misma forma con los días de consumo de alcohol ($r_s=.145$, $p<.001$) y tabaco ($r_s=.175$, $p<.001$), así como el factor de riesgo relación de los padres ($r_s=.136$, $p=.026$) y la relación con amigos ($r_s=.187$, $p=.002$) se relacionaron con los días de consumo de alcohol. Aunado a lo anterior es importante destacar que los días de consumo de alcohol ($r_s=.606$, $p<.05$) y tabaco ($r_s=.880$, $p=.004$) se relacionan positivamente con los días de consumo de inhalantes.

Por otra parte, se observa que existe efecto de los factores de riesgo (tabla I) sobre el consumo de alcohol alguna vez en la vida, dentro de estos factores se encuentran la edad ($B=.240$, $p<.001$), abuso de sustancias ($B=.125$, $p<.001$), problemas de salud mental ($B=.015$, $p=.004$), relación con amigos ($B=.009$, $p=.006$), interés laboral ($B=.008$, $p=.007$), conducta agresiva ($B=.017$, $p<.001$). También se muestra el efecto de los factores de riesgo sobre el consumo de tabaco alguna vez en la vida, las variables que muestran efecto significativo son la edad ($B=.328$, $p<.001$), el abuso de sustancias

($B=.068$, $p<.001$), las relaciones familiares ($B=.010$, $p=.002$), las relaciones con amigos ($B=.013$, $p<.001$) y el interés laboral ($B=.011$, $p<.001$). Respecto al efecto de los factores de riesgo sobre el consumo de drogas ilícitas alguna vez en la vida, se muestra que son el abuso de sustancias ($B=.056$, $p<.001$), el interés laboral ($B=.009$, $p=.018$) y la conducta agresiva ($B=.021$, $p<.001$).

Tabla I. Modelo de regresión logística para las variables de factores de riesgo y consumo de alcohol alguna vez en la vida.

Fuente de variación	B	ES	W	gl	p
$R^2=24.3\%$					
Edad	.240	.069	12.11	1	.001
Abuso de sustancias	.125	.023	19.59	1	.000
Problemas de salud mental	.015	.005	8.29	1	.004
Relación con amigos	.009	.003	7.64	1	.006
Interés laboral	.008	.003	7.36	1	.007
Conducta agresiva	.017	.005	11.01	1	.001
Constante	-3.68	.949	15.05	1	.216

Como se logró identificar anteriormente, la prevalencia de consumo de drogas lícitas e ilícitas en este grupo de edad es alta en relación con el promedio nacional, lo cual indica que esta población es vulnerable al consumo de drogas probablemente por la etapa de transición que experimenta y por el conjunto de los factores de riesgo estudiados. Debido a lo anterior, desde la perspectiva de enfermería es primordial diseñar intervenciones preventivas y de promoción de la salud dirigidas a evitar y reducir el consumo de estas sustancias. A través de los resultados del presente estudio se obtiene información relevante acerca de la dirección que deben tener las intervenciones en esta población en específico, donde se resalta la necesidad de un abordaje basado en la evidencia científica que considere el estado del arte, de los factores de riesgo familiares y sociales relacionados con los amigos y el interés laboral, así como en factores personales relacionados a la salud mental ligados a la conducta agresiva.

CONCLUSIONES

Se observa un perfil de consumo de drogas alguna vez en la vida, en el último año y último mes donde el alcohol sigue siendo la primera droga de inicio, seguida por el tabaco.

Se identificó que a mayores factores de riesgo a los que está expuesto el adolescente, mayores serán los días de consumo de drogas. Existe efecto de los facto-

res de riesgo como edad, abuso de sustancias, problemas de salud mental, relación con amigos consumidores de drogas, interés laboral y conducta agresiva sobre el consumo de alcohol alguna vez en la vida.

Asimismo, se mostró el efecto de los factores de riesgo sobre el consumo de tabaco alguna vez en la vida, las variables que muestran efecto significativo son la edad, el abuso de sustancias, las relaciones familiares, las relaciones con amigos y el interés laboral. Respecto al efecto de los factores de riesgo sobre el consumo de drogas ilícitas alguna vez en la vida, se muestra que son el abuso de sustancias, el interés laboral y la conducta agresiva.

REFERENCIAS

- Barroso, T., Mendes, A., y Barbosa, A. (2009). Análisis del fenómeno del consumo de alcohol entre adolescentes: estudio realizado con adolescentes del 3° ciclo de escuelas públicas. *Rev. Latino-Americana de Enfermagem*. 17(3): 1-8.
- Becoña, E. (2006). Resiliencia: definición, características y utilidad del concepto. *Revista de psicopatología y psicología clínica*. 11(3): 125-146.
- Clayton, R.R. (1992). Transitions in drug use: Risk and protective factors. En M. Glantz y R. Pickens (Eds.), *Vulnerability to drug abuse Washington, DC, USA*. American Psychological Association.
- Flay, F., Hu, O., Siddiqui, L., et al. (1994). Differential influence of parental smoking and friends smoking on adolescent initiation and escalation of smoking. *Journal of Health and Social Behavior*. 35(3): 248-265.
- García, J. y Días, P. (2007). Análisis relacional entre los factores de protección, resiliencia, autorregulación y consumo de drogas. *Salud y Drogas*. 7(2): 309-332.
- García-Moreno, L.M., Expósito, J., Sanhueza, C., et al. (2008). Actividad prefrontal y alcoholismo de fin de semana en jóvenes. *Adicciones*. 20(3): 271-280.
- Guzmán, F.R., y Alonso, M.M. (2005). Adquisición del uso de alcohol en un grupo de adolescentes mexicanos: el efecto de la relación con amigos. *SMAD Revista Electrónica Salud Mental, Alcohol y Drogas*. 1(2): 1-13.
- Hawkins, J.D., Catalano, R.F., y Miller, J.L. (1992). Risk and protective factors for alcohol and other drug problems in adolescence and early adulthood. Impli-

- cations for substance abuse prevention. *Psychological Bulletin*. 112(2): 64-105.
- Herrera, F., Wagner, E., Velasco, G. *et al.* (2004). Inicio en el consumo de alcohol y tabaco y transición a otras drogas en estudiantes de Morelos, México. *Rev. Salud Pública de México*. 46 (2): 132-140.
- Kumate, J. (2002). Percepción de riesgo y consumo de drogas en jóvenes mexicanos. *CONADIC Informa*. [Número especial]: 6-11.
- Mariño, M.C., González-Forteza, C., Andrade, P. *et al.* (1998). Validación de un cuestionario para detectar adolescentes con problemas por el uso de drogas. *Salud Mental*. 21(1): 27-37.
- McMillan, B., y Conner, M. (2003). Using the theory of planned behaviour to understand alcohol and tobacco use in students. *Psychology, Health & Medicine*. 8: 317-328.
- Nazar, A., Tapia, R., Villa, A., *et al.* (1994). Factores asociados al consumo de drogas en adolescentes de áreas urbanas de México. *Salud Pública de México*. 646-654.
- Organización Mundial de la Salud. (2011). *Riesgo para la salud de los jóvenes*. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs349/es/>
- Sánchez-Sosa, J.C., Villarreal-González, M.E., Ávila-Guerrero, M.E., *et al.* (2014). Contextos de socialización y consumo de drogas ilegales en adolescentes escolarizados. *Psychosocial Intervention*. 23: 69-78.
- Villatoro-Velázquez, J.A., Medina-Mora, M.E., Fleiz-Bautista, C., *et al.* (2011). *Encuesta Nacional de las Adicciones. Reporte de drogas*. Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz; Instituto Nacional de Salud Pública; Secretaría de Salud, Comisión Nacional Contra las Drogas, México, DF. Recuperado de: www.inprf.gob.mx, www.conadic.org.mx, www.cenadic.salud.gob.mx, www.insp.mx.
- Villegas-Pantoja, M.Á., Alonso-Castillo, M.M., Alonso-Castillo, B.A., *et al.* (2011). *Percepción de crianza parental y su relación con el inicio del consumo de drogas en adolescentes mexicanos*. Aquichan 20141441-52. Organización Mundial de Salud Riesgo para la salud de los jóvenes. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs349/es/>

RECIBIDO: 24/08/2015

ACEPTADO: 28/07/2017



Modelo de la distribución potencial de *Pinus pinceana* Gord en el noreste de México

José Israel López Martínez*, Jonathan Jesús Marroquín Castillo*,
Eduardo Javier Treviño Garza*

DOI: 10.29105/cienciauanl21.89-4

RESUMEN

La modelación de la distribución potencial de una especie permite identificar su posible rango de distribución natural. El objetivo del presente trabajo fue conocer la distribución potencial de *Pinus pinceana* en el noreste de México mediante una estrategia de modelamiento espacial. Se consideraron datos de ocurrencia de la especie y 19 variables bioclimáticas. El modelo fue generado aplicando el algoritmo de máxima entropía mediante el programa MaxEnt ver. 3.3.3k. El estado con mayor superficie con condiciones de aptitud alta fue Coahuila (8,523 km²), mientras que la mayor superficie en condiciones de aptitud media se registró en Nuevo León (9,663 km²).

Palabras clave: nicho ecológico, datos de ocurrencia, variables bioclimáticas, algoritmo de máxima entropía.

El término megadiversidad, acuñado por Mittermeier a finales de los noventa, resalta la existencia en algunas regiones de la Tierra de un gran número de especies de distintos grupos. Es un término y un concepto que ha tenido éxito. Bajo muy diversos enfoques: número de especies, número de endemismos, etcétera, México está entre los primeros lugares del mundo en cuanto a biodiversidad (Halffter, 2017; Sarukhán *et al.*, 2008).

La estimación de la biodiversidad de México es una tarea muy compleja, hoy en día es considerable el rezago en la documentación de su riqueza (Villaseñor y Téllez, 2004). No obstante, estimar la distribución de las especies mediante el modelado del nicho ecológico se ha convertido en una herramienta muy utilizada en la investigación para la conservación biológica (Soberón y Peterson, 2005).

Los modelos ayudan a determinar dónde se encuentran las condiciones ambientales más adecuadas para que la especie prospere, en función de parámetros obtenidos de recolectas previas (Villaseñor y Téllez, 2004). Cada especie tiene su nicho ecológico, es decir, el es-

ABSTRACT

*Modeling the potential distribution of a species allows the identification of its possible natural range. The objective of the present work was to know the potential distribution of *Pinus pinceana* in the northeast of Mexico through a spatial modeling strategy. Data on the occurrence of the species and 19 bioclimatic variables were considered. The model was generated by applying the maximum entropy algorithm using the MaxEnt program version 3.3.3k. The state with the largest area with high fitness conditions was Coahuila (8,523 km²), while the largest area with medium fitness conditions was recorded in Nuevo Leon (9,663 km²).*

Keywords: ecological niche, occurrence data, bioclimatic variables, maximum entropy algorithm.

pacio en el cual se considera que una especie vegetal sobrevive bajo condiciones naturales (Fischer *et al.*, 2001).

En los últimos años se han desarrollado varios programas para realizar modelos ecológicos de nicho, por ejemplo, Bioclim (Nix, 1986), GARP (Stockwell y Peters, 1999) y Maxent (Phillips, Dudik y Schapire, 2004). Estos modelos están basados en el concepto de nicho ecológico de Hutchinson (1957) relacionando la información biológica (puntual) con información ambiental (geográfica) y posteriormente identificando zonas donde no existan registros previos de la especie, corrigiendo la estimación y obteniendo de esta forma el área de distribución potencial de las especies (Peterson, Ball y Cohoon, 2002).

Diversos grupos vegetales se han estudiado desde una perspectiva taxonómica o biogeográfica, la mayoría contando únicamente con nombres científicos o con datos sobre su variación morfológica, poca atención se

*Universidad Autónoma de Nuevo León.
contacto: eduardo.trevinogr@uanl.edu.mx

ha puesto a la distribución geográfica de las especies mexicanas. Se han discutido aspectos generales, como la distribución de un conjunto de *taxa* a nivel de tipos de vegetación o de sus afinidades, pero poco o nada se ha hecho para documentar el área total que una especie ocupa (Villaseñor y Téllez, 2004).

Existen algunos trabajos en los que se han producido mapas de distribución, obtenidos a partir de un conjunto de puntos que representan las localidades donde los especímenes han sido colectados o registrados (Skov, 2000). Otros procedimientos utilizados para delimitar la distribución geográfica de *taxa* mexicanos y que se han utilizado para diferentes estudios biogeográficos han sido los límites políticos (estados o municipios) (Villarreal, Valdés y Villaseñor, 1996; Dávila, Lira y Valdés, 2004) y celdas o cuadrículas de tamaño definido (grados o minutos de latitud y longitud, o hectáreas o kilómetros) (Contreras, 2004). Sin embargo, aún es necesario obtener información sobre la distribución de ciertas especies consideradas como raras o amenazadas a partir de métodos formales y rigurosos (Engler, Guisan y Rechsteiner, 2004).

Pinus pinceana Gordon es conocida como “pino piñón” o “pino rosa” en México, y como “Weeping Pinyon Pine” en América del Norte. Ésta es una planta endémica de México, se desarrolla en las montañas semiáridas, frecuentemente en pendientes calcáreas y barrancas, por encima de la vegetación del desierto y abajo, o apenas dentro del “Cinturón de Pinos Piñoneros” con *P. cembroides* en un rango altitudinal que va de los 1,400 a 2,300 msnm (Farjon, Pérez y Styles, 1997). Es una especie considerada como amenazada según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) bajo la categoría de especie con bajo riesgo de extinción o próxima a ser considerada como amenazada (LR/NT) (Farjon y Page, 1999). Es enlistada, además, en la categoría de peligro de extinción (P) por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2010).

Recientes estudios demuestran que, para México, *Pinus pinceana* ocupa una superficie de 159,107.5 km², de la cual, 7.8% del área se encuentra bajo un estatus de protección (Aguirre y Duivenvoorden, 2010). Sin embargo, debido a la sensibilidad climática mostrada por algunas poblaciones de la especie en la región noreste de México (Santillán *et al.*, 2010). Éstas podrían disminuir su nicho ecológico y ponerse en riesgo de desaparecer debido a un incremento en la temperatura y al grado de sequía asociada al cambio climático (Martíñón *et al.*, 2011; Martínez *et al.*, 2015).

El presente trabajo tiene como objetivo conocer la distribución potencial de *Pinus pinceana* en el noreste de México mediante una estrategia de modelamiento espacial.

Este análisis se llevó a cabo usando los principios de la teoría de la máxima entropía (algoritmo configurado en el software MaxEnt) y la representación geoespacial de las condiciones ambientales (algoritmo configurado en el software DIVA-GIS®), lo que permitirá generar recomendaciones de aquellas áreas que deben ser prioritarias para la distribución potencial de esta especie. El producto obtenido de este proyecto podrá ser utilizado con la finalidad de apoyar y aportar estrategias de planeación en la conservación forestal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El noreste de México, integrado por los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, cubre una superficie de 291,955 km², lo cual representa 15% de la superficie total del país. Esta zona queda incluida dentro de dos grandes regiones naturales denominadas Desierto Chihuahuense y Tamaulipense (Rzedowski, 1994).

Se obtuvieron registros de ocurrencia de *Pinus pinceana* en México del portal Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2016), el cual incluye información de diferentes herbarios alrededor del mundo, la información fue complementada con registros de ocurrencia reportados en otros trabajos de investigación (Santillán *et al.*, 2010; Martíñón *et al.*, 2011; Martíñón *et al.*, 2010; Ledig *et al.*, 2001; Favela, Velazco y Alanís, 2009). Los datos fueron sometidos a dos fases de control de calidad; en la primera se eliminaron los datos duplicados y mal georreferenciados, así como aquellos que se encontraban fuera de su distribución geográfica natural, como costas, desiertos, zonas urbanas y áreas agrícolas.

En la segunda fase se empleó la identificación y depuración de puntos atípicos tomando en cuenta los límites de los rangos ambientales normales para la especie, considerando 19 variables bioclimáticas en formato raster con una resolución de 2.5 minutos de arco (5 km) basadas en la precipitación y la temperatura (tabla I), este proceso se realizó empleando el software libre DIVA-GIS ver. 7.5.0, aplicando el método Reverse jackknife recomendado para conjuntos de datos con una distribución normal de valores. La cantidad mínima de variables a considerar para realizar la depuración de los datos atípicos fue de tres (Chapman, 2005; Scheldeman y van Zonneveld, 2011). Las 19 variables bioclimáticas fueron obtenidas de Worldclim (Hijmans *et al.*, 2005).

Tabla I. Variables bioclimáticas consideradas.

Clave	Variable
BIO1	Temperatura promedio anual
BIO2	Rango medio diario (temp. max. – temp. min.; promedio mensual)
BIO3	Isotermalidad (BIO1/BIO7) * 100
BIO4	Estacionalidad en temperatura (coeficiente de variación)
BIO5	Temperatura máxima del periodo más caliente
BIO6	Temperatura mínima del periodo más frío
BIO7	Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)
BIO8	Temperatura media en el trimestre más lluvioso
BIO9	Temperatura promedio en el trimestre más seco
BIO10	Temperatura promedio en el trimestre más caluroso
BIO11	Temperatura promedio en el trimestre más frío
BIO12	Precipitación anual
BIO13	Precipitación en el periodo más lluvioso
BIO14	Precipitación en el periodo más seco
BIO15	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
BIO16	Precipitación en el trimestre más lluvioso
BIO17	Precipitación en el trimestre más seco
BIO18	Precipitación en el trimestre más caluroso
BIO19	Precipitación en el trimestre más frío

El modelado de nicho ecológico se realizó empleando el algoritmo de máxima entropía del programa MaxEnt ver. 3.3.3k, este software emplea dos entradas de datos; una corresponde a los datos de ocurrencia de la especie en cuestión y la otra a los archivos en formato raster de las variables bioclimáticas presentes en una región determinada. El algoritmo se basa en realizar un número de interacciones que permiten alcanzar un nivel óptimo de convergencias entre los datos de ocurrencia y las variables bioclimáticas, esto hace que sea muy adecuado para modelar la distribución potencial de las especies, al final se produce un archivo en formato raster que contiene los valores de idoneidad, los cuales, según Elith *et al.* (2010), van desde cero (no apto) hasta uno (perfectamente apto). La selección de este programa se debe a que ha mostrado buenos resultados en diferentes estudios realizados para identificar la distribución potencial tanto de especies de flora como de fauna (Lizcano, Prieto y Ortega, 2016; Garfias *et al.*, 2013). Para reducir los sesgos del muestreo y evitar problemas en la modelación, se realizó una depuración de los da-

tos, eliminando los puntos de ocurrencia duplicados en una celda raster de 2.5 minutos de arco (5 km).

Se validó la capacidad de estimación del modelo generado, para esto se replicó dicho modelo 15 veces, considerando 25% de los datos de ocurrencia y empleando la técnica de submuestreo, la cual se incluye dentro de las herramientas del programa MaxEnt. Esta validación consiste en ejecutar el modelo varias veces (15 para este caso) y luego convenientemente se promedian los resultados de todos los modelos generados. Como resultado de esta validación se obtienen dos gráficos: el primero corresponde a un análisis de omisión/comisión en el cual se muestra la tasa de omisión y la zona prevista en diferentes umbrales por el modelo. El segundo gráfico ilustra el valor promedio del área por debajo de la curva (AUC, por sus siglas en inglés) del análisis de la característica de funcionamiento del receptor (ROC, por sus siglas en inglés). El AUC se interpreta como la mayor probabilidad de que un registro de ocurrencia seleccionado de forma aleatoria esté situado dentro de un pixel del raster con un valor elevado de probabilidad para la presencia de la especie que un punto generado de forma aleatoria (Phillips, Anderson y Schapire, 2006; Phillips, 2010; Young, Carter y Evangelista, 2011). De acuerdo con Araújo *et al.* (2005), se recomiendan cinco rangos para interpretar el AUC de los modelos generados: Excelente si el $AUC > 0.90$; Buena si $0.80 > AUC < 0.90$; Aceptable si $0.70 > AUC < 0.80$; Mala si $0.60 > AUC < 0.70$; No válida si $0.50 > AUC < 0.60$.

Además, se realizó una prueba “Jackknife” para determinar las variables de mayor importancia en el modelado de la especie en cuestión, la cual también se efectuó dentro del programa MaxEnt (Phillips, 2010).

Para determinar la superficie y los porcentajes correspondientes de las zonas aptas para el establecimiento de la especie de interés, el modelo producido en formato ráster fue convertido a formato vectorial (polígonos) utilizando el programa Qgis ver. 2.14.2-Essen. Los polígonos generados fueron clasificados en función de los valores de idoneidad contenidos en el archivo ráster, cuyos valores de pixel van desde 0 (aptitud baja) hasta 1 (aptitud alta) (Elith, Kearney y Phillips, 2010), además, se sometieron a un proceso de simplificado y suavizado empleando el mismo software para eliminar detalles innecesarios generados al momento de la transformación. El resultado final fue la generación de un mapa con tres clasificaciones de aptitud (alta, media y baja) para la distribución potencial de *Pinus pinceana* en el noreste de México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante la modelación de la distribución potencial de *Pinus pinceana* para el noreste de México se obtuvo que 10,268 km² presentan condiciones de aptitud alta, 19,912 km² presentan una condición de aptitud media y 19,399 km² corresponden a una aptitud baja; las zonas con condiciones de aptitud alta se sitúan principalmente en el sureste del estado de Coahuila de Zaragoza y en el poniente del estado de Nuevo León, mientras que las zonas con condiciones de aptitud media se sitúan mayormente en el sur del estado de Nuevo León y en el suroeste del estado de Tamaulipas (figura 1).

Del total de la superficie con condiciones de aptitud alta, 83 % (8,523 km²) se sitúa en el estado de Coahuila de Zaragoza, principalmente en los municipios de Saltillo, Parras de la Fuente y Arteaga, el restante 17% (1,745 km²) se distribuye en el estado de Nuevo León, mayormente en los municipios de Santa Catarina y Galeana. Referente a las condiciones de aptitud media, del total de la superficie para esta categoría, 48% (9,663 km²) se sitúa en el estado de Nuevo León, principalmente dentro de los municipios de Santa Catarina, Galeana, Santiago y Rayones; 37% (7,339 km²) se distribuye en el estado de Coahuila, en los municipios de Arteaga y Saltillo, y el restante 15% (2,910 km²) se encuentra en el estado de Tamaulipas, en los municipios de Bustamante, Tula y Jaumave (figura 2).

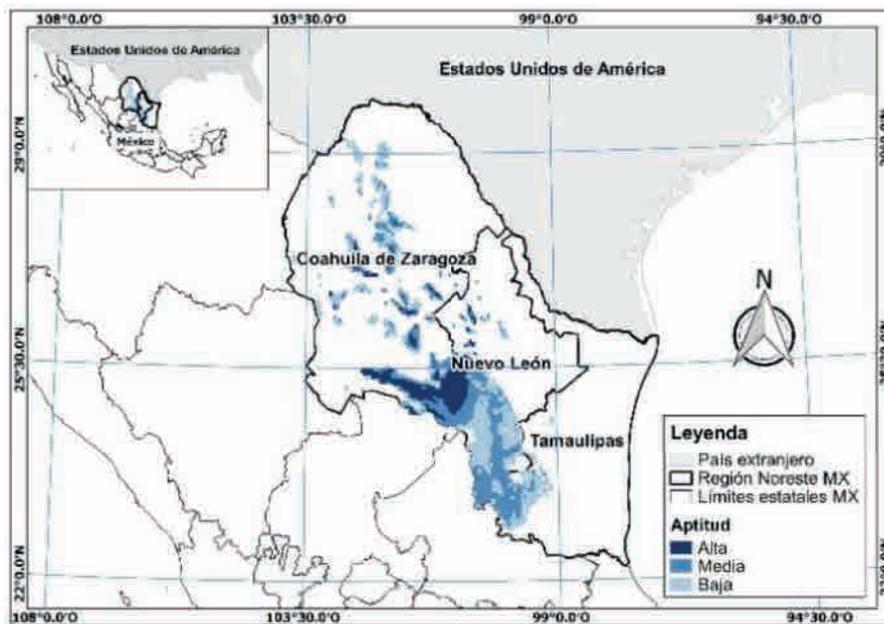


Figura 1. Mapa de distribución potencial para la especie *Pinus pinceana* en el noreste de México.

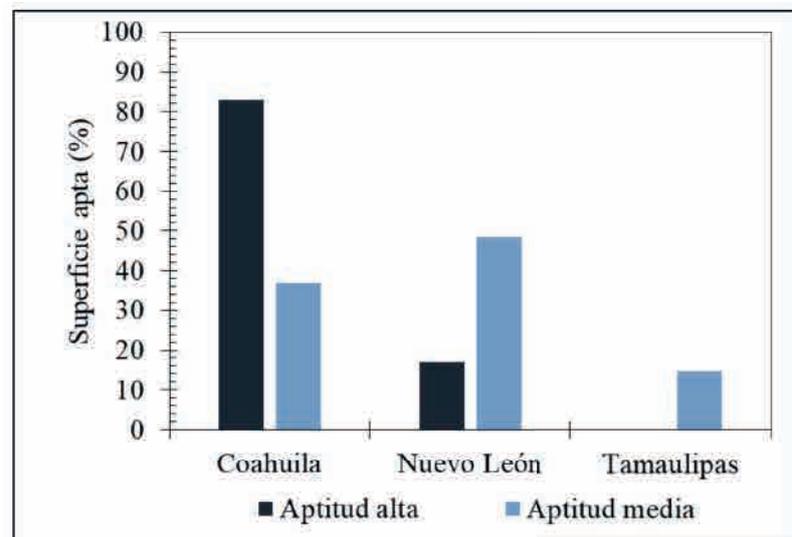


Figura 2. Superficies en porcentaje del área con condiciones de aptitud alta y media para el establecimiento de *Pinus pinceana* en el noreste de México.

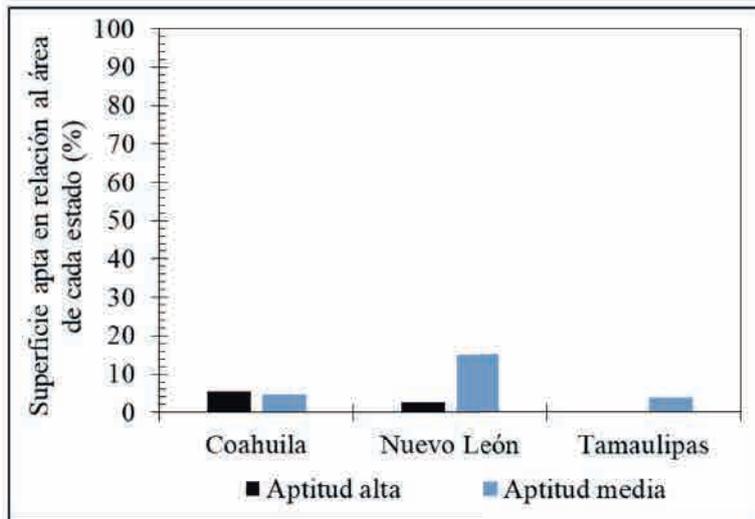


Figura 3. Superficies aptas para el establecimiento de *Pinus pincea* en relación al área total de cada estado.

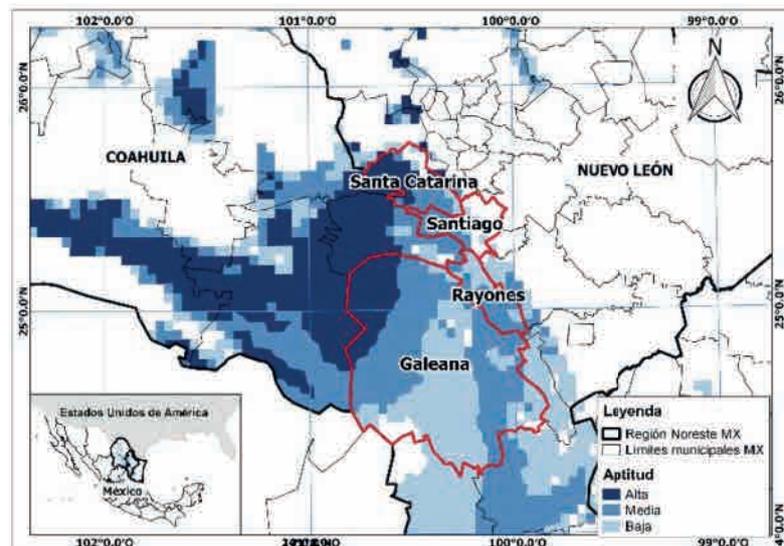
Refiriéndonos específicamente para cada estado, para el estado de Coahuila, del total de su territorio (151,571 km²) sólo 10.5% presenta condiciones de aptitud alta y media para el establecimiento de esta especie (5.6% y 4.8%, respectivamente). Asimismo, para Nuevo León, del total de su superficie (64,555 km²), sólo 17.8% presenta condiciones de aptitud alta y media (2.7% y 15.1%, respectivamente). Para Tamaulipas, del total de su territorio (79,829 km²), sólo se registra 3.7% con condiciones de aptitud media (figura 3).

La distribución de *Pinus pincea* se reporta principalmente para los estados de Coahuila, Zacatecas, San Luis Potosí, Querétaro e Hidalgo (Perry, 1991; Villarreal, 2001). También se reporta la ocurrencia de la especie en el estado de Nuevo León, en el municipio de Santa Catarina. Con anterioridad ya se había sugerido la presencia de esta especie en el estado, así como su

presencia en la Sierra de Zapalinamé y la Sierra San José de los Nuncios, en Coahuila, lo que hace más factible la ocurrencia de otras poblaciones en el complejo orográfico de la Sierra Madre Oriental entre los límites de Nuevo León y Coahuila (Favela, Velazco y Alanís, 2009; Martínez, 1948), esta información coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde se encontraron áreas con condiciones de aptitud alta y media para la especie en Nuevo León, principalmente en los municipios de Santa Catarina, Galeana, Santiago y Rayones, los cuales colindan con el estado de Coahuila (figura 4).

Asimismo, recientemente se ha reportado la presencia de *Pinus pincea* en el estado de Tamaulipas, específicamente en el municipio de Jaumave, estas poblaciones simbolizan la distribución más extrema en

Figura 4. Distribución potencial de *Pinus pincea* en Coahuila y Nuevo León.



la región noreste de México, y se encuentran en sitios con alturas relativamente más bajas sobre el nivel del mar, comparadas con el resto de las poblaciones presentes en otras zonas del país (Rzedowski, 1994), esto concuerda con la distribución potencial estimada por el modelo para Tamaulipas, donde a pesar de que los registros reportados para este estado no fueron considerados para realizar la modelación, se pudieron estimar condiciones de aptitud media para el establecimiento de la especie en el suroeste del estado, donde se incluye el municipio de Jaumave.

En la evaluación de la capacidad de estimación del modelo, se obtuvo que el valor de AUC en promedio fue de 0.986, con una desviación estándar de 0.003, de acuerdo con las clasificaciones propuestas por Araújo *et al.* (2005), el valor obtenido indica que el modelo generado presenta una excelente estimación de la distribución potencial para *Pinus pinceana*. Además, la prueba “Jackknife” indicó que las variables de mayor importancia en la generación del modelo fueron: BIO14 y BIO17 que corresponden a las precipitaciones en el periodo y trimestre más secos.

CONCLUSIÓN

El presente estudio es el primero en determinar la distribución potencial de la especie *Pinus pinceana* en el noreste de México. El modelo generado presentó un alto desempeño para estimar la distribución de la especie de acuerdo con el valor obtenido de AUC. Esto se corroboró con el hecho de que las zonas aptas estimadas por el modelo coinciden con las condiciones de hábitat reportadas para la especie, las cuales generalmente se presentan en las laderas de montañas semiáridas como las zonas situadas al poniente de la provincia fisiográfica denominada Sierra Madre Oriental. La distribución potencial de *Pinus pinceana* se centra principalmente en el estado de Coahuila, ya que presenta condiciones de aptitud alta para su desarrollo, seguido por Nuevo León, que presenta mayormente áreas con condiciones de aptitud media y finalmente muy poca área con condiciones de aptitud media se distribuye en el estado de Tamaulipas.

REFERENCIAS

Aguirre, G.J., y Duivenvoorden, J.F. (2010). Can we expect to protect threatened species in protected areas? A case study of the genus *Pinus* in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 81: 875-882.

Araújo, M.B., Pearson, R.G., Thuiller, W. *et al.* (2005). Validation of species-climate impact models under climate change. *Global Change Biology*. 11: 1504-1513.

Chapman, A.D. (2005). *Principles and Methods of Data Cleaning-Primary Species and Species-Occurrence Data, version 1.0*. Report for the Global Biodiversity Information Facility, Copenhagen.

Contreras, M.R. (2004). Gimnospermas. En: Luna I, Morrone, J.J., y Espinosa, D. (eds.). *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental: un enfoque multidisciplinario: 137-148*. CONABIO-UNAM, Ciudad de México.

Dávila, A.P., Lira, R., y Valdés, R.J. (2004). Endemic species of grasses in Mexico: A phytogeographic approach. *Biodiversity and Conservation*. 13: 1101-1121.

Elith, J., Kearney, M., y Phillips, S.J. (2010). The art of modelling range-shifting species. *Methods in Ecology and Evolution*. 1: 330-342.

Engler, R., Guisan, A., y Rechsteiner, L. (2004). An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. *Journal of Applied Ecology*. 41: 263-274.

Farjon, A., Pérez R., J.A., y Styles, B.T. (1997). *A Field Guide to the Pines of Mexico and Central America*. The Royal Botanic Gardens, Kew.

Farjon, A., y Page, C.N. (1999). *Conifers: status survey and conservation action plan*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Species Survival Commission, Conifer Specialist Group, Gland.

Favela, L.S., Velazco, M.C.G., y Alanís, F.G.J. (2009). *Pinus pinceana* (Pinaceae), nuevo registro para el estado de Nuevo León, México. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*. 771-774.

Fischer, J., Lindenmayer, D. B., Nix H. A., *et al.* (2001). Climate and animal distribution: a climatic analysis of the Australian marsupial *Trichosurus caninus*. *Journal of Biogeography*. 28: 293-304.

Garfias, S.R., Castillo, S.M., Toral, I.M., *et al.* (2013). Determinación de la distribución actual y potencial de bosque nativo mediante análisis espacial en SIG. Estudio de caso: tipo forestal Roble-Roulí-Coigüe en Chile. *Interciencia*. 38: 577.

GBIF (Global Biodiversity Information Facility). (2016). *GBIF Backbone Taxonomy*. doi:10.15468/39omei. Accessed via <http://www.gbif.org/species/5285549> on 2016-05-10

Halffter, G. (2017). La zona de transición mexicana y la megadiversidad de México: del marco histórico a la riqueza actual. *Dugesiana*. 24(2): 77-89.

Hutchinson, G.E. (1957). Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology*. 22: 415-457.

- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., *et al.* (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 25: 1965-1978.
- Ledig, F.T., Capó, A.M.A., Hodgskiss, P.D., *et al.* (2001). Genetic diversity and the mating system of a rare Mexican piñon, *Pinus pinceana*, and a comparison with *Pinus maximartinezii* (Pinaceae). *American Journal of Botany*. 88(11), 1977-1987.
- Lizcano, D.J., Prieto, T.D.A., y Ortega, A.H.M. (2016). Distribución de la danta de montaña (*Tapirus pinchaque*) en Colombia: importancia de las áreas no protegidas para la conservación en escenarios de cambio climático. En Payan, E., Lasso, C. A., y Castaño, C. (Eds.), *I. Conservación de grandes vertebrados en áreas no protegidas de Colombia, Venezuela y Brasil* (pp. 115-128). Bogotá Colombia.
- Martínez, Á.J., Sánchez, C.C., Martínez, G.R., *et al.* (2015). Primer registro de *Pinus piceana* (Pinaceae) para Tamaulipas: aspectos ecológicos y estructurales. *Botanical Sciences*. 93(2): 357-360.
- Martínez, M. (1948). *Los pinos mexicanos*. Universidad Autónoma de México. México.
- Martiñón, M.R.J., Vargas, H.J., López, U.J., *et al.* (2010). Respuesta de *Pinus pinceana* Gordon a estrés por sequía y altas temperaturas. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 33(3), 239-248.
- Martiñón, M.R.J., Vargas, H.J.J., Gómez, G.A., *et al.* (2011). Composición isotópica de carbono en follaje de *Pinus piceana* Gordon sometido a estrés hídrico y térmico. *Agrociencia*. 45: 245-258.
- Nix, H.A. (1986). A biogeographic analysis of the Australian elapid snakes. In: R. Longmore (ed.) *Atlas of elapid snakes. Australian Flora and Fauna Series* No. 7. pp. 4-15.
- Peterson, A.T., Ball, L.G., y Cohoon, K.P. (2002). Predicting distributions of Mexican birds using ecological niche modeling methods. *Ibis*. 144: 27-32.
- Phillips, S.J., Dudík, M., y Schapire, R.E. (2004). *A maximum entropy approach to species distribution modeling*. En: Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning, Banff, Canadá. Disponible en http://delivery.acm.org/10.1145/1020000/1015412/p272-phillips.pdf?ip=148.234.24.178&id=1015412&acc=ACTIVE%20SERVICE&key=6F4CCF05E2930152%2E94A0735B-799D614C%2E4D4702B0C3E38B35%2E4D4702B-0C3E38B35&__acm__=1524838895_cc3f0a0d6c56ea59b-ff8361ed2acfbdd
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., y Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. 190: 231-259
- Phillips, S.J. (2010). *A brief tutorial on Maxent*. Exercise, American Museum of Natural History, New York
- Perry, J.P. (1991). *The pines of Mexico and Central America*. Timber Press, Portland, Oregon.
- Rzedowski, J. (1994). *Vegetación de México*. Editorial Limusa, S. A. de C. V. México.
- Santillán, H.M., Cornejo, O.E.H., Villanueva, D.J., *et al.* (2010). Potencial dendroclimático de *Pinus pinceana* Gordon en la Sierra Madre Oriental. *Madera y Bosques*. 16: 17-30.
- Sarukhán, J., Soberón, J., Halffter, G. *et al.* (2008). *Capital natural de México*, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México.
- Scheldeman, X., y van Zonneveld, M. (2011). *Manual de capacitación en análisis espacial de diversidad y distribución de plantas*. Bioversity International, Roma. Disponible en: <http://www.bioversityinternational.org/e-library/publications/detail/manual-de-capacitacion-en-analisis-espacial-de-diversidad-ydistribucion-de-plantas/>
- Semarnat. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010*, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Skov, F. (2000). Potential plant distribution mapping based on climatic similarity. *Taxon*. 49: 503-515.
- Soberón, J., y Peterson, A. (2005). Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics*. 2: 1-10.
- Stockwell, D.R.B., y Peters, D. (1999). The GARP modeling system: Problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographic Information Science*. 13: 143-158.
- Villarreal, J.A. (2001). *Flora de Coahuila. Listados florísticos de México*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Villarreal, J.A., Valdés J., y Villaseñor, J.L. (1996). Corología de las asteráceas de Coahuila, México. *Acta Botánica Mexicana*. 36: 29-42.
- Villaseñor, J.L., y Téllez, V.O. (2004). Distribución potencial de las especies del género *Jefea* (Asteraceae) en México. *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Botánica. 75(2): 205-220.
- Young, N., Carter, L., y Evangelista, P. (2011). *A MaxEnt model v3. 3.3 e tutorial* (ArcGIS v10). Fort Collins, Colorado.

Recibido: 05/07/2016

Aceptado: 28/11/2017



La biodiversidad de México está amenazada por la sobreexplotación de poblaciones silvestres, así como por la destrucción y fragmentación del hábitat (Aguirre *et al.*, 2009). Otro factor grave es la introducción de especies exóticas invasoras (Vitousek *et al.*, 1996; Leung *et al.*, 2002), que causan daños a los ecosistemas, provocando desequilibrio ecológico como cambios en la composición de las comunidades, desplazamiento de especies nativas de flora y fauna, modificación y degradación de ecosistemas acuáticos y terrestres, reducción de la diversidad genética y enfermedades que afectan directamente la salud humana (Carlton, 2001; D'Antonio y Kark, 2002; Mack y Erneberg, 2002; Aguilar, 2005; Pimentel, Zuniga y Morrison, 2005; March y Martínez, 2008). Este problema se agudiza debido al proceso de movilización de especies por parte del ser humano; en pocos siglos trasladó y dispersó numerables especies consideradas exóticas, las cuales rebasaron todo tipo de barreras geográficas de forma intencional o accidental (Aguirre *et al.*, 2009). Las especies invasoras pueden ser introducidas en una nueva región mediante tres mecanismos: la importación de un producto, la llegada de un vector de transporte y la propagación natural desde una región vecina, donde la especie exótica ya está establecida (Mendoza, 2014).

La IUCN y el Convenio sobre Diversidad Biológica definen la especie exótica invasora como un organismo que se establece en un ecosistema o hábitat natural o seminatural ajeno al de su origen; con capacidades de inducir cambios y amenaza la diversidad biológica nativa. En sentido estricto, se trata de especies o poblaciones capaces de competir fuertemente con las especies locales y causar daños considerables a la biodiversidad, economía y salud pública (IUCN, 2000). El comportamiento invasivo no es exclusivo de especies exóticas, ya que especies nativas pueden volverse invasoras cuando son introducidas a una región distinta de su área de distribución dentro del mismo país, o incluso en su sitio de origen cuando se altera la dinámica ecológica del ecosistema (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2009; Conabio, 2014) como Ambrosia

● CONCIENCIA

Plantas exóticas invasoras presentes en las áreas naturales protegidas (ANP) de México y su impacto en la biodiversidad

Josué Raymundo Estrada Arellano*, Gabriel Fernando Cardoza Martínez*,
Jaime Sánchez Salas*

ambrosoides (chicuria), especie nativa del Río Nazas, Durango, México, que presenta un comportamiento invasivo.

IMPACTOS CAUSADOS POR ESPECIES INVASORAS

Debido a su habilidad para perturbar los ecosistemas naturales, las especies invasoras son consideradas como una amenaza para los servicios de los ecosistemas utilizados por el ser humano (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), por ejemplo, filtración de agua, conservación de suelos y conservación de biodiversidad (Pimentel *et al.*, 2000).

Los impactos ecológicos que causan las especies invasoras pueden ser desastrosos y llegan incluso a causar la extinción de poblaciones y especies nativas (Wilcove *et al.*, 1998), la degradación de los ambientes acuáticos y terrestres (Carlton, 2001; D'Antonio y Kark, 2002), particularmente los insulares (Veitch y Clout, 2002), la alteración de los procesos y funciones ecológicas y la modificación de los ciclos biogeoquímicos (D'Antonio y Vitousek, 1992). En general deterioran los recursos naturales y, en consecuencia, los servicios ambientales, por lo que afectan la producción de alimentos y pueden ser devastadoras en ecosistemas agropecuarios (Pimentel, Zuniga y Morrison, 2005). De igual forma, dañan la infraestructura pública, degradan las tierras de cultivo, afectan la calidad del agua y los paisajes de valor turístico e histórico. Por todo esto, su impacto puede significar elevados costos, tanto por el daño directo como por el gasto invertido en su control o erradicación (Pimentel, Zuniga y Morrison, 2005).

Otras características de estas especies es que tienen un elevado potencial para afectar negativamente una serie de acciones de restauración ecológica, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos na-

* Universidad Juárez del Estado de Durango.
Contacto: j.sanchez@ujed.mx



turales (Chornesky *et al.*, 2005). A manera de círculos viciosos, probablemente relacionados con sequías inusuales, muchas especies invasoras adaptadas al fuego contribuyen a promover regímenes anómalos del mismo e incendios catastróficos que, a su vez, afectan la biodiversidad nativa (Hiremath y Sundaram, 2005).

Las especies invasoras de forma directa pueden provocar la destrucción de alimentos o cosechas, la disminución en la supervivencia, el éxito reproductivo y producción de animales domésticos, la reducción en la cantidad y calidad de determinadas actividades extractivas como la pesca o el marisqueo, etc. También pueden ocasionar daños considerables en las infraestructuras, obstruyendo y destruyendo canales o diques y alteración de cimientos entre las principales causas. A las pérdidas directas se añaden las indirectas derivadas del coste de combatir los efectos de las invasiones biológicas, incluyendo las medidas de cuarentena, detección temprana, control y erradicación, así como solventar económicamente los daños producidos por éstas (Capdevila-Argüelles, Zillett y Suárez, 2013).



ESPECIES INVASORAS EN MÉXICO

Los problemas relacionados con las especies exóticas invasoras son complejos y vastos; no obstante, el mayor obstáculo es que el tema es poco conocido y, en consecuencia, subestimado (Espinosa-García, 2009; Espinosa-García y Vibrans, 2009).

En México, como en otras regiones del mundo, se han introducido numerosas especies exóticas; sin embargo, las acciones contra estas especies se han enfocado básicamente a aquéllas que causan daños económicos a las actividades agrícolas o pecuarias, por lo que han ignorado a las que afectan o pueden afectar a la biodiversidad terrestre, marina o dulceacuícola del país (IMTA *et al.*, 2007).

Aunque en los ecosistemas del país los impactos de las especies invasoras no han sido cuantificados, la información disponible indica que el daño a los mismos es considerable (Espinosa-García y Vibrans, 2009; Es-

pinosa-García, 2003). Si bien se tiene una aproximación sobre el número de plantas no nativas a escala nacional (Espinosa-García y Vibrans, 2009; Villaseñor y Espinoza-García, 2004), actualmente no se sabe con certeza cuántas especies exóticas invasoras están establecidas en México, cuál es su distribución ni cuáles son sus tamaños poblacionales (Conabio, 2014). Por ejemplo, en el caso particular de las plantas, actualmente se desconoce el número total e identidad de las especies

que muestran un comportamiento invasor, su distribución dentro del territorio nacional, su relación con los diferentes tipos de vegetación, el uso del suelo y su interacción con el cambio climático (IE y UNAM, 2010).

Tabla I. Plantas invasoras más dañinas del mundo presentes en México.

Terrestres	
Nombre común	Nombre científico
Arroyuda	<i>Cecropia peltata</i> *
Carrizo	<i>Arundo donax</i>
Chumbera	<i>Opuntia stricta</i> *
Clidemia	<i>Clidemia hirta</i>
Falopía japonesa	<i>Fallopia japonica</i>
Guaco mikania	<i>Mikania micrantha</i> *
Kudzú	<i>Pueraria lobata</i>
Lantana	<i>Lantana camara</i> *
Lechetrezná frondosa	<i>Euphorbia esula</i>
Mezquite	<i>Prosopis glandulosa</i> *
Miconia	<i>Miconia calvescens</i> *
Siam	<i>Chromolaena odorata</i> *
Tamarisco	<i>Tamarix ramosissima</i>
Acuáticas	
Alga wakame	<i>Undaria pinnatifida</i>
Caulerpa	<i>Caulerpa taxifolia</i>
Jacinto de agua	<i>Eichhornia crassipes</i>

Fuente: Aguirre *et al.* (2009). * Especies nativas de México.

Para México, el Sistema Nacional sobre Especies Invasoras de la Comisión Nacional para la Biodiversidad (Conabio) ha identificado de manera preliminar

472 especies de plantas, muchos de los registros se relacionan con las actividades productivas y no con los inventarios en los ecosistemas naturales. A lo anterior habría que sumarle el número de especies invasoras que, sin estar aún comprobadas con presencia en el territorio nacional, representan un serio riesgo por tener ocurrencia en países y regiones vecinas, además de las que ya se encuentran en el país y no han sido monitoreadas o identificadas (Aguirre y Mendoza, 2008; García *et al.*, 2014).

Con relación al panorama mundial, al cotejar con la lista de las “100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo”, compilada por la IUCN, al menos 46 de las especies de esta lista se encuentran en nuestro país, 36 exóticas y diez nativas que han sido reportadas como invasoras en otras partes del mundo (Aguirre *et al.*, 2009) (tabla I).

ESPECIES INVASORAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP)

Las áreas naturales protegidas en sus distintas modalidades de conservación constituyen un valioso instrumento de política ambiental para proteger la riqueza biológica y para llevar a cabo acciones para la preservación de la biodiversidad (Semarnap, 1997); sin embargo, la introducción de especies exóticas invasoras constituye una de las principales amenazas para la diversidad y su presencia en estas áreas no se limita a pocas regiones o países. En 2007, como resultado del estudio realizado por el Programa Global de Especies Invasoras, se identificaron 487 áreas de protección distribuidas en 106 países incluyendo México y el Caribe, donde se encontraron 326 especies invasoras (Global Invasive Species Programme, 2007). Por ello, actualmente se han incrementado los esfuerzos a fin de enfrentar y mitigar los impactos ocasionados por estas especies en las Áreas Naturales Protegidas de México (García *et al.*, 2014).

En las ANP de las regiones norte y Sierra Madre Occidental y la región noroeste y Alto Golfo de California, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) (DOF, 2007), que abarcan gran parte de los desiertos de América del Norte, se han establecido numerosas especies de pastos y plantas exóticas propias de ambientes áridos y semiáridos de otras regiones del mundo (Bogdan, 1997; DesertMuseum, 2008; ScienceDaily, 2002) como el zacate buffel (*Pennisetum*

ciliare), el bromo (*Bromus rubens*) y el zacate Johnson (*Sorghum halepense*), especies invasoras ampliamente cultivadas para su uso en ganadería extensiva, lo que a su vez aumenta sus oportunidades de establecimiento y dispersión (Chambers y Hawkins, 2004).

Tabla II. Número de registros de especies invasoras en áreas naturales protegidas.

Región	ANP	No. de plantas exóticas e invasoras
Península de Baja California y Pacífico Norte	Reserva de la Biosfera Sierra de la Laguna	50
	Reserva de la Biosfera El Vizcaíno	35
Noroeste y Alto Golfo de California	Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar	65
	Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Alamos Río Cuchujaqui	70
Noroeste y Sierra Madre Oriental	Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas	46
	Reserva de la Biosfera de Mapimi	46
	Parque Nacional Cumbres de Monterrey	95
	Reserva de la Biosfera El Cielo	45
Centro y Eje Neovolcánico	Reserva de la Biosfera Sierra Gorda	73
Planicie Costera y Golfo de México	Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas	80

Fuente: Conanp, 2009.

La Conanp enlistó las especies invasoras presentes en las ANP de México (Conanp, 2009) (tabla II); sin embargo, aún no se cuenta con información detallada de presencia, distribución y tamaño de las poblaciones de estas especies. Esta información se deriva de los análisis de los planes de manejo de las áreas de protección, pero se sabe que al menos 23 especies (de todos



los grupos taxonómicos) reportadas en la lista de las 100 especies invasoras más dañinas del mundo, compilada por la UICN, están presentes en estas áreas de conservación (García *et al.*, 2014). Dentro de las especies más dañinas se encuentran aquellas capaces de hibridar con especies nativas, alterándose así el *pool* génico original de las poblaciones nativas (Mooney y Cleland, 2001; Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010). Es por esta razón que la conservación de la biodiversidad en un país debe contemplar la prevención, detección temprana, manejo, control, erradicación, concientización pública, regulación y legislación; además de la investigación sobre especies invasoras como una alta prioridad (IMTA *et al.*, 2007).

ESPECIES INVASORAS PRIORITARIAS DE ALTO IMPACTO A LA BIODIVERSIDAD EN LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

A partir de 2008, la Conanp ha llevado a cabo diferentes acciones encaminadas a conjuntar la información sobre las especies exóticas invasoras y su distribución en las ANP de competencia federal, con el fin de obtener un diagnóstico y establecer prioridades de acción en todo el país, como resultado se obtiene una lista con las especies más ampliamente distribuidas y de mayor impacto a los ecosistemas en las ANP (Conanp, 2009) (tabla III).

Tabla III. Especies de mayor impacto en las áreas naturales protegidas.

Nombre científico	Nombre común	Origen	No. de ANP donde se ha registrado
<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Europa del este y Asia	6
<i>Cenchrus ciliaris</i>	Zacate buffel	África	13
<i>Cynodon dactylon</i>	Zacate bermuda	Europa, Nte de África y Asia tropical	17
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Zacate egipcio o pata de pollo	África (Nigeria)	16
<i>Eichhornia crassipes</i>	Lirio acuático	Sudamérica	8
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Pino de los tontos o pino australiano	Australia	15
<i>Tamarix ramosissima</i>	Pino salado o cedro salado	Europa del este y África	12

Fuente: Conanp, 2009.

Tabla IV. Acciones aplicadas en las diferentes ANP para el combate de especies exóticas invasoras.

ANP	ESPECIE	ACCIÓN	AÑO
Parque Nacional Cañón del Sumidero	<i>Cupressus</i> spp.	Erradicación	2009-2010
Reserva de la Biosfera de Mapimi	<i>Tamarix ramosissima</i> <i>Xanthium strumarium</i>	Erradicación	2010-2011
Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena	<i>Tamarix ramosissima</i> <i>Arundo donax</i>	Control	2005-actual
Parque Nacional Maderas del Carmen	<i>Tamarix ramosissima</i> <i>Arundo donax</i>	Control	2005-actual
Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas	<i>Arundo donax</i>	Control	2006-actual
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	<i>Arundo donax</i> <i>Ligustrum lucidum</i>	Diagnostico	2011
Parque Nacional Isla Isabel	Árboles frutales exóticos	Erradicación	2008
Reserva Nacional Forestal y Refugio de Flora y Fauna Silvestre Ajos Bavispe	<i>Prosopis velutina</i> <i>Baccharis sarothroides</i> <i>Tamarix ramosissima</i>	Control	2007-2010
Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, Sonora	<i>Pennisetum ciliare</i>	Control	2007-actual
Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar	<i>Tamarix ramosissima</i> <i>Pennisetum ciliare</i>	Control	2007-actual
Área de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California Archipiélago del Espíritu Santo-Isla Cerralvo	<i>Tamarix ramosissima</i>	Control	2009-2011
Parque Nacional Arrecife Alacranes	<i>Nopalea cochenillifera</i> <i>Casuarina equisetifolia</i> <i>Xanthium strumarium</i>	Control y Erradicación	2008-2011
Reserva de la Biosfera Sian Ka'an	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Control	1995-actual
Parque Nacional Isla Contoy	<i>Cocos nucifera</i>	Control	-----

Fuente: Conanp, Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación 2009.

ACCIONES DE CONTROL Y ERRADICACIÓN DE ESPECIES INVASORAS EN ANP

Las acciones dirigidas para lograr la prevención, control y erradicación en las ANP han sido insuficientes debido a falta de información, presupuesto y especia-

listas para llevar a cabo las acciones pertinentes. En los últimos años se han mostrado avances importantes para la erradicación de este tipo de especies, en fauna específica en las Islas del Pacífico Norte y Golfo de California. Sin embargo, de 93 programas de prevención, control y erradicación que se han llevado a cabo en las ANP o zonas prioritarias de conservación, poco más de la mitad pueden ser considerados casos exitosos ya que fueron concluidos de manera satisfactoria (tabla IV), evitando que sus poblaciones se tornen perjudiciales sobre la biodiversidad, economía y salud humana (Conanp, 2009).



ESTRATEGIA NACIONAL SOBRE ESPECIES INVASORAS DE MÉXICO

El Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras propone una estrategia nacional sobre especies invasoras en México, para llevarlo a cabo en un periodo de diez años. El objetivo es enfrentar la introducción, dispersión y el establecimiento de las especies invasoras y sus efectos nocivos por medio de acciones coordinadas de todos los sectores, guiadas por una estrategia consensuada que identifique las prioridades de acción en el tema, tiempo en el cual México deberá consolidar sus sistemas de prevención, control y erradicación, además de orientar la participación y el trabajo coordinado de instituciones y sectores clave de la sociedad para alcanzar el objetivo planteado (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010). A pesar del compromiso de México, con base en acuerdos internacionales y recientemente nacionales, aún no existen lineamientos claros para la prevención, control y erradicación de las especies exóticas invasoras. No obstante, existen regulaciones que podrían ser adaptadas con facilidad para las especies

invasoras, éstas facilitarían la implementación de la estrategia nacional. La mayor parte de la regulación nacional se enfoca en la prevención y metodológicamente existen opciones que pueden ser usadas y adaptadas con este objetivo (Mendoza et al., 2014).

No obstante, las entidades y dependencias del gobierno federal, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena) y Secretaría de Marina (Semar) que tienen atribuciones en relación con la gestión de las especies exóticas invasoras, enfrentan el reto de la complejidad del tema de las invasiones biológicas; sin embargo, éstas promueven proyectos productivos que implican la introducción de especies invasoras (Mendoza *et al.*, 2014). Esto involucra la urgente necesidad de contar con los mecanismos de coordinación y colaboración que hagan posible implementar la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010).

NUEVOS ENFOQUES Y ACCIONES PARA CONTROL DE LAS ESPECIES INVASORAS

La domesticación de especies nativas es una estrategia que puede resultar interesante en el control de especies invasoras. Ésta es una tarea emprendida por instituciones como Sagarpa y Conafor para lograr el fortalecimiento de los ecosistemas con especies nativas. No obstante, estas acciones requieren de particular cuidado, por lo que es necesario seguir lineamientos



probados para evitar repercusiones negativas sobre el ecosistema y asegurar la supervivencia e integración de las especies reintroducidas (Mendoza *et al.*, 2014).

Para lograr la restauración del ecosistema invadido es necesario contar con el conocimiento de los factores que propiciaron la invasión, los elementos básicos y función del ecosistema alterado. En la mayoría de los casos, la restauración de ecosistemas invadidos no logrará la erradicación de la especie invasora, por lo que será necesario considerar opciones ante los resultados de la restauración y las medidas de manejo permanentes que permitan mantenerla como un elemento minoritario del ecosistema (Lindig-Cisneros y Riosmena-Rodríguez, 2014).



getativa, semillas sin requerimientos pregerminativos, flores perfectas) y de hábitat (Pyšek, Prach, y Smilauer, 1995; Rejmanek, 1995; Reichard y Hamilton, 1997); y solamente aspectos abióticos como el clima, competencia o depredación por especies nativas pueden controlarlas de manera natural (Lodge, 1993; Moyle, 1986; Newsome y Noble, 1986). En este sentido, estudios sobre la ecología poblacional permitirán conocer aspectos característicos que se involucran directamente en la agresividad invasiva de las mismas (Crawley, 1986).

POSIBILIDADES DE ESTABLECIMIENTO DE LAS ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN NUEVAS ÁREAS

Estas especies viajan intencionalmente o por accidente, de una región a otra, libres de competidores, enfermedades o depredadores naturales. En ocasiones proliferan en su nuevo hábitat, transformando los ecosistemas completamente y provocando que las especies nativas experimenten un proceso de desplazamiento (CCA, 2001). Para tratar de explicar el éxito en la colonización de las especies exóticas invasoras, los estudios se han enfocado en aspectos de la historia natural de las especies que las pueda inducir a un crecimiento poblacional acelerado (Flores *et al.*, 2008); de igual forma, otros se dirigen al estudio de la estructura genética para comprender la plasticidad fenotípica que incrementa un cambio potencial acelerado en la evolución de las especies invasoras (Sakai *et al.*, 2000). La capacidad de una especie para ser invasora se le puede atribuir a varios aspectos biológicos (por ejemplo, forma de crecimiento, altura de la planta, la forma de vida, reproducción ve-

CONCLUSIONES

Actualmente, es insuficiente la información sobre la distribución de especies invasoras, agresividad y distribución. Es por esto que se deben iniciar esfuerzos para conocer las especies exóticas invasoras principales de las ANP, con el objetivo de aplicar medidas de mitigación, control y erradicación. Así se podrán predecir los cambios potenciales en la distribución de las mismas y determinar la afectación a la que se enfrentan las comunidades nativas. Además, se requieren esfuerzos a nivel nacional e internacional para coordinar programas que involucren autoridades, organizaciones civiles, instituciones académicas, centros de investigación y a la población en general.





REFERENCIAS

Aguilar, V. (2005). Especies invasoras: una amenaza para la biodiversidad y el hombre. *Biodiversitas*. 60: 7-10.

Aguirre, A., y Mendoza, R. (2008). Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En R. Dirzo, R. González y I. March (eds.), *Capital natural de México*, Vol. II: estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. pp. 277-318.

Aguirre M., A., Mendoza A., R. *et al.* (2009). *Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía*, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, p. 286.

Bogdan, A.V. (1997). *Pastos tropicales y plantas de forraje (pastos y leguminosas)*. AGT, S.A.

Carlton, J.T. (2001). *Introduced species in U.S. coastal waters. Environmental impacts and management priorities*. Arlington. pp. 36.

Capdevila-Argüelles, L., Zilletti, B., y Suárez, V.A. (2013). Causas de la pérdida de biodiversidad: especies Exóticas Invasoras. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. Segunda época, Tomo X. pp. 55-75.

Chambers, N. y Hawkins, O.T. (2004). *Plantas invasoras del desierto sonorense*. Sonoran Institute, Environmental Education Exchange & National Fish and Wildlife Foundation.

Chornesky, E.A., Bartuska, A.M., Aplet, G.H., *et al.* (2005). Science Priorities for Reducing the Threat of Invasive Species to Sustainable Forestry. *BioScience*. 55(4): 335-348.

Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA). (2001). Prevención de la introducción y propagación de especies invasoras acuáticas en América del Norte: actividades del taller, 28 al 30 de marzo 2001. 81 pp.

Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. (2010). *Estrategia nacional sobre especies invasoras*

- en México, prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Conabio. (2014). *Sistema de información sobre especies invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en. URL:<http://www.biodiversidad.gob.mx/invasoras>
- Conanp. (2009b). *Diagnóstico de especies invasoras (EI) y sus efectos en las ANP de competencia federal*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Crawley, M.J. (1986). The population biology of invaders. *Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B*. 314: 711-729.
- D'Antonio, C.M., y Vitousek, P.M. (1992). Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 23: 63-87.
- D'Antonio, C.M., y Kark, S. (2002). Impacts and extent of biotic invasions in terrestrial ecosystems. *Trends Ecol. Evol.* 17(5): 202-204.
- DesertMuseum. (2008). *Buffelgrass (Pennisetum ciliare)*. Disponible en www.desertmuseum.org/invasors/invasors_buffelgrass.htm
- DOF. (2007). *Acuerdo por el que se establecen nueve direcciones regionales de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. Diario Oficial de la Federación, 20 de julio.
- Espinosa-García, F.J. (2003). *La amenaza de las plantas exóticas invasoras*. Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán, Morelia.
- Espinosa-García, F.J. (2009). Invasive weeds in Mexico: Overview of awareness, management and legal aspects. En: *Memoria del Seminario michoacano sobre la problemática ambiental de las especies introducidas*. Caso Eucalyptus. Morelia.
- Espinosa-García, F.J., y Vibrans, H. (2009). The need of a national weed management strategy in Mexico. En: T.R. Van Devender, F.J. Espinosa-García, B.L. Harper-Lore y T. Hubbard (eds.). *Invasive plants on the move: Controlling them in North America*. Based on presentations from Weeds across borders 2006 conference. Arizona-Sonora Desert Museum. Tucson, pp. 43-52.
- Flores M., J.J., Prado N., A., A.L. Domínguez O., R. et al. (2008). El carrizo gigante, especie invasora de ecosistemas riparios. *Conabio. Biodiversitas*. 81: 6-10.
- García, M., Ramírez, O., Ruiz, T., et al. (2014). Especies invasoras acuáticas en áreas naturales protegidas, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 445-468.
- Global Invasive Species Programme. (2007). *Invasive alien species and protected areas: A scoping report. Part I. Scoping the scale and nature of invasive alien species threats to protected areas, impediments to its management and mean to address those impediments*. Disponible en http://www.issg.org/pdf/publications/GISP/Resources/IAS_ProtectedAreas_Scoping_I.pdf pp. 93
- Hiremath, A.J., y Sundaram, B. (2005). The Fire-Lantana Cycle Hypothesis in Indian Forests. *Conservation and Society*. 3(1): 26-42.
- IMTA, Conabio, GECI, Aridamérica, The Nature Conservancy. (2007). *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México*, Jiutepec, Morelos. pp. 72
- Instituto de Ecología y Universidad Nacional Autónoma de México. (2010). *Estrategia adaptativa para el control de las plantas invasoras: respuesta a un problema complejo del cambio climático*. Informe final. México. pp. 159.
- IUCN. (2000). *Guía para la prevención de pérdidas de diversidad biológica ocasionadas por especies exóticas invasoras*. The World Conservation Union and the Species Survival Commission.
- Leung, B., Lodge, D.M., Finnoff, D., et al. (2002). An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. *Proceedings of the National Academy of Science USA*. 269: 2407-2413.
- Lindig-Cisneros, R., y Riosmena-Rodríguez, R. (2014). Restauración de ecosistemas acuáticos. En R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 499-505.
- Lodge, D.M. (1993). Species invasions and deletions: community effects and responses to climate and hábitat change. Pp. 367-387. En: P. M. Kareiva; J. G. Kingsolver & R. B. Huey (eds.). *Biotic Interactions and Global Change*. University of Chicago Press. Chicago.

- Mack, R.N. y Erneberg, M. (2002). The United States naturalized flora: Largely the product of deliberate introductions. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 89: 176-189.
- March, I.J., y Martínez, M. (2008). *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua–The Nature Conservancy–Conabio–Aridamérica-geci. pp. 72.
- Mendoza, R. (2014). Riesgo de introducción y medidas de prevención. En R. Mendoza y P. Koleff (coords.). *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 85-93.
- Mendoza, R., Ramírez-Martínez, C., Aguilera, C. et al. (2014). Principales vías de introducción de las especies exóticas. En R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 43-73.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC. 100 pp.
- Mooney, H.A., y Cleland E.E. (2001). The evolutionary impact of invasive species. *PNAS*. 98(10): 5446-5451.
- Moyle, P.B. (1986). Fish introductions into North America: patterns and ecological impact. Pp. 27-43. En: H. A. Mooney y J. A. Drake (eds.). *Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii*. Springer-Verlag. N. Y.
- Newsome, A.E., y Noble, I.R. (1986). Ecological and physiological characters of invading species. Pp. 1-20. En: R. H. Groves y J. J. Burdon (eds.). 1986. *Ecology of Biological Invasions*. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Ortiz M., A. (2014). Gestión de las especies exóticas invasoras: análisis de la legislación mexicana. En R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 169-184.
- Pimentel, D., Lach, L., Zúñiga, R. et al. (2000). Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience*. 50 (1): 53-65.
- Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., et al. (2001). Economic and environmental threats of alien plant, animal and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 84: 1-20.
- Pimentel, D., Zuniga, R., y Morrison, D. (2005). Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics*. 52: 273-288.
- Pyšek, P., Prach, K., y Smilauer P. (1995b). Relating invasion success to plant traits: an analysis of the Czech alien flora. Pp. 39-60. En: P. Pyšek; K. Prach; M. Rejmanek & M. Wade (eds.). *Plant Invasions-General Aspects and Special Problems*. SPB Academic. Amsterdam.
- Reichard, S.H., y Hamilton, C.W. (1997). Predicting invasions of woody plants introduced into North America. *Conserv. Biol*. 11: 193-203.
- Rejmanek, M. (1995). What makes a species invasive? Pp. 3-13. En: P. Pyšek; K. Prach; M. Rejmanek & M. Wade (eds.). *Plant Invasions-General Aspects and Special Problems*. SPB Academic. Amsterdam.
- Sakai, A.N., Allendorf, F.W., Holt, J.S., et al. (2000). The Population Biology of Invasive Species. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*. 32: 305-332.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2009). 413 St. Jacques Street, Suite 800 Montreal, Quebec, Canada H2Y 1N9.
- Semarnap. (1997). *Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural, 1997-2000*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca–Instituto Nacional de Ecología. pp. 207
- ScienceDaily. (2002). *Buffelgrass, An Invader dueling Wildfires In The Sonoran Desert*. Disponible en: www.sciencedaily.com/releases/2002/05/020517075618.htm
- Veitch, C.R., y Clout, M.N. (2002). *Turning the Tide: The Eradication of Invasive Species*. IUCN. Suiza.
- Villaseñor, J.L., y Espinoza-García, F.J. (2004). The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and distributions*. 10: 113-123.
- Vitousek, P., D'Antonio, C.M., Loope, L.L., et al. (1996). Biological invasions as global environmental change. *American Scientist*. 84: 468-478.
- Wilcove, D.S., Rothstein, D., Dubow, J., A. et al. (1998). Quantifying threats to imperiled species in the United States. *Bioscience*. 48(8): 607-615. www.sciencedaily.com/releases/2002/05/020517075618.htm

Obtención de lixiviados de raquis de plátano: uso potencial en cultivos

J.C. Noa-Carrazana*, A. Valencia-Ordoñez**, V. Chávez-Estudillo*, J. Jarillo-Rodríguez***, N. Flores-Estevez*, C. Córdova-Nieto*, S. Jarillo-Galindo*, R. Montero-Casas*, R. Escobar-Hernández****

El plátano o banano (*Musa* spp.) es una planta perteneciente a las monocotiledóneas de gran dispersión por la franja tropical del mundo, su consumo es mundial debido a su disponibilidad, valor nutritivo y bajo costo. Es rico en vitaminas B6, C y A, tiene alto contenido de potasio, magnesio, calcio y fibra dietética; es bajo en sodio, no contiene grasas ni colesterol (FAO, 2012). En México, los plátanos se cultivan de manera regular en 17 estados, siendo los más destacados Chiapas, Tabasco, Veracruz y Colima, que de manera global representan 75% de la producción. Veracruz es uno de los estados más productivos con un volumen anual aproximado de 2 millones 208 mil toneladas (Sagarpa, 2017). En Veracruz se reconocen dos principales zonas productoras de plátano: la Cuenca del Papaloapan y la región Nautla. En esta región se localiza el municipio de Tlapacoyan, con una economía local que depende en alto grado de la actividad platanera (Susan-Tepetlan *et al.*, 2017).

La producción del cultivo del plátano se ve limitada por diversos factores, entre los que se cuentan la falta de agua, las enfermedades y la fertilización. Para atender las problemáticas de plagas y enfermedades, las estrategias más socorridas incluyen el uso de plaguicidas sintéticos, la utilización de fertilizantes minerales y la obtención de genotipos con resistencia (Hernández *et al.*, 2007). Aunque el uso de agroquímicos sintéticos que se manejan de manera inadecuada puede ocasionar daños a la salud y al ambiente (Guzmán-Cabrera *et al.*, 2017). Lamentablemente, el aumento de la demanda de productos agrícolas y la resistencia de las plagas han orillado a los productores a incrementar los insumos de agroquímicos para sus parcelas, esto ha incidido en la disminución de sus ganancias e inclusive, en algunos casos, el abandono de las parcelas.

Durante el proceso productivo del plátano se generan grandes cantidades de desechos orgánicos, como la fruta de rechazo, los tallos, la hojarasca y principal-

mente los raquis. Entre los desechos del plátano con alto valor nutricional se encuentra el raquis, también llamado pinzote o vástago, tiene una forma helicoidal y es el responsable del sostén de los racimos. Cuando los plátanos son empaquetados, el raquis termina siendo un remanente.

La lixiviación de estos desechos constituye una oportunidad de reutilización de nutrientes a un bajo costo y con la oportunidad de realizar este proceso asociado a las fincas o las empacadoras; venciendo la resistencia a utilizar fertilizantes orgánicos que, aunque ya se encuentran en el mercado, no son totalmente aceptados por los productores (Salazar-Sosa *et al.*, 2010). Los lixiviados, además del aporte nutricional, se han estudiado por su potencial para controlar plagas, lo que se atribuye principalmente a la composición de la comunidad de microorganismos presentes en ellos (Staley *et al.*, 2012).

Los lixiviados de raquis se han evaluado en el cultivo de tomate, encontrándose una mayor actividad microbiana en la etapa de floración y cosecha (Muños y Madriñan, 2005). También han sido efectivamente probados en el control del mildius polvoso y en la producción de rosas (Alvarez *et al.*, 2010). En otro estudio se observó un efecto bioestimulante sobre el crecimiento de plántulas de plátano en viveros, aumentando la producción de biomasa foliar y el crecimiento radical cuando se adicionó ácido húmico extraído del raquis (Russo, 1995). Además, el raquis ha sido empleado como ingrediente para la fabricación de harinas, papel,

Universidad Veracruzana:

* Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada;

** Facultad de Ingeniería y Ciencias Químicas.

*** Universidad Nacional Autónoma de México.

**** Benemerita Universidad Autónoma de Puebla.

Contacto: jnoa@uv.mx

tros resultados en condiciones piloto de campo obtuvieron en promedio 300 litros de lixiviado por tonelada de raquis apilados, con una eficiencia de alrededor de 30%. En condiciones de invernadero también se comprobó la viabilidad de obtención de lixiviados usando charolas, pero la eficiencia del proceso fue ligeramente menor (25%). Los lixiviados presentaron un pH básico (10.2) y los nutrientes presentes variaron en un rango similar según la escala de elaboración, campo o invernadero, obteniéndose así: nitrógeno (N 45500.0-3640.0 ppm), fósforo (P 15901.0-12720.8 ppm), potasio (K 66327.0-42208.0 ppm), calcio (Ca 14910.0-14910.0 ppm) y magnesio (Mg 15338.0-1415.4 ppm), hierro (Fe 14720.0-16822.8 ppm), cobre (Cu 14701.0-7350.5 ppm) y sodio (Na 14818.0-10584.2 ppm). Las cantidades más significativas en la obtención de lixiviados de raquis de plátano cultivar dominico se obtuvieron a partir de 20 días, mientras que la colección en la variedad morado fue mayor a partir los 25 días. De manera significativa, el potasio (K) es el nutriente que se recupera en mayor cantidad, con una eficiencia de 6% y una concentración de alrededor de 13 g/kg de raquis en condiciones de ensayo piloto en campo, dependiendo del cultivar utilizado. En condiciones de pequeña escala experimental la productividad fue menor (12 g/kg) con eficiencia de 4%.

Resultados preliminares de nuestro grupo de investigación, en términos de la evaluación de diferentes niveles de aplicación de lixiviado, en comparación con fertilización tradicional (N, P y K) sobre la producción de materia seca y los componentes morfológicos de tres monocotiledóneas de los géneros *Brachiaria* y *Paspalum* y *Musa*, indican que el aporte de los lixiviados es significativo (pruebas Tukey $p < 0.005$) cuando se com-

paran las medias con un testigo no tratado y la fertilización comercial (NPK) en épocas de lluvias (figura 3). Estos resultados sugieren que la utilización de estos lixiviados puede ser de gran valor al reincorporar al suelo una fracción considerable (20%) de los requerimientos de pastizales, plantaciones de fomento de plátanos y en viveros de plántulas. Así, los lixiviados de raquis pueden contribuir a la nutrición de las propias parcelas de plátano, esencialmente en el gran aporte de potasio, el nutriente más importante e indispensable para el desarrollo de frutos. Complementariamente, pequeñas cantidades de estos lixiviados podrán aportar una mayor diversidad de nutrientes (N, Fe, Mn, Na y Cu) al suelo, con el fin de obtener un buen desarrollo del cultivo. El uso de éstos, además de ayudar a la nutrición, también podrán mitigar la incidencia de algunas enfermedades; sin embargo, esta parte de la investigación aún falta por concluirse. En este sentido se ha comenzado a estudiar el efecto de algunos elementos como el silicio, cobre, calcio, boro y zinc sobre la severidad del ataque de la sigatoka negra (Azofeifa *et al.*, 2010).

El lixiviado de raquis de plátano puede ser un excelente complemento en la fertilización de los cultivos, debido a la diversidad de nutrientes que presenta. A pesar de que sólo recuperan una fracción de nutrientes considerados como bajos respecto a las cantidades que se señalan como necesarios en los manuales técnicos de los cultivos, es posible utilizarlos en determinadas etapas del desarrollo de los cultivos. El uso de estos lixiviados podría contribuir a mitigar la incorporación de altas concentraciones de fertilizantes y permitir recuperación ecológica de los nutrientes al suelo y las comunidades de organismos que en él habitan. Entre las perspectivas potenciales de este trabajo estamos in-



Figura 2. Raquis de plátano y lixiviados obtenidos en Tlapacoyan, Veracruz (imagen: Valencia-Ordoñez, 2015).



Figura 1. Diversidad de plátanos cultivados en la región centro del estado Veracruz (imagen: Noa-Carrazana, 2014).

violes, fermentos, forraje para ganado (FAO, 2012) y como un mecanismo de germinación de algunas semillas agrícolas (Oracz, 2012).

Investigaciones sobre el potencial para el control de hongos fitopatógenos a través de las aplicaciones de lixiviados han sugerido la viabilidad de estos productos (Xu *et al.*, 2012). En Costa Rica se han realizado investigaciones con lixiviados, principalmente para controlar la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) (Escobar y Castaño, 2005). A pesar de que existen trabajos sobre la caracterización de los lixiviados de diferentes orígenes, son escasos los estudios integrales que aborden todos los aspectos de obtención y usos de éstos. Actualmente se conoce que poseen alto contenido de sodio, potasio, nitrógeno (Popa y Green, 2012), fósforo (Yang *et al.*, 2012), materia orgánica (Cheyns, 2009) y actinomicetos (Cuesta *et al.* 2012).

En Veracruz, estas técnicas de control están comenzando a tomar auge. Es por ello que la Universidad Veracruzana, a través de su programa del Posgrado en el Instituto de Ecología y Biotecnología (Inbioteca), se encuentra estudiando este proceso de producción de lixiviados de raquis, sus componentes y su efecto nutricional en diferentes especies de monocotiledóneas, entre ellas cultivos de plátanos y control de enfermedades.

LA OBTENCIÓN DE LIXIVIADOS

El proceso de obtención del lixiviado de los raquis de plátano comienza con la descomposición de los vástagos

aún verdes que pasan por la sucesión de varias etapas. En ellas se clasifica la especie o cultivar de procedencia del raquis, la empacadora o finca de procedencia y finalmente la caracterización de las propiedades presentes, siguiendo la metodología de Alvares *et al.* (2013). Nuestro grupo ha realizado trabajos en campo y en invernadero en el Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (Inbioteca). Los raquis previamente seleccionados se apilan para formar las unidades de lixiviados, en nuestro caso se utilizaron las variedades dominico y morado. Para el piloto de campo se utilizaron contenedores de malla electrosoldada con cobertura de plástico y capacidad para media tonelada. Para el estudio a escala de investigación en invernadero, cada pila de 10 kg se colocó en una charola individual con orificios, apilándolas sobre otra para la colecta. Las pilas comenzaron a lixiviar a partir del día 15 y su agotamiento ocurrió hasta los 45 días. Estos primeros lixiviados obtenidos fueron depositados nuevamente en la pila con la finalidad de acelerar la descomposición. Los lixiviados fueron colectados periódicamente en botellas color ámbar y se almacenaron a 4°C (figura 2). Todas las muestras fueron analizadas en el laboratorio del Centro de Edafología del Colegio de Postgraduados (Colpos), Campus Montecillo, Estado de México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nuestros registros sugieren que algunas variables externas, como el origen o tipo de vástago, los niveles de turgencia de los mismos, así como la época del año, pueden influir sobre la obtención de lixiviados. Nues-



Figura 3. Usos y aplicaciones potenciales del lixiviado de raquis de plátanos en biofertilización de pastos (*Brachiaria*, *Paspalum*) plátanos (imagen: Noa-Carrazana, 2015).

teresados en la caracterización microbiológica de los lixiviados de raquis con la finalidad de comprender con mayor profundidad las posibles aplicaciones como un controlador biológico. A la fecha nuestro grupo se encuentra realizando otras evaluaciones de los lixiviados obtenidos con miras a comprender mejor su uso y su potencial y la interacción con la microbiota del suelo y el biocontrol.

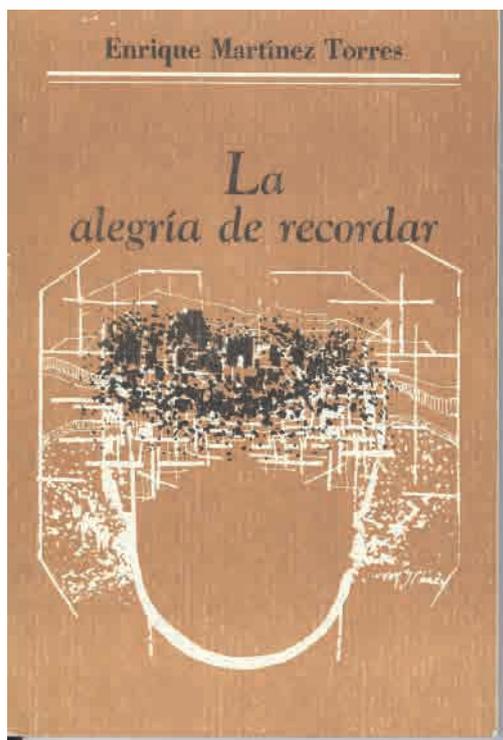
AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo expresan agradecimientos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), proyecto CB179879. Al “Proyecto de creación y consolidación de una planta piloto para la evaluación y producción de lixiviado de raquis de plátano dominico” (Conacyt-Secretaría de Economía 2013). A la Universidad Veracruzana a través del Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (Inbioteca), quien nos ha brindado las facilidades de formación académica y de recursos materiales para el desarrollo del trabajo. Al cuerpo académico CA-UVER-234 “Biotecnología aplicada a la ecología y la sanidad vegetal”. Al Biol. Rogelio Lara González, por su apoyo en el trabajo de campo. A la Asociación de Productores de Plátano de Tlapacoyan, Veracruz, por las facilidades y el apoyo al acceso de parcelas.

REFERENCIAS

- Álvarez E., Pantoja, A., Ceballos, G. *et al.* (2013). *Producción de lixiviado de raquis de plátano en el Eje Cafetero de Colombia*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- Álvarez, E., Grajales, C., Villegas, J. *et al.* (2010). *Control of powdery in Roses by Applying Lixiviated Plantain Rachis Compost*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- Azofeifa, D., Martínez, I., Furcal, P., *et al.* (2010). Fertilización foliar con Ca, Mg, Zn y B en banano (*Musa* AAA, cv. grande naine): efecto sobre la severidad de la sigatoka negra, el crecimiento y la producción. *Corbana*. 35-36(62): 49-65.
- Cheyns, K. (2009). Effects of dissolved organic matter (DOM) at environmentally relevant carbon concentrations on atrazine degradation by *Chelatobacter heintzii* SalB. *Applied microbiology and biotechnology*. 95(5): 1333-41.
- Cuesta, G., García-de-la-Fuente, R., Abad, M. *et al.* (2010). Isolation and identification of actinomycetes from a compost-amended soil with potential as biocontrol agents. *Journal of Environmental Management*. 95, S280-S284.
- Escobar-Velez, J.H. y Castaño-Zapata, J. (2005). Fulvic acid applications for the management of diseases caused by *Mycosphaerella* spp. *Infomusa*. 14(2): 15-17.

- FAO. (2012). *Panorama general de la producción y el comercio mundial de banano*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación.
- Guzmán C., A., Noa C., J.C., Escalante R., M.A. *et al.* (2017). Residualidad de plaguicidas en suelos dedicados al cultivo de banano dominico (*Musa spp.*) en Tlapacoyan Veracruz y sus posibles efectos a la salud. *UVserva*. 4: 58-66.
- Hernández, R., Ramírez, T., Noa-Carrazana, J.C., *et al.* (2007). Generation of five new *Musa* hybrids with resistance to black sigatoka and high yield. *Amer. J. Agric. & Biol. Sci.* 2(2): 43-48.
- Muñoz, R.E., y Madriñán M., R. (2005). Efecto de lixiviados del raquis de plátano sobre la actividad y biomasa microbiana en floración y cosecha del tomate. *Acta Agronómica*. 54(1).
- Oracz, K. (2012). Myriganone A inhibits *Lepidium sativum* seed germination by interference with gibberellin metabolism and apoplastic superoxide production required for embryo extension growth and endosperm rupture. *Plant & cell Physiology*. 53: 81-95.
- Popa, R., y Green, T. (2012). Using black soldier fly larvae for processing organic leachates. *Journal of economic entomology*. 105(2): 374-8.
- Russo, R. (1995). Efecto de un bioestimulante húmico extraído del raquis de banano (pinzote) sobre el crecimiento de plántulas de banano (*Musa AAA* subgrupo "Cavendish" clon Gran Enano). *Agronomía Mesoamericana*. 6: 130-133.
- Sagarpa. (2017). *Producción de plátano "hecho en México" aumenta siete por ciento*. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/prensa/produccion-de-platano-hecho-en-mexico-aumenta-siete-por-ciento>
- Salazar-Sosa, E., Trejo-Escareño, H.I., López-Martínez, J.D. *et al.* (2010). Efecto residual de estiércol bovino sobre el rendimiento de maíz forrajero y propiedades del suelo. *Terra Latinoamericana*. 28(4): 381-390.
- Staley, B.F., De los Reyes, F.L., y Barlaz, M.A. (2012). Comparison of Bacteria and Archaea communities in municipal solid waste, individual refuse components, and leachate. *FEMS Microbiol. Ecol.* 79(2): 465-473.
- Susan-Tepetlan P.V., Noa-Carrazana J.C., y Flores-Estevez N. (2017). Estado del cultivo de plátano (*Musa sp.*) en el Municipio de Tlapacoyan, Veracruz. *UVserva*. 4: 81-83.
- Xu, D., Raza, W., Yu, G. *et al.* (2011). Phytotoxicity analysis of extracts from compost and their ability to inhibit soil-borne pathogenic fungi and reduce root-knot nematodes. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 28(3): 1193-1201.
- Yang, S.H., Hong, S.H., Cho, S.B. *et al.* (2012). Characterization of microbial community in the leachate associated with the decomposition of entombed pigs. *J Microbiol. Biotechnol.* 22: 1330-5.



La alegría de recordar
Enrique Martínez Torres
Capilla Alfonsina Biblioteca Universitaria-UANL
Monterrey, 1989.

José Roberto Mendirichaga*

A casi 30 años de la publicación del libro *La alegría de recordar*, del abogado, exrector de la UANL y hombre de singular talento, Enrique Martínez Torres (1916-2016), bueno es evocar su libro, el cual contiene relatos muy amenos y que refieren, en su mayor parte, vivencias infantiles y estudiantiles del autor.

La obra se divide en tres partes: “El regreso a mi lugar”, “Abogados en agraz” y “De otros lugares”, incluyendo una nota biográfica del maestro Genaro Salinas Quiroga, también exrector de la institución. Encabeza el libro un prólogo, en el que el autor agradece a Raúl Gracia Garza la primera lectura del libro, capturado mecanográficamente por Esther Morales de Villanueva.

Va una síntesis temática del libro, para que el lector pueda asomarse a *La alegría de recordar*:

- I. Don Vicente Torres, “[...] este mi Señor Abuelo que fue todo un hombre, porque sin siquiera conocer la luz del alfabeto, me supo transmitir el cariño a la vida”; “¿Qué fue de aquellos rapaces que como cervatillos inquietos saltaban por las márgenes del río, en aquel barrio de mi ciudad natal?”; “De las fiestas religiosas [...], las del 12 de diciembre o Día de Guadalupe es la que llevo más grabada en mi recuerdo [...]. Entre los danzantes destaca el viejo de la danza [...]. Lo malo fue que también encontró propicio para sus gracejadas la presencia de los rapaces [...]. Le dio por partir tras de ellos, gritando y restallando el látigo [...]. Al principio le siguieron el juego, pero luego sintieron que los chicotazos iban en serio [...]. Agraviados ante esta embestida [...] los muchachos esta vez se perdieron por el portillo y se escurreron perdiéndose en la obscuridad. El viejo brincó el portillo y en el salto libró la vereda y, al faltarle el suelo, el grito se convirtió en alarido de terror cuando se fue volando por los aires [...]”; la historia de “Toñito quiere galletas”; la fallida serenata del maestro peluquero; los aurigas o cocheros de las jardineras y la travesura de un grupo de la generación 1930-1934 al viejo “Contreras”, ideada por Manuel Parreño, compañero del autor del libro, son este grupo de relatos.

*Universidad de Monterrey.

Contacto: jose.mendirichaga@udem.edu

- II. Abre esta segunda parte con una descripción de la región montana Plaza Zaragoza, la Escuela de Verano, el Círculo Mercantil, Sanborn's del centro, el paseo de los domingos: sitio de encuentro de muchachos y muchachas... y más travesuras de los estudiantes; enseguida aparece el siguiente relato, que versa sobre las novatadas en Leyes y cómo el grupo de 36 alumnos de primer año se mantuvo unido, estudiando mucho y aprendiendo en los juzgados, "fruto en agraz" que habría de madurar en "la actividad profesional y la escuela de la vida"; viene luego la comida en el Topo Chico, donde se destaca la participación del autor junto con la de sus compañeros Óscar Treviño Garza, Ricardo Margain Zozaya, Óscar Ayarzagoytia y Mauro Martínez; después aparecen anécdotas sobre el béisbol estudiantil, donde figuran varios de los ya mencionados, más Salvador Garza Salinas, Ricardo Flores de la Rosa, Rodolfo González Castillo, el maestro Genaro Salinas Quiroga y su hijo Genaro Salinas Ruiz; y cierra esta sección con la pesada travesura hecha en despedida de soltero al compañero quien contraería matrimonio al siguiente día y fue enyesado sin necesitarlo luego de la borrachera de la despedida, para así ir "yesificado" al altar y al viaje de bodas... y enterarse después de que todo había sido una farsa.
- III. En la tercera parte de *La alegría de recordar*, Enrique Martínez Torres (EMT), siguiendo a Alfonso de Alva en su libro *El alcalde de Lagos* (tierra de don Ricardo Covarrubias y del maestro Pedro Reyes Velázquez, entre otros), refiere la salomónica decisión del alcalde, al

juzgar sobre una controversia asnal; el siguiente relato trata de otra travesura hecha en Llera, Tamaulipas, a un cazador cojo al que dieron orines humanos a beber, para curarlo de un supuesto piquete de víbora; "El ataúd" es un simpático cuento sobre un pasajero que, en el techo de un autobús, para guarecerse de la lluvia, se metió a un ataúd nuevo, dando un susto mayúsculo a otro pasajero, quien pensó que el "muerto" había resucitado; como penúltimo relato está lo que sucedió entre Cirilo y don Jesús, agregando los versos de: "Si te encontrases a un tuerto / te salvarás de milagro, / ponle las cruces a un cojo / y Dios te libre de un calvo". Y finalmente la anécdota de Cayetano y aquel jefe de policía que hubo de pagar la deuda de una camioneta, lo que se dio mediante un ardid del primero.

En síntesis, se trata de un libro de amenos relatos, la mayor parte de ellos salpicados con humor norestense y mucho del ingenio y buena prosa del autor. El libro de 122 páginas lleva un retrato a lápiz del profesor Alfonso Reyes Aurrecoechea hecho a EMT y viñetas de Jaime Flores. Cuidaron de la edición el propio autor y Francisco Soto Armendáriz. Se imprimió en la Facultad de Ciencias de la Comunicación, siendo rector Gregorio Farías Longoria; secretario general, Lorenzo Vela Peña; y director de la Capilla Alfonsina, Porfirio Tamez Solís.



Imaginaria

¿Te interesa la ciencia, ciencia ficción o ciberpunk?

Te invitamos a publicar con nosotros tus cuentos, poemas, fotografías, dibujos o comics.

Escríbenos para más información,
revista.ciencia@uanl.mx



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



 Revista CIENCIA UANL

 @Ciencia_UANL

 Revista CIENCIA UANL

CIENCIA EN BREVE



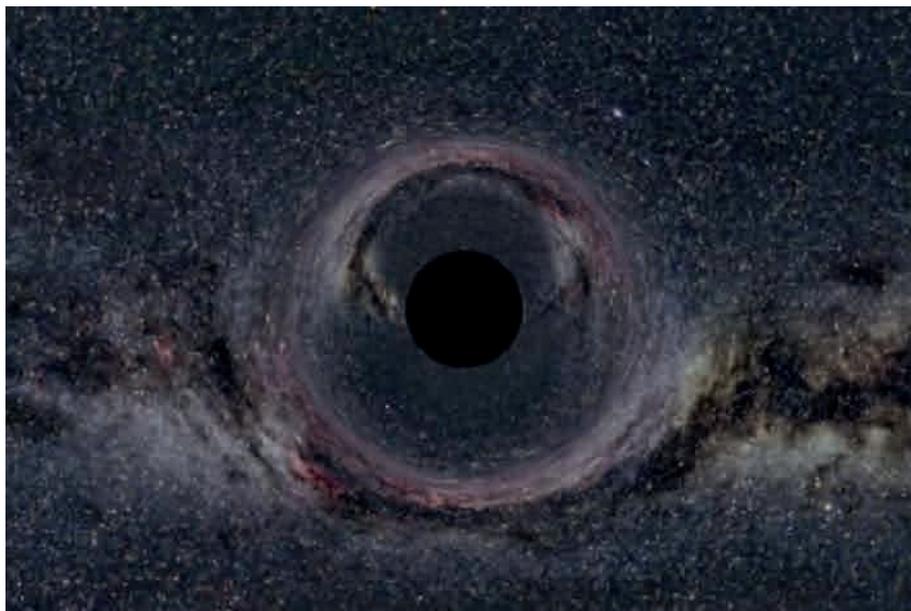
El agujero negro más rápido

Hace poco leí una noticia que me pareció un cuento, decía que había un agujero negro que se traga un sol cada dos días! Qué hambriento debe estar, pensé. Pero no, no se trataba de algún cuento, es realidad. Y es que los agujeros negros hoy son parte del vocabulario de muchas personas que no tienen una relación directa con la astrofísica ni la cosmología. Gracias a películas de ficción como *Interstellar* (2014) y a científicos como Stephen Hawking, esas formaciones del universo con un campo gravitatorio tan fuerte que ninguna partícula puede salir de él, son conocidas por buena parte del público general.

Ahora déjame decirte un nuevo hallazgo: científicos de la Universidad Nacional Australiana (ANU) aseguraron que encontraron el que puede ser el agujero negro que más rápido ha crecido.

Fue detectado a 12 mil millones de años luz de distancia de la Tierra por el telescopio SkyMapper del Observatorio de Siding Spring de la ANU, situado a unos 480 kilómetros al noroeste de Sídney, con ayuda del satélite Gaia de la Agencia Espacial Europea. Este agujero tiene un nombre difícil de memorizar: QSO SMSS J215728.21-360215.1; ¿te animas a aprendértelo?

Según Christian Wolf, de la Escuela de Astronomía y Astrofísica de la ANU, “este agujero negro crece tan rápido que brilla miles de veces más que una galaxia entera debido a los gases que devora diariamente causando mucha fricción y calor”. De acuerdo con la ANU, este agujero negro existía cuando el Universo, que tiene unos 13,800 millones de años, tenía tan sólo 1,200 millones de años. Su tamaño equivale a 20,000 millones



de soles y tiene una tasa de crecimiento de alrededor de un uno por ciento por cada millón de años.

Sus descubridores consideran que esta clase de agujeros negros brillan y pueden convertirse en modelos para observar y estudiar la formación de elementos en las galaxias tempranas del Universo (fuente: Agencia Efe).

Domando burros desde tiempos inmemoriales

Con mi burrito sabanero voy camino de Belén... así reza un villancico muy conocido que muchos de nosotros hemos escuchado o incluso cantado en alguna fiesta, en la escuela, casa o en la oficina. Y es que el animalito que ahí se menciona es muy conocido por su capacidad de carga. Tal vez por eso, un estudio publicado en la revista *PLOS One* revela que fueron domesticados mucho antes que los caballos. Haskel Greenfield, de la Universidad de Manitoba (Canadá), líder del equipo, resalta la importancia del hallazgo ya que estos animales son usados en muchos países como medio de transporte.



La investigación señala que humanos que habitaban el Próximo Oriente para el año 2,700 a.C., ya domaban burros. Los antropólogos llegaron a esta conclusión luego de encontrar los restos de un burro doméstico. El esqueleto del animalito fue hallado mientras excavaban cerca de una casa en Tell es-Sâfi, actualmente conocida como Gath (Israel). Los investigadores creen que fue una ofrenda de sacrificio antes de la construcción de la vivienda, hace más de 4,000 años.

Greenfield determinó por medio de un estudio microscópico que el esmalte dental del animal indica que las personas utilizaron una especie de bozal o broca dental para domesticarlo.

Los resultados del estudio sugieren que los humanos comenzaron a domesticar burros mucho antes que caballos, cuya domesticación se registra en el año 2,000 a.C. Los burros tradicionalmente han sido usados por sus capacidades de soportar altas cargas de peso durante recorridos largos.

Greenfield y su equipo destacaron que esta evidencia enfatiza la importancia de los burros como animales domésticos y recordaron que continúa impactando en la vida política, social y económica de muchos países del tercer mundo donde siguen siendo un medio importante de transporte (fuente: Agencia Efe).



¿Cómo cuidaban sus huevos los dinosaurios?

¿Alguna vez has visto cómo empollan sus huevos las gallinas? Seguramente tu respuesta es afirmativa; ahora, ¿te has preguntado cómo lo hacían los dinosaurios, sobre todo para no aplastarlos debido a su gran tamaño? Suena interesante ¿no crees? Pues déjame decirte que investigadores del Museo de la Universidad de Nagoya (Japón), han estudiado cerca de tres docenas de nidadas de huevos fosilizados pertenecientes a diferentes especies de ovirraptorosaurios, un grupo de dinosaurios

carnívoros emplumados, y han descubierto la sofisticada estrategia que seguían para empollar sus huevos sin aplastarlos: se colocaban en un espacio abierto en el centro de un anillo de huevos, y no encima de ellos. Un comportamiento del que no se tiene constancia en las aves modernas.

Las nidadas de las especies más grandes también tenían aberturas más grandes en el centro según el es-

tudio publicado en *Biology Letters*. Para los científicos, esto permitió que los padres más grandes de ovirraptorosaurio se acomodaran en el centro de la nidada, reduciendo la carga de peso sobre los huevos y manteniéndolos calientes.

Aunque no es posible determinar la especie exacta de ovirraptorosaurio sólo con los huevos fósiles, los investigadores dividieron éstos en tres clasificaciones basadas en el tamaño. Los más pequeños, de menos de 170 milímetros de longitud, se asignaron al grupo *Elongatoolithus*, que probablemente incluía especies de hasta 100 o 200 kilos, similar a los avestruces. Los huevos de tamaño medio se asignaron al grupo *Macroolithus* y los huevos más grandes, de más de 240 milímetros de largo, al grupo *Macroelongatoolithus*.



sieron los huevos más grandes pudieron haber pesado ¡hasta dos toneladas!

A finales de 2017, se informó del hallazgo de más de 200 huevos fosilizados de pterosaurio, reptiles voladores que vivían junto a los dinosaurios, en el noroeste de China. Lo sorprendente es que

muchos aún cuentan con sus embriones perfectamente preservados, según el trabajo publicado en *Science*. Los pterosaurios (*Hamipterus tianshanensis*) fueron las primeras criaturas, después de los insectos, que pudieron volar en lugar de sólo saltar y deslizarse. Se sabe, además, que existieron hace

El quipo midió el diámetro de la nidada y, si había uno, el diámetro del orificio en el centro de la misma. Para la especie más grande, el agujero ocupó la mayor parte del área de la nidada. Los dinosaurios que pu-

225 millones de años y se extinguieron hace 65. Aunque los científicos han estudiado a estos reptiles durante casi dos siglos, no se habían encontrado sus huevos hasta principios de la década pasada (fuente: Agencia N+1).

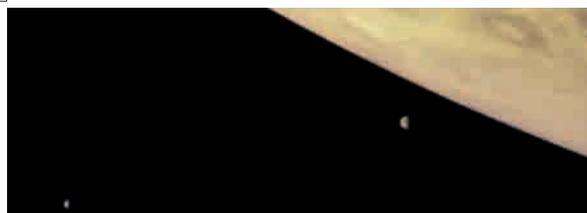


¿Vida en Júpiter?

¿Te gustaría irte a vivir a otro planeta? O imagina ir de vacaciones y acampar en una luna y tener como espectáculo un enorme planeta. Suena divertido, ¿no? Pues un nuevo análisis de las mediciones realizadas hace más de 20 años por la nave espacial Galileo de la NASA en la capa helada de Europa, una de las lunas de Júpiter, ha revelado que ésta podría tener los ingredientes suficientes para sustentar vida.

El nuevo informe apunta a que Galileo, un satélite que investigó Júpiter y sus lunas durante casi 14 años, voló a través de una enorme pluma de vapor de agua que salió de la superficie helada de Europa en forma de géiser y alcanzó una altura de cientos de kilómetros.

El estudio, liderado por Xianzhe Jia, de la Universidad de Michigan, parece confirmar una idea que surgió a partir de observaciones del Telescopio Espacial Hubble, tomadas en 2012. En 1997, cuando la sonda Galileo volaba a unos 200 kilómetros por encima de la



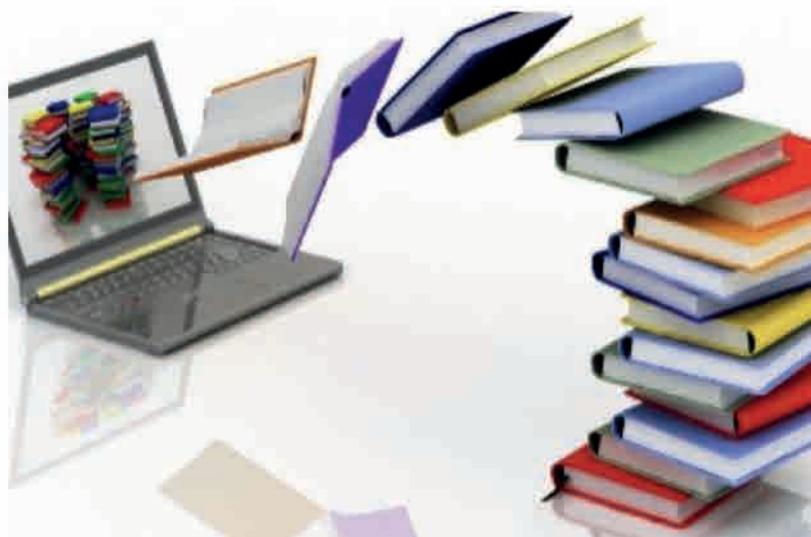
superficie de Europa, el equipo encargado no sospechó que el satélite hubiera traspasado una pluma de vapor de agua salida de la luna helada.

Basándose en lo que los científicos aprendieron al explorar las plumas en Encélado, una de las lunas de Saturno, y después de realizar varios estudios en tres dimensiones, concluyeron que en Europa también ocurre ese tipo de movimientos superficiales.

Este hallazgo es una buena noticia para el proyecto Europa Clipper, que volará cerca de esa luna a bajas latitudes. Si las plumas arrojan vapor desde el océano helado de Europa, la misión podría tomar muestras del líquido y partículas de polvo congelado para verificar la teoría anunciada (fuente: Agencia Efe).

Novedades en el aprendizaje en línea

¿A quién no le ha pasado que le encargan una tarea en línea, pero a la hora de resolverla no tiene ni idea de lo que va a hacer? Seguramente a muchos, y es que en ocasiones estas tareas no cuentan con la suficien-



te información para resolverlas, o bien, los programas que nos pueden ayudar no se pueden correr en nuestras computadoras. Al respecto, investigadores de la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) (España) exploran en un experimento el concepto de “aprendizaje transgénico”, un acercamiento disruptivo al aprendizaje en línea mediante el cambio de métodos convencionales de distribución de software por contenedores virtuales, una tecnología que permite el desarrollo de aplicaciones en cualquier infraestructura con un mínimo de soporte.

Los investigadores realizaron el experimento con esta tecnología –concretamente con una implementa-

ción específica llamada Docker– en una asignatura de física en la Escuela de Ingeniería de UNIR. Los contenedores fueron utilizados para distribuir a los estudiantes las tareas propuestas.

Los contenedores estaban “enriquecidos” con las herramientas necesarias de software, así como con ejemplos y manuales complementarios de soluciones. El estudio muestra que aumentó la satisfacción de los estudiantes –un 80% indicó estar satisfecho o muy satisfecho– así como su participación durante el tiempo que estuvo disponible el contenido, que fue tratado como un recurso educativo abierto al que los estudiantes pudieron acceder libremente durante seis meses.

El estudio, publicado en la revista *Distance Education*, concluye que la combinación de los recursos educativos

en contenedores virtuales con canales de distribución abierta puede ser uno de los ejes principales para el aprovechamiento de la educación abierta en las áreas STEAM (acrónimo de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, por sus siglas en inglés).

La tecnología ofrecida por los contenedores virtuales, a pesar de contar con grandes ventajas gracias a la simplificación que permiten y a su capacidad de adaptación (tanto en escenarios de desarrollo como de producción), no ha sido hasta el momento utilizada en el ámbito académico ni en el del aprendizaje en línea; esperemos que pronto esté al alcance de todos, seguramente más de uno lo vamos a agradecer (fuente: UNIR).



Una ‘app’ contra las alergias

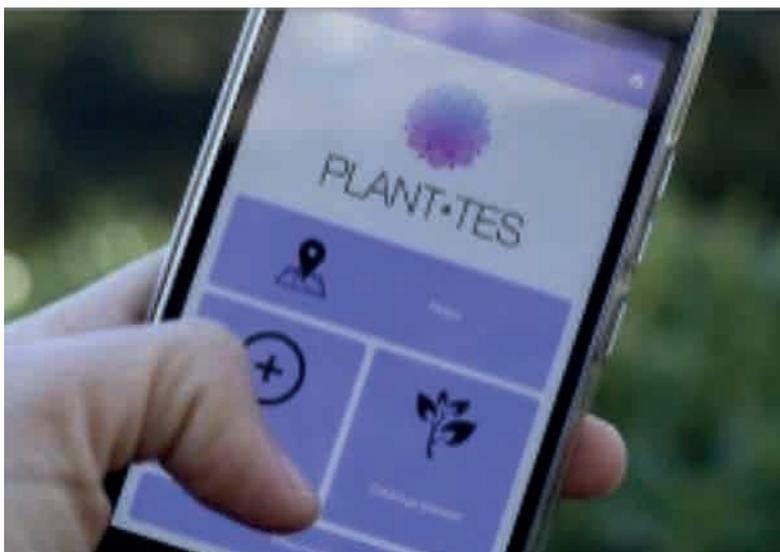
Tengo un amigo que es alérgico prácticamente a todo, y todos los días lucha contra los elementos que le provocan las alergias. Seguramente tú también conoces a alguien así. ¿Te imaginas cuánto mejoraría su vida si pudiera evitar rutas donde hay más elementos alérgicos? Pues ese momento no está muy lejano, ya que el Punto de Información Aerobiológica (PIA), en co-

laboración con el Centre de Visió per Computador de la UAB (Catalunya, España), han puesto en marcha la aplicación Planttes. Nacida como ejercicio práctico en una colaboración con el máster de diseño de la Escuela de Diseño de Barcelona, la app está pensada como una herramienta de ciencia ciudadana.

El objetivo de Planttes es invitar a los ciudadanos a colaborar en la configuración del mapa de las posibles alergias en las calles de las ciudades y pueblos. Esta aplicación se encuentra disponible en GooglePlay a través del sistema Android.

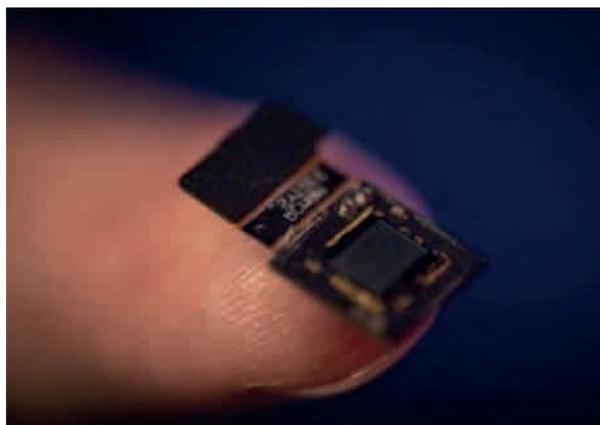
La app muestra a los usuarios imágenes de las diferentes plantas alérgicas más importantes, y les ofrece información de cómo son sus flores y sus frutos. El sistema permite señalar en el mapa el punto donde se encuentra (geolocalización), qué planta está viendo, y si ésta se encuentra sin flor, en fase de formación de flor, si tiene la flor abierta o si ya tiene fruto.

Esta información puede ser visualizada por el resto de usuarios y puede ayudar a decidir las rutas más recomendables a seguir en el entorno urbano con el fin de evitar al máximo la proximidad a aquellos lugares donde se encuentra con la flor abierta la planta que le causa alergia. Se trata de una información dinámica, que cambia día a día, de la misma manera que lo hacen las plantas.



Los impulsores esperan que la iniciativa pueda ser del interés del público en general, y también que se convierta en una herramienta de trabajo para escuelas, centros cívicos y entidades y que éstas colaboren y promuevan su uso continuado, de manera que con la co-

laboración ciudadana se consiga tener información en vivo de cómo se suceden y progresan las floraciones de plantas con capacidad de desencadenar alergias en las calles y plazas (fuente: UAB).



Nuevo microscopio de fluorescencia sin lentes

Recuerdo cuando estaba en la secundaria e íbamos a clase de biología: los microscopios nunca funcionaban y los pocos que lo hacían no duraban mucho porque los dañábamos de los lentes al manipular las sustancias o los objetos a analizar. ¿Te pasó a ti? Eso ya no será así, porque ¡ya no son necesarias las lentes para algunos microscopios! Así lo han demostrado unos ingenieros

0

al desarrollar FlatScope, un delgado microscopio de fluorescencia cuyas habilidades prometen sobrepasar a aquéllas de los dispositivos de la vieja escuela. FlatScope podría ser el microscopio más ligero y diminuto del mundo para aplicaciones biológicas y de algunos otros tipos.

Su creación ha estado a cargo del equipo de Jesse Adams, Vivek Boominathan, Daniel Vercosa, Fan Ye, Ashok Veeraraghavan, Jacob Robinson y Richard Baraniuk, de la Universidad Rice, en Houston, Texas, Estados Unidos.

Los microscopios tradicionales de fluorescencia son herramientas esenciales en biología. Captan señales fluorescentes de partículas insertadas en células y tejidos que son iluminados con longitudes de luz específicas. La técnica permite a los científicos sondear agentes biológicos y hacer un seguimiento de ellos con una resolución nanométrica. Pero como todos los microscopios, telescopios y cámaras tradicionales, su resolución depende del tamaño de sus lentes, que pueden ser muy grandes y pesadas, limitando así su uso en bastantes aplicaciones biológicas.

FlatScope no sufre estas limitaciones, ya que es más delgado que una tarjeta de crédito, es lo bastante pequeño para sostenerlo en la punta de un dedo y es capaz de alcanzar una resolución micrométrica sobre un volumen de varios milímetros cúbicos. FlatScope elimina la situación que entorpece a los microscopios tradiciona-

les, la de que sus conjuntos de lentes recogen menos luz de un campo visual grande que de uno pequeño.

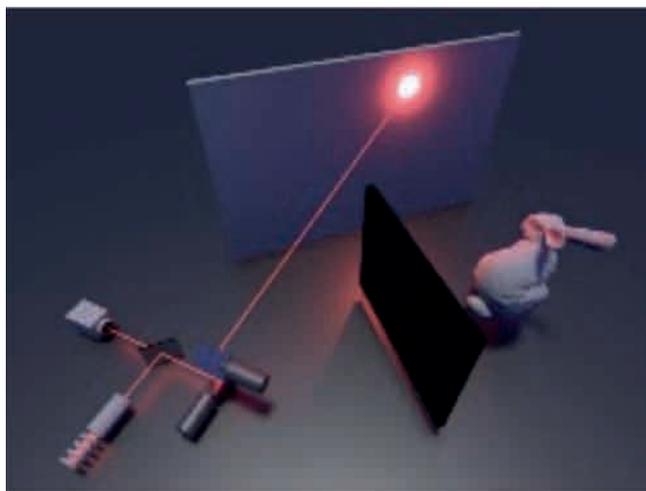
El potencial del dispositivo es incluso más grande. El FlatScope podría utilizarse como endoscopio implantable, una cámara de gran área o como microscopio flexible (fuente: Agencia SYNC).

Paredes como espejos

Imagínate la siguiente escena: un auto sin conductor avanza a través de una avenida en una zona de viviendas, y está a punto de girar hacia una calle donde un balón de fútbol sale disparado de una casa, tras él, un niño corre apresurado con la intención de atraparlo. Sin duda, la escena del niño tras la pelota es muy común en muchos de nuestros barrios. Pues bien, aunque el auto llevara pasajeros, ninguno podría ver la pelota antes de dar la vuelta y por consiguiente no podrían evitar el atropello, sin embargo, el coche se detiene mucho antes y así evita el accidente. ¡Genial!, diría yo. Esto se debe a que el vehículo está equipado con una tecnología láser extremadamente sensible que se vale de la reflexión de la luz en objetos cercanos para poder ver más allá de las esquinas sin tener que usar periscopio ni nada parecido.

Este escenario es uno de los muchos que el equipo de Gordon Wetzstein, David Lindell y Matt O'Toole, de la Universidad de Stanford, en Estados Unidos, está imaginando para un sistema que pueda producir imágenes de objetos situados justo por fuera de la línea de visión. Los científicos se han centrado en aplicaciones para vehículos autónomos, algunos de los cuales ya disponen de sistemas parecidos basados en láseres para la detección de objetos alrededor del coche, pero a la nueva tecnología se le podría dar también otros usos, como ver a través del follaje desde vehículos aéreos, o proporcionar a los equipos de rescate la capacidad de encontrar personas en apuros que no estén a la vista debido a la presencia de escombros y otros obstáculos típicos de una catástrofe.

El grupo de la Universidad de Stanford no es el único que trabaja en el desarrollo de métodos para hacer rebotar láseres más allá de las esquinas y así capturar imágenes de objetos situados fuera de la línea de visión. La presente investigación, sin embargo, destaca por un algoritmo extremadamente eficiente y efectivo que los investigadores desarrollaron para procesar la imagen final y que creen hará avanzar de manera notable a este campo.



El mayor desafío en la visualización fuera de la línea de visión es idear una forma eficiente de recuperar la estructura tridimensional del objeto oculto a partir de mediciones que casi siempre llevan consigo demasiado “ruido”, tal como subraya Lindell.

Un componente clave del nuevo sistema es el láser, instalado junto a un detector de fotones altamente sensible, que puede registrar incluso una sola partícula de luz. El sistema funciona disparando pulsos de luz láser hacia un muro y, de manera invisible para el ojo humano, esos pulsos rebotan en objetos situados más allá de una esquina, regresando luego al muro y de ahí al detector. En otras palabras, se usa una pared cualquiera como si fuese un espejo. Una vez finalizado el escaneo, el algoritmo desenmaraña los caminos seguidos por los fotones capturados. Así, la mancha borrosa inicial de la pared adopta una forma mucho más nítida. Este procesamiento se efectúa en menos de un segundo y es tan eficiente con el consumo de recursos de computación que puede funcionar en un ordenador portátil normal. Teniendo en cuenta lo bien que funciona actualmente el algoritmo sin haberlo siquiera perfeccionado, los investigadores piensan que podrían acelerarlo, de manera que sea casi instantáneo, una vez completado el escaneo (fuente: Agencia SYNC).

Nuevo dron para la industria creativa

En lo particular, me encantan las películas con tomas aéreas panorámicas, sobre todo en las películas épicas donde hay grandes batallas. Pero en películas de bajo presupuesto, o de directores noveles, en ocasiones es muy complicado lograrlas; esto es difícil incluso para tomas en interiores, ya no digamos en grandes producciones, sino en comerciales o cortometrajes. No obstante, investigadores europeos, liderados por la Universitat Politècnica de València (España), han diseñado un innovador dron especialmente ideado para la industria creativa y su uso en interiores. Este dron integra un sistema de control de vuelo completamente automático y fácil de usar, un avanzado sistema de posicionamiento y una cámara RGB-D que permite la reconstrucción en 3D del espacio antes de los vuelos para la filmación.

El desarrollo de este dron se enmarca dentro del proyecto europeo AiRT (<http://airt.webs.upv.es/>), liderado por la Universitat Politècnica de València y financiado por el Programa Horizonte 2020. Ha sido ideado especialmente para su uso por parte de profesionales de industrias creativas como la publicidad, el cine, la fotografía, los museos o el patrimonio cultural.

Una de las principales novedades del dron diseñado por los socios de AIRT, al mando de Virginia Santamarina, investigadora del Departamento de Restauración y Conservación de Bienes Culturales de la UPV y coordinadora del proyecto es su sistema de posicionamiento interior (IPS), es que el sistema AIRT va más allá de sistemas IPS precisos, robustos y asequibles, pues permitirá a los profesio-

sionales disponer de un dron de gran precisión y fácil de manejar en los vuelos interiores.

El IPS del dron AIRT se basa en la novedosa tecnología de radio inalámbrica UWB, idónea para espacios interiores. El sistema de posicionamiento preciso es necesario para que el dron pueda realizar el seguimiento de las rutas prefijadas. Asimismo, el dron puede tener preconfiguradas las acciones que deberá realizar en cada punto.

Por su parte, el software de mapeado 3D integrado en el dron permite reconstruir los espacios en tiempo



real a partir de los datos que recopila antes de iniciar la grabación. Otra de las novedades es la incorporación de hasta nueve modos de vuelo diferentes, que brindan a los usuarios diversos grados de libertad, desde vuelo manual hasta vuelo totalmente autónomo, y un número de modos de vuelo intermedios configurables (fuente: Amazing/DYCYT).



Nuevo objetivo terapéutico contra la obesidad

Hablar de obesidad y diabetes es complicado, porque implica diversos aspectos a considerar, como hábitos, edad, metabolismo, entre otros. Pero es necesario, porque son dos enfermedades que afectan a gran parte de nuestra población y es necesario tomar cartas en el asunto desde temprano, para evitar problemas cuando seamos mayores. Al respecto, investigadores del Centro de Investigación Biomédica en Red de Diabetes y

Enfermedades Metabólicas Asociadas (CIBERDEM) y del Institut d'Investigació Sanitària Pere Virgili (IIS-PV) (España) ponen nombre a otra de las causas de la obesidad y sus comorbilidades. Se trata del succinato, un metabolito producido por algunas bacterias de la flora intestinal, cuyos niveles circulantes se encuentran incrementados en pacientes obesos, y que podría explicar el origen de las alteraciones metabólicas propias de la obesidad al facilitar la inflamación crónica.

El estudio abre la puerta a nuevas dianas terapéuticas relacionadas con la microbiota intestinal, es fruto de la colaboración de diferentes áreas temáticas del CIBER, Diabetes y Enfermedades Metabólicas Asociadas (CIBERDEM), Obesidad y Nutrición (CIBEROBN), Fragilidad y Envejecimiento Saludable (CIBERFES) y Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), y demuestra la eficacia traslacional de las sinergias interCIBER. Publicado en la prestigiosa revista *ISME Journal*, el trabajo ha sido liderado por Joan Vendrell y Sonia Fernández-Veledo, investigadores del IISPV y el CIBERDEM.

Los pacientes con diabetes y obesidad presentan cambios específicos en la flora intestinal (denominada microbiota) que pueden mediar en las alteraciones metabólicas que presentan estos pacientes. Hasta ahora se sabe que las bacterias de la microbiota intestinal son capaces de producir una serie de metabolitos que pueden llegar a atravesar la barrera intestinal, alcanzando el torrente circulatorio y afectando el perfil metabólico de los pacientes. Sin embargo, son pocos los trabajos que claramente vinculan una microbiota específica con cambios de metabolitos cuantificables a nivel circulatorio

en estos pacientes. Poder identificar algunos de estos metabolitos es de gran relevancia para comprender mejor la fisiopatología de estas enfermedades.

En este trabajo se demuestra que la composición de la comunidad microbiana, más especialmente la relación entre las bacterias que producen succinato frente a las que lo consumen, está directamente relacionado con los niveles circulantes del mismo. Se propone que la disbiosis (alteraciones de la composición de la flora bacteriana) asociada a un aumento de la permeabilidad intestinal que suelen tener las personas con obesidad y diabetes, determinan los niveles elevados de succinato circulante que se observa en estos pacientes. En este contexto, el succinato circulante en sangre actuaría facilitando la inflamación crónica, base de las alteraciones metabólicas que acontecen en la obesidad.

Este trabajo es la base de una patente recientemente solicitada dirigida al uso de intervenciones nutricionales y farmacológicas específicas para modificar la relación de bacterias productoras contra consumidoras de succinato con el objetivo de mejorar el perfil metabólico de los individuos obesos (fuente: CIBER/DICYT).



Amando Valencia-Ordoñez

Estudiante egresado del programa de Ingeniería Ambiental por la Universidad Veracruzana.

Bertha Alicia Alonso Castillo

Doctora en Bioética por el Instituto de Investigaciones en Bioética. Profesora de tiempo completo y colaboradora del Cuerpo Académico de Prevención de Adicciones de la FAEN-UANL. Tiene perfil Prodep.

Clara Córdova-Nieto

Licenciada en Biología por la UV. Maestra en Ciencias en Botánica por el Colegio de Posgraduados, campus Montecillo. Técnica académica titular "C", tiempo completo del Inbioteca-UV.

Eduardo Javier Treviño Garza

Biólogo por la UANL. Doctor en Ciencias Forestales por la Universidad de Gotinga, Baja Sajonia, Alemania. Profesor-investigador de la FCB-UANL. Sus líneas de investigación son el manejo de ecosistemas forestales y la geomática aplicada al manejo de los recursos naturales. Académico de número de la ANCF. Coordinador del Cuerpo Académico Manejo de Ecosistemas Forestales. Miembro del SNI, nivel II.

Francisco Rafael Guzmán Facundo

Doctor en Enfermería, con especialidad en investigación sobre el fenómeno de las drogas. Profesor de tiempo completo titular A de la FAEN-UANL. Tiene perfil Promep y es miembro del SNI, nivel I.

Gabriel Fernando Cardoza Martínez

Maestro en Ciencias, con formación en Dendrocronología Agricultura Orgánica. Pasante de doctor por la UJED. Profesor-investigador en la FCB-UJED. Realiza estudios en el Programa de Acciones para Adaptación al Cambio Climático de la ANP San Martín, en Coahuila.

Glaforo José Alanís Flores

Biólogo por la UANL. Maestro en Ciencias, con especialidad en Botánica, por el Colegio de Posgraduados, Montecillos, México. Doctor en Ciencias, con especialidad en Botánica, por la UANL.

Gloria Iveth López Castillo

Bióloga por la UANL.

Jaime Sánchez S.

Doctor en Ciencias, con especialidad en Manejo de Recursos Naturales por la UANL. Profesor-investigador en la FCB-UJED. Su área de interés es la ecología de especies del semidesierto en México, con especialidad en mecanismos para la dispersión en semillas. Miembro del SNI, nivel candidato.

Jesús Jarillo-Rodríguez

Ingeniero agrónomo por la UV. Maestro en Ciencias en Producción Animal Tropical y doctor en Ciencias Agropecuarias por la UADY. Profesor Titular "C", tiempo completo definitivo en CEIEGT-FMVZ de la UNAM. Miembro del SNI, nivel I.

Jonathan J. Marroquín Castillo

Ingeniero forestal, maestro en Ciencias Forestales y estudiante del Doctorado en Ciencias, con Orientación en Manejo de Recursos Naturales, de la UANL. Sus líneas de investigación son la restauración ecológica, la biodiversidad y ecología de ecosistemas terrestres. Miembro de la International Forestry Students' Association (IFSA).

Jorge Francisco Aguirre Sala

Licenciado y doctor en Filosofía por la Universidad Iberoamericana. Sus líneas de investigación conjugan la democracia líquida con los aportes de Internet para la participación política. Miembro del SNI, nivel I.

José Israel López Martínez

Ingeniero agrícola y ambiental por la UAAAN. Maestro en Ciencias Forestales y estudiante del Doctorado en Ciencias, con Orientación en Manejo de Recursos Naturales, de la UANL. Sus líneas de investigación son la conservación y la restauración de ecosistemas forestales.

José Roberto Mendirichaga

Licenciado en Filosofía por la Universidad del Valle de Atemajac. Maestro en Letras Españolas por la UANL. Doctor en Historia por la Universidad Iberoamericana. Cultiva el ensayo, la biografía y la reseña bibliográfica. Pertenece a la Sociedad Mexicana de Historia de la Educación, A.C., y a la Sociedad Nuevoleonesa de Historia, Geografía y Estadística, A.C. Profesor emérito de la UdeM.

Josué R. Estrada Arellano

Doctor en Ciencias, con orientación en Manejo de Recursos Naturales, por la UANL. Profesor-investigador de la FCB-UJED. Inscrito al Padrón de Prestadores de Servicios Técnicos Forestales (Semarnat). Sus áreas de interés son la ecología y el aprovechamiento sustentable de recursos naturales en el norte de México.

Juan Carlos Noa-Carrazana

Ingeniero agrónomo por la Universidad Central de Las Villas, Cuba. Doctor en Ciencias en Biotecnología de Plantas, área Ingeniería Genética por el Cinvestav-Irapuato. Investigador de tiempo completo y académico de carrera titular "C" del Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada de la UV. Miembro del SNI, nivel I.

Karla Selene López García

Doctora en Enfermería, con especialidad en investigación sobre el fenómeno de las drogas. Profesora de tiempo completo titular A de la FAEN-UANL. Tiene perfil Prodep y es miembro del SNI, nivel I.

Lorenzo Encinas Garza

Antropólogo social por la UANL. Etnólogo por la Escuela Nacional de Antropología e Historia. Cronista honorario de Sabinas, Nuevo León, y autor del libro *Bandas juveniles. Perspectiva teórica*.

Lucila Hinojosa Córdova

Licenciada y maestra en Ciencias de la Comunicación por la UANL. Doctora en Ciencias de la Comunicación Social por la Universidad de La Habana (Cuba). Desarrolla líneas de investigación sobre economía política del cine mexicano, estudios sobre consumo y prácticas culturales, y comunicación pública de la ciencia. Miembro del SNI, nivel II.

Lucio Rodríguez Aguilar

Doctor en Bioética por el Instituto de Investigaciones en Bioética. Profesor de tiempo completo y colaborador del Cuerpo Académico de Prevención de Adicciones de la FAEN-UANL. Tiene perfil Prodep.

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.

Manuel Torres Morales

Biólogo y maestro en Ciencias, con especialidad en Ecología Acuática y Pesca, por la UANL. Jefe del Departamento de Ecología, FCB-UANL.

María Magdalena Alonso Castillo

Doctora en Filosofía, con especialidad en Psicología. Subdirectora del Posgrado e Investigación de la FAEN-UANL. Líder del Cuerpo Académico de Prevención de Adicciones, FAEN-UANL. Coordinadora de la Red Mexicana de Facultades y Escuelas de Enfermería en la Reducción de Demanda de Drogas. Tiene perfil Prodep y es miembro del SNI, nivel I.

Nora Angélica Armendáriz García

Doctora en Ciencias de la Enfermería por la UANL. Integrante del Cuerpo Académico Prevención de Adicciones. Tiene perfil Prodep y es miembro del SNI, nivel candidato.

Norma Flores-Estévez

Licenciada en Biología por la UV. Doctora en Ciencias en Biotecnología de Plantas, área Ingeniería Genética por el Cinvestav-Irapuato. Investigadora de tiempo completo y académica de carrera titular "C" del Inbioteca-UV. Miembro del SNI, nivel I.

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.

Ramiro Escobar-Hernández

Licenciado en Agronomía por el ITA No. 18 de Villa Úrsula Galván, Veracruz. Maestro en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible por la Universidad Autónoma Chapingo. Profesor-investigador asociado "C", tiempo completo de la FIH-BUAP.

Rubicela Montero-Casas

Estudiante egresada del Programa de Ingeniero Agrónomo por la UV.

Sergio Jarillo-Galindo

Estudiante egresado del Programa de Ingeniero Agrónomo por la UV.

Susana Favela Lara

Bióloga por la UANL. Maestra en Ciencias, con especialidad en Botánica, por el Forestry Institute, Oxford University, England, UK. Doctor en Filosofía, con especialidad en Biología Molecular, School of Biology, Institute of Cell and Molecular Biology, University of Edinburgh, Scotland, UK. Jefa del Laboratorio de Ecología Molecular, del Departamento de Ecología de la FCB-UANL.

Verónica Chávez-Estudillo

Estudiante del Doctorado en Ciencias en Ecología y Biotecnología del Inbioteca-UV.



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, entendiéndose 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.

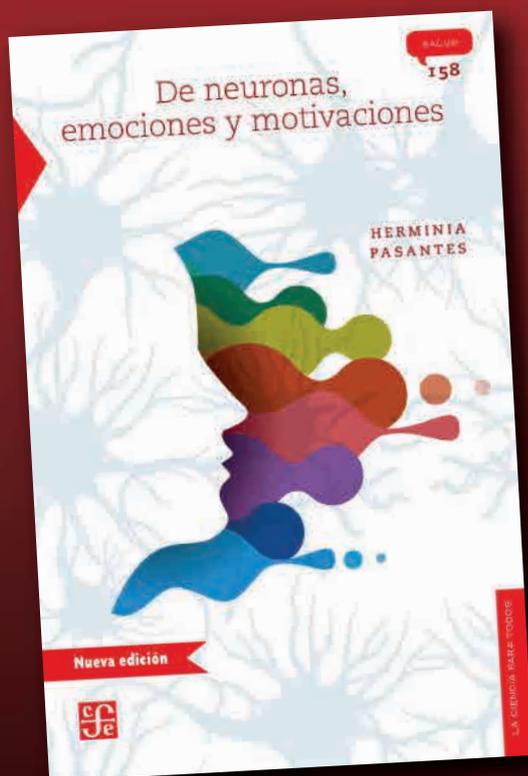
Para cualquier comentario o duda estamos a disposición de los interesados en:

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

Colección La Ciencia para Todos

De neuronas, emociones y motivaciones

Herminia Pasantes



Todas las emociones que experimentamos, las conductas que adoptamos frente a nuestro entorno y nuestra manera de percibir el mundo se originan en el cerebro, y gracias al estudio de los diferentes procesos químicos, biológicos y físicos que se realizan en él comenzamos a entender los fundamentos de la personalidad. En esta obra Herminia Pasantes describe la forma en que las conexiones neuronales y la abundancia o carencia de neurotransmisores —los mensajeros químicos entre las neuronas— tienen una influencia directa en nuestra forma de ser y de actuar, y por qué se les considera el origen de afecciones como la depresión y el autismo, así como la explicación a los efectos de las drogas en nuestro comportamiento y percepción, o el principio para comprender mejor la diversidad en la identidad sexual y de género.



www.fondodeculturaeconomica.com
www.lacienciaparatodos.mx

SÍGUENOS EN 
Leamos La Ciencia para Todos



LEAMOS LA CIENCIA PARA TODOS

¿TE INTERESA LA CIENCIA?

¿Tienes entre 12 y 25 años de edad o eres profesor en activo?

El Fondo de Cultura Económica te invita a participar en el
XV Concurso Leamos La Ciencia para Todos

Lee alguno de los 250 títulos de la colección La Ciencia para Todos
y escribe un resumen, una reseña, un ensayo o un ensayo didáctico

Podrás ganar

- Premios en efectivo
- Becas del Verano de la Investigación Científica
- Libros
- Visitas a centros de investigación

¡Vive a Fondo la experiencia!

Consulta la convocatoria en

www.lacienciaparatodos.mx

**Cierre de la convocatoria
25 de junio de 2018**



 FONDO
DE CULTURA
ECONÓMICA

SÍGUENOS EN 
Leamos La Ciencia para Todos

www.fondodeculturaeconomica.com

Libros disponibles en la Red Nacional de Bibliotecas Públicas del país,
y también a la venta en librerías y plataformas electrónicas

ASTRONOMÍA

BIOLOGÍA

CIENCIAS APLICADAS

CIENCIAS DE LA TIERRA

CIENCIAS DEL MAR

ECOLOGÍA

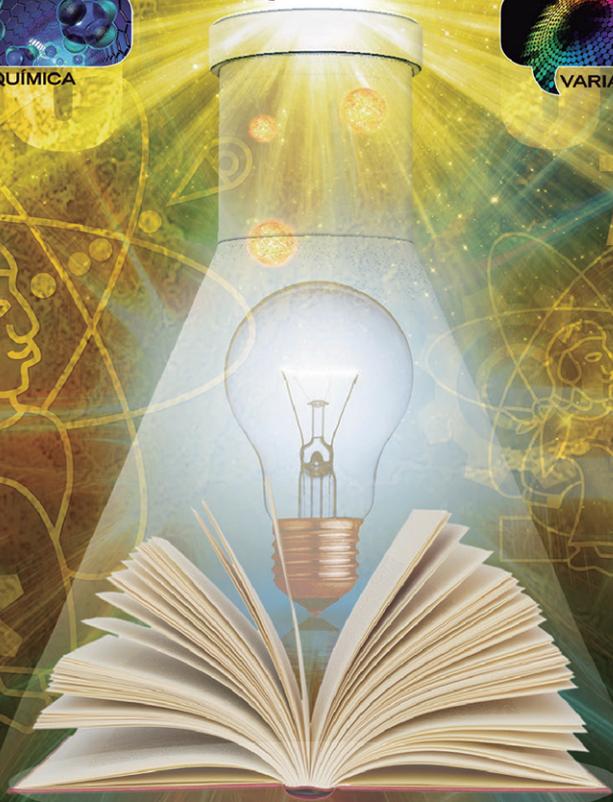
FÍSICA

MATEMÁTICAS

QUÍMICA

SALUD

VARIA



LA CIENCIA EN TUS MANOS

CONÓCELA

www.lacienciaparatodos.mx



FE FONDO DE CULTURA ECONÓMICA



SÍGUENOS EN  **Leamos La Ciencia para Todos**



Visión 2020 UANL "Educación de clase mundial, un compromiso social"

ISSN 2007-1175
9 772007 117210

Indexada en:

PERIÓDICA

biblat Bibliografía Latinoamericana

Actualidad Iberoamericana Índice Internacional de Revistas

CONACYT **ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA**

CUIDEN

Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal **latindex** CATÁLOGO "HEMEROTECA LATINOAMERICANA"