



AMC

Boletín informativo de la Academia Mexicana de Ciencias

Número 35/Septiembre 25 de 2014

Tratamiento de aguas residuales

Treinta años del Sistema Nacional de Investigadores

México triunfa en la Olimpiada Iberoamericana de Biología

Noticias de la AMC

CONSEJO DIRECTIVO

Dr. Jaime Urrutia Fucugauchi
Presidente

Dr. José Luis Morán López
Vicepresidente

Dra. Georgina Hernández Delgado
Tesorera

Dra. Erika Gabriela Pani Bano
Secretaria

Dr. William Lee Alardi
Secretario

Mtra. Renata Villalba Cohen
Coordinadora Ejecutiva

SECCIONES REGIONALES

Centro

Dra. Estela Susana Lizano Soberón
Presidenta

Sureste 1

Dr. Jorge Manuel Santamaría Fernández
Presidente

Sureste 2

Dra. Lilia Meza Montes
Presidenta

Noreste

Dr. Enrique Jurado Ybarra
Presidente

Noroeste

Dra. María Mayra de la Torre Martínez
Presidenta

COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

Javier Flores

Coordinador

Imelda Paredes Zamorano

Diseño editorial

Fabiola Trelles Ramírez

Información

Alejandra Monsiváis Molina

Edición y corrección

Moisés Lara Pallares

Cómputo

Luz Olivia Badillo

Belegui Beccelieri

Mariana Dolores

Miriam M. Gómez Mancera

Noemí Rodríguez

Elizabeth Ruiz Jaimes

Carla Ramírez Torres

Reporteras

índice

tratamiento de aguas residuales

- 3 Desarrollan tecnología para tratar efluentes industriales
- 5 Estudian oxidación con ozono para tratamiento de aguas residuales
- 6 Buscan descontaminar aguas residuales con luz natural
- 8 El agua residual como materia prima, un nuevo enfoque

difusión científica

- 9 Los retos de la reintroducción de la guacamaya roja
- 10 Corredores para jaguares en la selva maya

noticias

- 12 Gana México oro, plata y bronce en la Olimpiada Iberoamericana de Biología
- 14 Celebran 30 años del Sistema Nacional de Investigadores

- 16 **avisos**



El aumento en el consumo del agua y la contaminación de los ecosistemas por las descargas provenientes de la industria, la agricultura y los hogares, hacen del tratamiento de las aguas residuales un tema central en materia de protección y adecuado manejo de los recursos hídricos de cualquier país. Este boletín da a conocer algunas de las tecnologías que se desarrollan en el país para mejorar, incrementar y abaratar este proceso.

Portada. Detalle de sistema de drenaje.

Página 4. Drenaje de agua en una tormenta.

Página 7. Vista aérea de planta de tratamiento industrial.

Fotografías adquiridas por la Academia Mexicana de Ciencias del acervo de www.thinkstockphotos.com

Desarrollan tecnología para tratar efluentes industriales

Alejandra Monsiváis Molina

La industria textil es una de las más contaminantes en el sector productivo debido a que en la fabricación, teñido y acabado de los hilos y telas de la ropa se emplean una gran diversidad de sustancias altamente tóxicas y resistentes a la degradación.

Estos efluentes comúnmente se tratan a través de biorreactores anaerobios, en los cuales, grupos de microorganismos transforman la materia orgánica inmersa en las aguas residuales en metano y bióxido de carbono; y a ciertos contaminantes, como los colorantes, en compuestos menos tóxicos o más susceptibles de degradar mediante otro tipo de métodos.

Las transformaciones químicas son generalmente muy lentas debido al gran número de contaminantes persistentes presentes en los efluentes, por lo que se usan un tipo de compuestos, llamados mediadores, que al favorecer estas reacciones químicas aceleran el proceso de degradación.

El humus, la materia orgánica más abundante que se acumula en ambientes terrestres y acuáticos, es uno de los mediadores con los que Francisco Cervantes Carrillo, del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) y sus colegas han venido trabajando por cerca de 15 años pues han comprobado que aceleran de manera eficaz la degradación de los contaminantes.

De ahí que este grupo de investigación desarrolle estrategias que permitan fijar esas sustancias húmicas en los biorreactores, con lo cual, se reducirían los costos de operación que implica la adición continua de los catalizadores y se facilitaría el proceso.

“Hace un par de años nos otorgaron una patente por una técnica para

inmovilizar las sustancias húmicas en resinas de intercambio iónico, estos mediadores se anclan fuertemente a la matriz; lo cual evitaría su deslavado por el paso continuo de los efluentes y por la operación de los biorreactores”, afirmó el también miembro de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC).

Más recientemente, Cervantes y su equipo probaron la eficiencia de degradación de las resinas cargadas con las sustancias húmicas para dos tipos de contaminantes muy comunes en las descargas industriales. Sus resultados se publicaron en el 2013 en la revista *Applied Microbiology and Biotechnology*.

Para ello, construyeron dos de estos sistemas en pequeña escala, uno tenía solo resina y el otro la resina con las sustancias húmicas, y observaron qué pasaba al alimentarlos continuamente con efluentes industriales.

El biorreactor que solo tenía resina dejó de funcionar al cabo de algunas semanas pues se inhibió su actividad metabólica, probablemente debido a la elevada toxicidad del contaminante. En cambio, el reactor que tenía la resina con las sustancias húmicas operó por varios meses y su actividad fue muy estable, degradó en promedio el 70% de uno y entre 80-90% del otro contaminante.

Para ambos contaminantes, el tiempo en que ocurrieron sus transformaciones químicas fue de 12 horas. “Este es un periodo corto si se considera que los sistemas de tratamiento convencionales normalmente requieren entre dos y tres días para obtener las eficiencias que nosotros obtuvimos”.

Cervantes comentó que están buscando trasladar esta tecnología a un terreno de mayor escala. “Ya nos acercamos incluso con una industria



Francisco Cervantes, investigador del IPICYT. Foto: San Luis a Tiempo.

textil aquí en San Luis Potosí y empezamos hacer algunas pruebas de ajuste. Estamos en vías de buscar una comercialización de esta tecnología, primero como un nicho en el sector textil pero quizá buscando otros nichos en el sector químico, petroquímico y farmacéutico”.

Además, el joven investigador sostuvo que la tecnología desarrollada en el IPICYT a escala industrial es promisoría pues la leonardita, un tipo de carbón en estado inmaduro del cual extrajeron las sustancias húmicas, es un recurso barato y abundante en ciertas zonas del país.

Este año, Cervantes ganó una de las Cátedras Marcos Moshinsky 2013-2014 en el Área de Ciencias Químico-Biológicas, la cual le permitirá dar continuidad a sus investigaciones. Su propuesta consiste en buscar otra técnica novedosa de inmovilización para enfocarla a la degradación de desechos de estudios radiológicos.



Estudian oxidación con ozono para tratamiento de aguas residuales

Miriam M. Gómez Mancera

Se estima que en México se generan 160 metros cúbicos por segundo de aguas residuales, de las cuales solo recibe tratamiento el 13%, y al menos el 40% proviene de la industria química. Algunas de estas aguas residuales se consideran altamente tóxicas debido a que pueden ocasionar daños a la salud.

Dependiendo de su manejo, existen en el país algunas regulaciones como la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1996 (que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público), pero en opinión de Tatiana Poznyak, investigadora de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional, estas regulaciones no son suficientes, en particular respecto a la generación de residuos tóxicos.

Uno de los problemas que se presenta en las plantas es el control de la toxicidad, ya que proporcionalmente un agua residual, después de haber pasado por un proceso de tratamiento, puede tener bajas concentraciones de un contaminante, pero este puede ser altamente tóxico; o bien, precisó Poznyak, pueden ser poco tóxicos, pero estar presentes en altas concentraciones, y esta situación en ambos sentidos no está regulada.

Es por esta circunstancia que las normas a diseñarse dependerán del tipo de tóxicos que se estén manipulando, por lo que es necesario, al proponer un bioproceso (método que usa células vivas completas o sus componentes) para el tratamiento de aguas, considerar el control de la toxicidad en diferentes etapas, agregó.

La problemática que enfrenta el país en este tema, es que existen

muchas plantas de tratamiento pero nadie puede controlar la eficiencia del bioproceso, “y en la mayoría de ellas no sirve por la sencilla razón de que los compuestos iniciales son tóxicos y las células vivas –bacterias- no sirven para nada”.

En un intento por mejorar el tratamiento de las aguas residuales provenientes de la industria, el grupo de Poznyak trabaja con procesos de oxidación avanzados, particularmente con ozono (O_3).

El objetivo de tratar las aguas residuales es degradar los compuestos iniciales tóxicos para producir otros no tóxicos; o bien, degradarlos parcialmente hasta producir una menor cantidad, con una estructura más simple. Esto se logra a través de un control en diferentes etapas para saber en qué momento se puede cortar ese pre-tratamiento, que es básicamente con ozono y esto se combina con algún bioproceso.

La también integrante de la AMC explicó que utilizan el O_3 porque se trata de un oxidante muy potente. Al oxidar con ozono en lugar de oxígeno, “se puede reducir el tiempo de horas hasta minutos, porque el O_3 es la forma alotrópica del oxígeno (O_2), y al ser inestable tiene un potencial de oxidación mucho más alto”.

El porcentaje de eliminación de los residuos tóxicos depende de su estructura química, por ejemplo, un agua residual de la industria textil con una concentración regular de diferentes colorantes (250 miligramos por litro) tratada con O_3 a 30 ppm (partes por millón) hace que estos colorantes se pueden eliminar completamente en tres o cuatro minutos.

Este proceso puede aplicarse a cualquier industria, excepto en las que se producen residuos no clorados,



Tatiana Poznyak, investigadora de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del IPN. Foto: Elizabeth Ruiz Jaimes/AMC.

debido a que no es posible degradarlos con un bioproceso.

Entre los beneficios del tratamiento de agua, destacó, es que ésta puede reutilizarse en el mismo proceso industrial pues se crea un ciclo cerrado para recuperación de agua, lo cual es importante pues en el caso de la industria pues existe un alto consumo del líquido y se reducirían los costos de producción. Un reto es optimizar las condiciones de operación: minimizar los tiempos de tratamiento y aumentar la eficiencia.

“Tenemos un proyecto con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) en el que proponemos la combinación de bioprosesos. La idea es buscar una combinación óptima de diferentes procesos con el fin de reducir el tiempo y, por ende, disminuir el consumo de energía para degradar altas concentraciones de tóxicos”.

Buscan descontaminar aguas residuales con luz natural



En la imagen, pruebas del catalizador en la planta piloto. Foto: Cortesía de la doctora Aracely Hernández.

Elizabeth Ruiz Jaimes

Un grupo de investigación encabezado por María Aracely Hernández Ramírez en el Laboratorio de Fotocatálisis y Electroquímica Ambiental de la Facultad de Ciencias Químicas en la Universidad Autónoma de Nuevo León, trabaja en el desarrollo de procesos de descontaminación de aguas residuales mediante el uso de un catalizador que se activa con luz visible.

“Realizamos investigación con procesos avanzados de oxidación para la destrucción de contaminantes en medios acuosos, específicamente en la aplicación de la fotocatalisis heterogénea, que consiste en la activación de un catalizador por efecto de la luz para lograr una serie de reacciones químicas en la superficie del sólido. De ahí el nombre de heterogénea, porque requiere de un catalizador que en este caso es un sólido el cual se coloca en el agua contaminada que se busca depurar y se activa con luz que puede ser incluso la solar”, explicó.

El efecto de la luz sobre el catalizador provoca la producción de “especies oxidantes” que destruyen a los contaminantes en el agua. El principal compuesto usado para realizar la fotocatalisis heterogénea es el dióxido de titanio (TiO_2), el catalizador más reconocido mundialmente, sin embargo, éste se activa principalmente con luz ultravioleta.

Por lo anterior, el grupo de Hernández Ramírez ha trabajado desde 1999 en modificar al TiO_2 para que responda mejor con luz visible o, en su caso, preparar un catalizador que supere esta barrera de la luz ultravioleta, la cual está presente solo en un 5% en la luz solar.

“Comenzamos haciendo experimentos a nivel laboratorio con volúmenes pequeños de agua. Hemos estado trabajando en modificar el catalizador de dióxido de titanio y otros catalizadores para que respondan mejor a la luz visible y no a la ultravioleta”, abundó la también integrante de la AMC.

Por el momento, el catalizador más prometedor entre los estudiados es el TiO_2 modificado con óxido de tungsteno (WO_3): “lo probamos primero a escala pequeña y luego realizamos pruebas en una planta piloto que ya tenemos instalada en la terraza del laboratorio”.

La planta piloto usa un reactor conocido como Colector Parabólico Compuesto, el cual capta y aprovecha la luz solar, “ya hemos sometido nuestros catalizadores a prueba en la planta piloto con volúmenes entre 20 a 25 litros de agua contaminada, y la eficiencia con la luz solar es mayor que con el dióxido de titanio sin modificar”.

Este catalizador modificado con WO_3 es el más prometedor porque es muy estable a cualquier pH (grado de acidez o alcalinidad del agua) y no es tóxico para los humanos porque esto es parte del valor del producto: “hemos hecho pruebas y no se descompone con la luz solar y al reutilizarlo varias veces la actividad no se pierde”.

Como ejemplo, María Aracely Hernández Ramírez destacó que el tipo de compuestos que se degradan con este método son herbicidas como el ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) o el malatión, “herbicidas muy usados en la región norte y a nivel nacional en México”.

Metodología

Los catalizadores mencionados fueron sintetizados por el método sol-gel, un procedimiento de química suave que permite al TiO_2 la incorporación del WO_3 de manera nanométrica, así, se pueden obtener nuevos materiales que por los métodos tradicionales de fabricación son muy difíciles de obtener.

El proceso fotocatalítico es económico porque usa la luz solar como fuente de radiación. Por estas características, la investigadora señaló que este proceso avanzado de oxidación es eficiente si se incorpora en una planta tratadora de aguas residuales porque la fotocatalisis puede descomponer contaminantes muy recalcitrantes y complejos. Destacó que esta metodología no está pensada para descontaminar o limpiar ríos y lagos, sino para tratar aguas residuales en el lugar de descarga.

Estos estudios son parte de un proyecto financiado por el Conacyt, con vigencia hasta 2016, para entonces esperan tener algún convenio con empresas para aplicar el proceso y lograr la transferencia de tecnología.



El agua residual como materia prima, un nuevo enfoque



Germán Buitrón, investigador del Instituto de Ingeniería de la UNAM en la Unidad Académica de Juriquilla. Foto: IINGEN.

Científicos mexicanos trabajan en el tratamiento de aguas residuales desde un nuevo enfoque, que consiste en considerarlas como una materia prima de la que se obtengan productos con valor agregado como metano, hidrógeno, además de plásticos biodegradables y nutrientes.

El doctor Germán Buitrón Méndez, coordinador del Laboratorio de Investigación en Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas (LIPATA) del Instituto de Ingeniería en la Unidad Académica de Juriquilla de la UNAM, explicó que esta nuevo enfoque podría tener un mayor beneficio porque además de limpiar el agua para reutilizarse en otros procesos, también se podría generar energía para el funcionamiento de estas mismas plantas.

“No buscamos únicamente eliminar la materia orgánica, que es lo tradicional, queremos extraer todos los productos que se puedan obtener y tengan un valor agregado. El agua residual no debe verse ya como un desperdicio, sino una materia prima, como una biorefinería de agua residual”, dijo el experto integrante de la AMC.

El metano es uno de los productos que se obtienen de los residuos orgánicos extraídos del agua residual a partir de un tratamiento anaerobio

y en este proceso también se puede obtener dióxido de carbono (CO_2) y agua limpia.

Buitrón Méndez destacó que desde hace 10 años él y su equipo de colaboradores comenzaron a trabajar en esta línea conociendo el nexo muy estrecho que hay entre agua y energía. Para tratar el agua se necesita energía y el costo del tratamiento de agua está asociado con el consumo de la energía.

“Primero se buscó minimizar el consumo de energía, lo más común es utilizando un proceso anaerobio. La biomasa que se genera de esta manera se pasa a un proceso aerobio del cual se obtiene biogas (que es gas metano y CO_2) y con eso se produce electricidad”.

Productos de valor agregado

Además del metano, continuó el especialista en ingeniería ambiental, hay otros productos de mayor valor agregado que se pueden extraer, por ejemplo, plásticos biodegradables.

“Obtener olihidroxialcanoatos (una familia de compuestos con los que se fabrican los plásticos biodegradables) representaría un negocio de grandes proporciones. Estos plásticos se fabrican utilizando azúcares (fructuosa o sacarosa) y la idea es utilizar el agua residual para obtener la materia orgánica y elaborar plásticos (bolsas para basura por ejemplo). Para lograr esto se necesitan investigación y tecnología, que es lo que nosotros estamos haciendo”, explicó.

Otro producto que estudia el investigador y su equipo de colaboradores es el hidrógeno, que tiene 4.2 veces más poder que el metano. “Lo interesante es que al utilizarlo en celdas de combustible se convierte en electricidad y eso es muy eficiente comparado con los sistemas de combustión actuales donde hay gran

pérdida calórica. Actualmente, este elemento se obtiene del gas natural, pero nosotros proponemos una alternativa a partir de los residuos orgánicos obtenidos del agua residual”, dijo.

Buitrón Méndez añadió que en el tratamiento de aguas residuales estudian el sistema de las microalgas que se han propuesto para obtener biodisel. Los procesos de tratamiento de aguas residuales se dividen en dos tipos: aerobios (son rápidos y requieren un menor tamaño de tanque y un mayor consumo de energía) y anaerobios (que no necesitan energía pero son lentos). “Nosotros queremos generar una simbiosis de microalgas y bacterias, que no necesite un gran consumo de energía pero que sea rápido”.

La característica que tienen las microalgas es su capacidad para almacenar lípidos (grasas), los cuales se pueden transformar después en biodisel. Buitrón Méndez propone utilizarlas para tratar agua residual y que la biomasa que se genere se utilice para producir metano e hidrógeno, puesto que la ventaja es que se aprovecha la simbiosis microalgas-bacterias, con lo cual el consumo de energía es bajo y el proceso rápido.

“Las microalgas generan el oxígeno que van a utilizar las bacterias que están en el medio para degradar la materia orgánica, entonces es un sistema aerobio sin necesidad de meter oxígeno mecánicamente como en los sistemas tradicionales”, explicó.

El científico destacó que es un sistema probado el cual ya se utiliza en Europa, donde la energía que se necesita para operar las plantas se produce en las mismas. Incluso han ido más allá, porque generan más electricidad de la que consumen, el máximo que han producido algunas tecnologías es 20% mayor de la energía que emplean. (MMGM).

Los retos de la reintroducción de la guacamaya roja

Noemí Rodríguez González

Los pericos, loros y guacamayas, son de las aves más amenazadas en el mundo, esto se debe en parte a su colorido plumaje y a su capacidad de ser sociables, razones por las que han sido perseguidas para el comercio ilegal.

Uno de los intentos por revertir la extinción de estas especies es la reproducción en cautiverio, un caso particular es el de la guacamaya roja a la que recientemente se le ha reintroducido en la zona donde existía originalmente en México.

La reintroducción de una especie en un lugar en el que dejó de existir (como sucedió con la guacamaya roja en la región de Los Tuxtlas en Veracruz) es un proceso complejo, conlleva tiempo y sólo se considera exitosa a partir de la reproducción de la segunda generación de los individuos reintroducidos.

Uno de los problemas a superar, en el caso del Proyecto de Reintroducción de la Guacamaya Roja en Los Tuxtlas, está relacionado con que no existe una población originaria que les pueda enseñar, a los especímenes del primer grupo liberado, las habilidades para sobrevivir.

Sobrevivir en la selva

Después de la liberación de 27 guacamayas de la subespecie *Ara macao cyanoptera* el pasado 14 de junio, comenzó el registro de los lugares a los que se dirigen, para ello una guacamaya de cada grupo tiene un radiotransmisor, cuya pila dura año y medio, y el rango de detección va de dos a tres kilómetros.

Con la estrategia anterior se identificó que las guacamayas han explorado la zona y además buscan los árboles, sin embargo, la idea es orientarlas hacia la zona núcleo 2 de la Reserva

de la Biosfera de los Tuxtlas, para que encuentren suficiente alimento.

Si bien, se había planeado la llegada de otro grupo de guacamayas al aviario instalado en la Reserva Ecológica “La Otra Opción” para su entrenamiento y posterior liberación, Patricia Escalante del Instituto de Biología de la UNAM habló de posponerlo hasta el siguiente año, lo que no significa que el proyecto se cancele.

Respecto a la situación actual de las guacamayas que fueron liberadas, se puede hablar de dos decesos naturales comprobados: una de estas dos guacamayas murió después de una tormenta, de la otra guacamaya se encontró sólo un ala por lo que se infiere que fue atacada por un depredador.

Mención aparte merecen cinco guacamayas que se alejaron demasiado y fueron declaradas como extraviadas, al momento, dos han sido encontradas, una de ellas fue rescatada por una familia en la comunidad de Texalpan de Arriba (situado a 35 km de distancia del sitio de liberación); la familia devolvió el ave a las autoridades que iban acompañadas de estudiantes de la doctora Escalante. La otra guacamaya fue encontrada muerta y sin plumas al otro lado del Lago de Catemaco, por lo que se ha solicitado una necropsia para determinar la causa de muerte.

Además de seguir con la búsqueda de las tres guacamayas desaparecidas, se van a colocar más radiotransmisores para llegar a 15 en total y tener un monitoreo más completo.

Nidos artificiales

Como parte del proyecto que busca la reintroducción la guacamaya roja en la región de Los Tuxtlas, y con el apoyo otorgado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Reserva



Especialistas estudian los factores que obstaculizan la reintroducción de especies en peligro a su hábitat natural. Foto: Arturo Orta/AMC

de la Biosfera “Los Tuxtlas”, ya se instalaron ocho nidos artificiales en la Reserva Ecológica “La Otra Opción”, aunque el objetivo es llegar a 20 nidos en dos meses.

Lo que se debe tomar en cuenta es en dónde y a qué altura del árbol se colocan, “en la selva hay mucha competencia por los huecos, y es probable que algunos depredadores también los ocupen, entre ellos la martucha (de la misma familia que los hurones y las comadrejas) y el halcón de collar”, detalló la investigadora.

La especialista en aves explicó que son tres los materiales que se utilizan en la construcción de los nidos artificiales para la guacamaya roja: la madera, el PVC y el polipropileno. El potencial de esta herramienta para la recuperación de las poblaciones es alto debido a que las parejas de guacamayas utilizan estos nidos de manera recurrente una vez que se los han apropiado.

Además de coordinar el proyecto para reintroducir a la guacamaya roja en Los Tuxtlas, Escalante también ha participado en el proyecto encabezado por el doctor Juan Esteban Martínez del Instituto de Ecología A.C. que busca la reintroducción de la paloma del Socorro.

Corredores para jaguares en la selva maya

Luz Olivia Badillo

Desde hace cinco años diversas instituciones mexicanas, junto con los gobiernos de Guatemala y Belice, trabajan en el proyecto “Corredor Biológico Mesoamericano” que busca conservar caminos y reestablecer zonas de la Selva Maya donde habita y transita el jaguar o *Panthera onca*, una especie en peligro de extinción de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

La estimación poblacional de jaguares es de 4 mil ejemplares distribuidos en todo el país, éstos representan apenas al 30% de los que existían hace 60 años. La pérdida acelerada de felinos es el motivo por el cual se trabaja en la creación de corredores para jaguares en la Selva Maya que abarca los estados de Yucatán, Campeche, Chiapas, Quintana Roo y los países de Belice y Guatemala, donde se estima que se concentra la mayor población con 2 mil 500 ejemplares.

El investigador del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Rodrigo Medellín Legorreta, responsable del proyecto, habló sobre el Corredor Biológico Mesoamericano: “La idea es seguir a los jaguares y que éstos nos digan por dónde quieren moverse y asegurar que por donde se mueven quede conservado para evitar la fragmentación y aislamiento de esta especie”.

En etapas anteriores se atraparon e inmovilizaron a 5 jaguares y 7 pumas para colocarles radio-collares con un sistema de geolocalización programado para ubicarlos cada cinco horas y enviar reportes con su ubicación por correo electrónico cada cuatro días. “Los collares tienen un imán programado que a los 14 meses se desprende y se mantiene con suficiente batería para indicarnos dónde se encuentran e ir a recogerlos para terminar de volcar los datos que guardaron”, indicó Medellín.

La información recabada permitió hacer un mapa con las zonas donde el jaguar transita cotidianamente en el sur de México. Aparte de las zonas donde habita que son la Selva Lacandona en Chiapas, el Parque de la Sierra del Lacandón en Guatemala, el Parque Nacional Tikal, la Reserva de la Biósfera Maya en el Petén Guatemalteco, Calakmul en Campeche, zonas de Quintana Roo y Yucatán, también pasa por la Reserva Comunal Sierra la Cojolita que es de propiedad comunal, entre otras áreas.

El también integrante de la AMC explicó que en el informe final de la primera etapa “uno de los resultados es

que hay terrenos que no son Áreas Naturales Protegidas de México y tienen que ser prioridad para la Comisión Nacional correspondiente para que sean decretadas como tales. Algunas tierras son propiedad de la comunidad lacandona, otras son de propiedad ejidal y en Guatemala son de propiedad federal”.

En el documento se analiza cómo se está perdiendo bosque y cómo evitar que se pierdan las conexiones entre los parches de vegetación que aún existen. Una de las recomendaciones del último informe es que no se debe construir en la zona ni una carretera más, ni ampliar las que hay, ni deforestar porque se contribuye a continuar fragmentando el terreno, añadió el director del Laboratorio de Ecología y Conservación de Vertebrados Terrestres.

Los jaguares son animales solitarios, con la instalación de los corredores, las subpoblaciones de jaguar volverían a estar conectadas, lo cual garantizaría un flujo génico. Medellín agregó: “se trata de asegurar que un macho se mueva entre tres y cuatro territorios donde hay hembras. Normalmente los territorios de las hembras son más pequeños que el de los machos y no se empalman con los territorios de otras hembras, ni los territorios de los machos con el de otros machos. La hembra tiene su ámbito hogareño, en cuanto ven que sus crías están listas para sobrevivir, las dejan ir”.

La *Panthera onca* es considerada una especie sombrilla porque son animales que requieren de mucho espacio para tener una población sana. Por ejemplo, con una población mínima de 100 jaguares, donde cada jaguar tiene su territorio, se necesitan 100 mil hectáreas de áreas conservadas o más; en el territorio protegido coexisten con venados, pumas, tapires, jabalíes de labios blancos y jabalíes de collar, entre otros. Al proteger al jaguar se protege a los demás que forman parte del ecosistema.

En el proyecto Corredor Biológico Mesoamericano participan la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) que maneja el Corredor Biológico Mesoamericano, la ONG Natura y Ecosistemas Mexicanos, y el Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo (Centro Geo), así como los gobiernos de Guatemala y Belice.



Rutas del jaguar

El jaguar fue una figura tótem o emblema de los pueblos Prehispánicos. Hoy en día es una especie en peligro de extinción, de ahí que el Corredor Biológico Mesoamericano busque conectar las áreas de la Selva Maya donde este felino aún vive para garantizar un flujo génico entre sus poblaciones.

Amenazas

- Destrucción de selvas y bosques
- Caza ilegal del jaguar
- Caza de sus presas
- Agricultura y ganadería
- Expansión de asentamientos humanos



Distribución de la especie en México:

- Distribución histórica del jaguar
- Distribución actual del jaguar

Las figuras de colores representan las áreas que recorren diferentes jaguares.



Límite entre México y Guatemala

● Áreas naturales protegidas

1. Metzabok
2. Naha
3. Montes Azules
4. Bonampak
5. Lacantún
6. Chan-Kin
7. Yaxchilán

Selva Lacandona, Chiapas

Infografía: Natalia Rentería Nieto DGDC-AMC / Fotografía Arturo Orta
Asesoría: Dr. Rodrigo A. Medellín y Antonio de la Torre, estudiante de doctorado.

Gana México oro, plata y bronce en la Olimpiada Iberoamericana de Biología



El equipo que representó a México en la competencia: Pablo Herrera, Ana Evangelista, Katherine Valencia y Fernando Cornejo, acompañado del presidente de la AMC, Jaime Urrutia Fucugauchi (centro). Foto: Arturo Orta/AMC.

La delegación mexicana que participó en la octava Olimpiada Iberoamericana de Biología (OIAB), certamen que organizó nuestro país a través de la AMC, honró su condición de anfitriona al ganar dos medallas de oro, una de plata y una de bronce.

La competencia, que tuvo lugar del 7 al 12 de septiembre en la Ciudad de México y en la cual participaron 41 estudiantes de bachillerato procedentes de 11 naciones iberoamericanas, concluyó con la ceremonia de clausura y la entrega de medallas en un hotel en el sur de la capital del país.

El sonorenses Fernando Cornejo Sarmiento y el neoleonés Pablo Herrera Sandate fueron los ganadores de las preseas de oro; la veracruzana Katherine Valencia Sánchez obtuvo la de plata, mientras que la también neoleonesa Ana Evangelista Quezada la medalla de bronce.

En el evento, el presidente de la AMC, Jaime Urrutia Fucugauchi, resaltó que la biología es una de las ciencias que tiene una historia enorme y este siglo es considerado el siglo de la

biología. “Ustedes que son jóvenes en este recién iniciado siglo, les deseo un futuro muy brillante en esta carrera”.

Con respecto a la región Iberoamericana, destacó que a través de ella se comparten historia e idioma, pero reconoció que falta mucho para tener realmente una integración. “Que México haya sido sede de la Olimpiada Iberoamericana es un motivo de orgullo y satisfacción. Esperamos que podamos hacer muchos más eventos de acercamiento entre nuestros jóvenes, tener la capacidad de realizar actividades comunes, e impulsar la ciencia y la educación a un nivel más alto que el actual”.

Añadió que en América por muchos años se ha buscado la unidad de diferentes maneras, pero políticamente no ha sido posible, y la ciencia puede ser uno de los caminos para lograrlo. Expresó su deseo de que algún día se pueda materializar esta unión de una manera más efectiva en toda Iberoamérica y continúe incrementándose el número de países participantes en estos eventos científicos.

En el mismo acto, la coordinadora de la Olimpiada Nacional de Biología, Cristina Revilla, quien en esta OIAB se desempeñó como presidenta del jurado, celebró que el certamen haya resultado una fiesta del conocimiento y una oportunidad para que los estudiantes y delegados participantes de la octava edición conocieran un poco de la historia, costumbres y bellezas naturales de México, luego que el comité organizador preparó un programa con actividades académicas y culturales que llevó a los participantes a conocer algunos lugares emblemáticos de la Ciudad de México y sus alrededores.

Pablo Herrera, uno de los dos ganadores del metal dorado y quien se perfila para abrazar la carrera de medicina, manifestó que su participación “ha sido una gran experiencia, única e irrepetible”. Todavía recuerda la manera de como inició su aventura en esta Olimpiada de Biología, con una invitación de un profesor para participar a nivel estatal. “La Olimpiada alienta a los jóvenes a explotar sus capacidades, dar lo mejor de sí y descubrirse a sí mismos”.

En tanto, Fernando Cornejo contó que le interesó concursar en el certamen luego de ver una convocatoria en su escuela. “Me inscribí, me preparé y todo salió muy bien. En la Universidad de Sonora nos dieron clases a los competidores y ahí se seleccionó a nivel estatal a los que fueron luego a la etapa nacional, ahí gané medalla de oro. En junio nos entrenaron en la Facultad de Ciencias de la UNAM para la OIAB. Todo ha sido una experiencia inolvidable. Me voy muy contento con la medalla de oro. Espero que lo que venga sea mucho mejor, me propongo alcanzar metas más grandes cada vez”.

La joven Ana Evangelista, ganadora de bronce, expresó su emoción

porque la medalla corona un camino largo luego de participar dos años en la Olimpiada Nacional. “Es un gran logro y me siento muy orgullosa, es un honor representar a mi país de esta manera. Aconsejo a los jóvenes que estudien mucho, que hagan lo que les guste y lo disfruten mucho”.

Con la misma alegría se mostró Katherine Valencia por haber obtenido medalla de plata. “Desde el año pasado estuve preparándome y pasé el examen regional, el pre-estatal, el estatal, el pre-nacional, luego el nacional y después la preparación para la Iberoamericana. Es un resultado que esperaba y lo logré”. Agregó que para una competencia como ésta se requiere de mucho compromiso y

estudio. “Si te llega a aburrir, entonces no es lo tuyo”. La estudiante por lo pronto se visualiza dentro de diez años terminando el doctorado en biología, con una especialidad en ingeniería genética, “me gustaría hacer mis propias investigaciones”.

El portugués José Matos, presidente de la Olimpiada Iberoamericana de Biología, organización que anoche presentó el nuevo logotipo que identificará a partir de ahora a la competencia, comentó que tanto él como el resto de los participantes no querían que la Olimpiada se acabara por lo bien organizada que estaba y lo bien que se la estaban pasando. “Hemos vivido una semana muy rica en emociones, los alumnos participantes

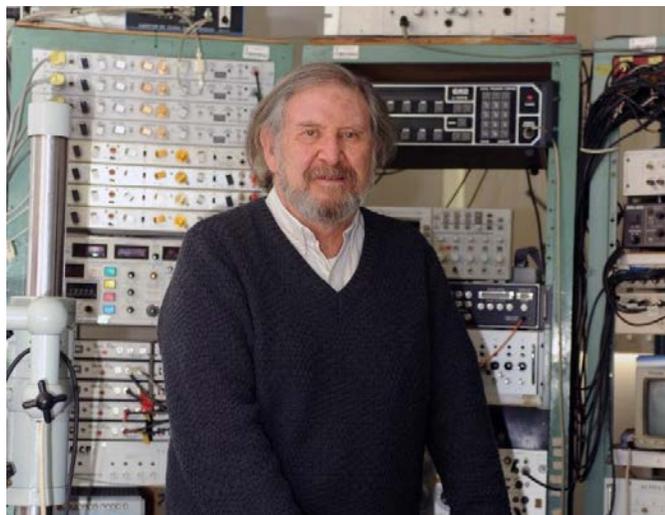
aprendieron más ciencia de la que estudiaron, conocieron nuevas técnicas, nombres muy raros y nuevos conceptos. Lo más importante fue conocer a compañeros de países que no conocían. Son todos jóvenes geniales”.

Las once delegaciones que participaron este año fueron Argentina, Bolivia, Brasil, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, España, Perú, Portugal y el anfitrión México.

En la ceremonia se anunció a El Salvador como el país que albergará la Olimpiada Iberoamericana de Biología en su novena edición, compromiso que quedó sellado con la entrega de la copa emblemática a los representantes de ese país centroamericano. (LOB, CRT, FTR)

EL MEDALLERO					
ORO		PLATA		BRONCE	
* José Manuel Ezquerro Aznárez	España	* César Joaquín Hyallpa Robles	Perú	* Melissa Rebeca Salzar Salas	Costa Rica
* Fernando Cornejo Sarmiento	México	* Jordi Lionel Navarro Cnobel	Argentina	* Jesús Yaniel Ayala Camejo	Cuba
* Pablo Herrera Sandate	México	* Ana Luisa Smith Rocha	Brasil	* Axel Emanuel Sosa Cicchese	Argentina
* Leticia Pereira de Souza	Brasil	* Oleksandra Khomenko Khomenko	España	* Mario Anderson Alves Oliveira	Brasil
* Jack Aldahir Médico Pimentel	Perú	* Lourenço Teles de Freitas Saldanha	Portugal	* Ricardo Renato Uchuya Trocones	Perú
* Daniel Aguilar Figueroa	España	* Nemry Rodríguez Hernández	Cuba	* Milton Antonio Sandoval Recinos	El Salvador
		* Dan Alejandro Pérez Dorfsman	Argentina	* Ana Guadalupe Evangelista Quezada	México
		* Katherine Alí de Jesús Valencia Sánchez	México	* Álvaro Ortega González	España
		* Pedro Joaquín Benedetti Enis	Argentina	* Daniel Pastor Ramírez Echemendía	Cuba
		* Gabriel Voltani Guedes	Brasil	* Tommy Roberto Lin Weng	Ecuador
				* Miguel Vaz de Almeida Sobral Domingues	Portugal
				* Beatriz Vivar de Sousa	Portugal
MENCIONES HONORÍFICAS		RALLY / GANADOR: EQUIPO AMARILLO			
* Alexia María Pérez Vivar	Ecuador	* Ricardo Renato Uchuya Trocones	Perú		
* Héctor Armando Granela Gutiérrez	Cuba	* Ana Luisa Rocha Smith	Brasil		
* Luisa Raquel Martins Morgado	Portugal	* Daniel Aguilar Figueroa	España		
* Doménica María Piana Castillo	Ecuador	* Lourenço Teles de Freitas Saldanha	Portugal		
		* Nemry Rodríguez Hernández	Cuba		
		* Pablo Sergio León Peñaranda	Ecuador		
		* Pedro Joaquín Benedetti Enis	Argentina		

Celebran 30 años del Sistema Nacional de Investigadores



La AMC tuvo un papel determinante en la creación del SNI, durante la presidencia del doctor Pablo Rudomín (en la imagen). Foto: *European Alliance for Innovation*.

Belegui Beccelieri

En estos tiempos en los que se empieza a reconocer a la ciencia como motor para el desarrollo del país, el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) es una pieza clave para crear y organizar una agenda que nos lleve a mejorar como nación, afirmó Enrique Cabrero Mendoza, director del Conacyt.

Al celebrar tres décadas de la creación del SNI, algunos de sus fundadores fueron reconocidos por el Conacyt y miembros de la comunidad científica.

Cabrero recordó que el Sistema surgió en medio de una importante crisis económica, cuando el país se orientaba a la compra de tecnología, y para su creación, los miembros de la Academia Mexicana de Ciencias fueron claves.

Mencionó que la primera generación del SNI fue de mil 396 investigadores; diez años después, en 1994, este número aumentó en más de 300% (5 mil 879 miembros). Para la década siguiente, ascendió a 10 mil 189, un incremento de 629% respecto a la cifra inicial, y este año, son 21 mil 338 científicos y tecnólogos vigentes, cifra 14 veces superior a la de hace 30 años.

Francisco Bolívar, titular de la Coordinación de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Oficina de la Presidencia de la República, recordó que el SNI ha sido instrumento esencial y estratégico para el desarrollo del país. Su creación ayudó a que los precarios salarios de los investigadores no fueran un motivo para que dejaran México.

En la ceremonia realizada en el auditorio “Jaime Torres Bodet” del Museo Nacional de Antropología, Jorge Flores, uno de los creadores del Sistema, recordó que la voluntad

política para que surgiera esta organización científica fue la clave.

Añadió que aunque se planteó la necesidad de una estructura como el SNI varios años atrás, fue a partir de la presentación del proyecto que se hizo al presidente Miguel de la Madrid, quien apoyó la iniciativa lo que llevó a la publicación del decreto de su creación el 26 de julio de 1984.

“De la Madrid encargó a Pablo Rudomín, entonces presidente de la AMC, elaborar y presentar el proyecto de objetivos, estrategias y un posible reglamento de lo que habíamos llamado el Sistema de Investigadores Nacionales, pero debido a que sus siglas serían SIN -palabra que en inglés significa pecado-, decidimos cambiar el orden a Sistema Nacional de Investigadores”.

Así, fueron los científicos de la Academia quienes decidieron que el Sistema debía ofrecer un apoyo tipo beca para los investigadores, y que para evaluar a los candidatos debían crearse comités de evaluación de pares, así como los requisitos que debían cumplir los candidatos, principalmente, el generar conocimiento de buen nivel.

Actualmente, a 30 años de distancia, el Sistema tiene casi 23 mil investigadores, una cifra aún incipiente para el tamaño del país. Por ello sugirió que es necesario robustecerlo y mejorar aquellas cosas que se deben cambiar para ofrecer a los científicos una mejor oportunidad de dedicarse sólo a la ciencia.

Entre los aspectos que podrían empezar por mejorar, José Narro, rector de la UNAM, dijo que hoy en día el trabajo de las mujeres, de las entidades federativas y los proyectos conjuntos no es del todo bien valorado por el sistema, por lo que invitó a realizar las reformas necesarias.

Por su parte, Emilio Chuayffet, titular de la SEP, aseguró que México requiere más pensamiento, reflexión y rigor en sus científicos, sobre todo ante los desafíos que enfrenta el país en la actualidad. “No hay aprendizaje sin ciencia, ni ciencia sin educación”.

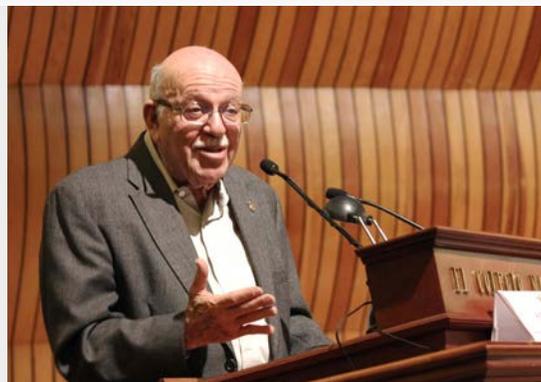
Consideró que el país necesita de los investigadores para hacer realidad, en todas y cada una de las aulas del país, la encomienda de brindar una educación de calidad con equidad. Expresó su admiración por la labor del SNI, por el servicio irremplazable que los investigadores prestan a México y su fecundo compromiso con los avances del conocimiento, que aportan progreso y justicia al país.

También destacó el valor de los científicos que forman parte del SNI pues tres de sus fundadores tienen hoy un papel relevante en la SEP: Salvador Malo, José Sarukhán y Luis Medina.

Finalmente, como parte de la ceremonia de aniversario, se entregaron reconocimientos a miembros fundadores del SNI y a algunos de sus investigadores eméritos.

Falleció Samuel Gitler, brillante matemático en topología algebraica

El 9 de septiembre murió en la Ciudad de México Samuel Gitler, profesor emérito del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados y uno de los matemáticos más destacados en nuestro país. Sus aportaciones en esta disciplina, específicamente en topología algebraica y sus aplicaciones a la topología diferencial, merecieron un alto reconocimiento a nivel mundial. La Academia Mexicana de Ciencias lamenta profundamente su fallecimiento.



Murió Roberto Ortega, impulsor de la óptica en México

El pasado 6 de septiembre falleció Roberto Ortega Martínez, especialista en óptica no lineal, cristales líquidos, láseres de pulsos ultracortos y aplicaciones de láseres en la medicina. Fundó los laboratorios de óptica aplicada en 1984 en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la UNAM, otro más de pulsos ultracortos en 1996 y el de óptica no lineal en 2006. Diseñó arreglos experimentales con láseres de argón y CO₂ para uso fototérmico en cardiología para el Hospital de Cardiología en el Centro Médico Nacional Siglo XXI y el Instituto Nacional de Cardiología. La Academia Mexicana de Ciencias se une a la pena que embarga a sus familiares, colegas y amigos.

Celebran diez años de la genómica en México

A una década de nacimiento del Instituto Nacional de Medicina Genómica, la entidad cuenta ahora con 21 líneas de investigación para contribuir a mejorar el cuidado de la salud en México, ha logrado amplio reconocimiento internacional y avanza para que la medicina pueda ser más preventiva que curativa con políticas públicas adecuadas, dijo Xavier Soberón Mainero en el evento académico por el aniversario de la dependencia que dirige. La celebración contó con la presencia de expertos de la genómica nacional y mundial.

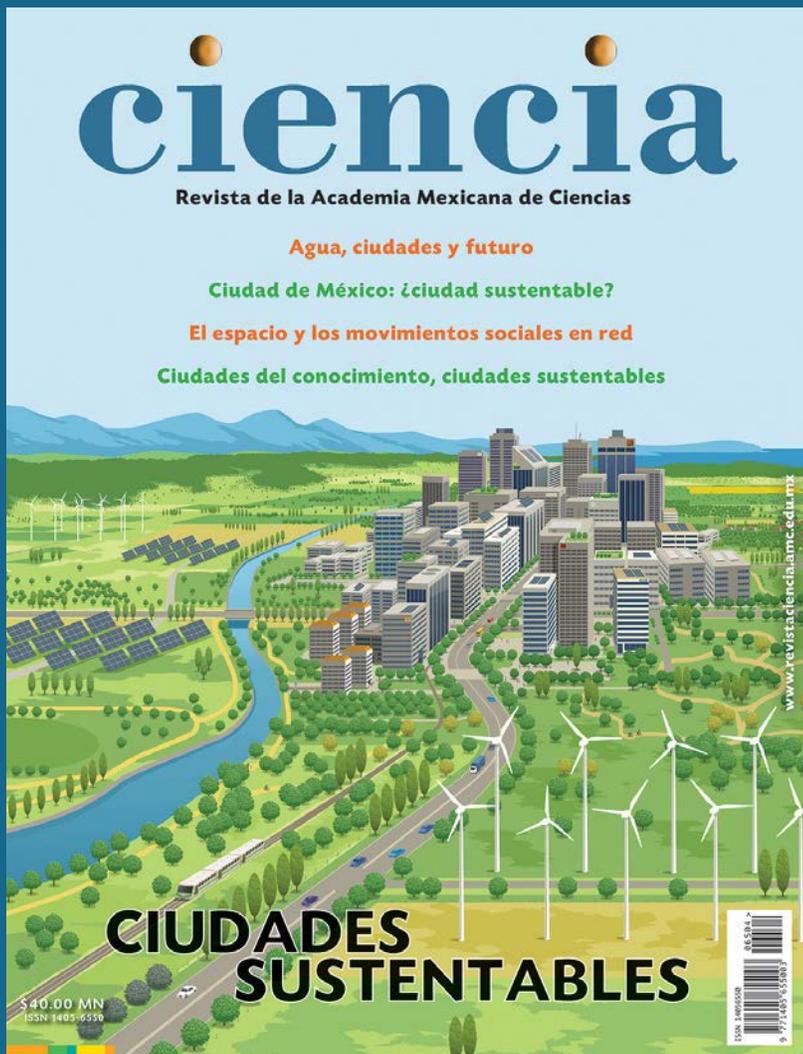


Convocan a jóvenes para atender problemas nacionales

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y diversas instituciones educativas y científicas convocaron al primer concurso: “Vive con Ciencia”, el cual tiene como objetivo involucrar a jóvenes universitarios en la propuesta de soluciones a los problemas nacionales que se abordan en la Agenda Ciudadana de Ciencia, Tecnología e Innovación: educación, agua, medio ambiente, seguridad alimentaria, energía, salud pública, cambio climático, investigación espacial, migración, salud mental y adicciones.

El tema del próximo número de la Revista Ciencia (cuyo impreso y versión en línea estarán disponibles a partir del 1° de octubre) es Ciudades Sustentables. Si bien no existe una única definición de ciudad sustentable, esta noción hace referencia al espacio urbano donde el desarrollo económico no compromete los recursos naturales, hay un acceso equitativo a bienes y servicios colectivos de calidad para el conjunto de la ciudadanía y se ha construido una gobernanza local, democrática y eficiente, que promueve políticas públicas integrales y genera inclusión y coherencia social.

En esta edición, un grupo de notables especialistas abordan desde sus campos de especialidad lo que es una “ciudad sustentable”, qué se requiere para lograr dicha sustentabilidad, cómo los efectos adversos del cambio climático y las malas decisiones políticas atentan contra ella, y las implicaciones que tanto para nuestras vidas como para las futuras generaciones tiene la sustentabilidad de nuestras ciudades.



Contenido

- **Expansión urbana y cambio climático**
Mario Molina
- **Agua, ciudades y futuro**
Blanca Jiménez-Cisneros
- **Ciudad de México: ¿ciudad sustentable?**
Javier Delgado
José Clemente Rueda Abad
- **Ciudades del conocimiento, ciudades sustentables**
Enrique Cabrero Mendoza
- **Regulación ambiental de las metrópolis brasileñas**
Pedro Roberto Jacobi
Gina Rizpah Besen
- **Sustentabilidad y política de vivienda**
Alicia Ziccardi
Arsenio González
- **Incidencia delictiva en tres ciudades mexicanas**
Tonatiah Guillén López
- **El espacio y los movimientos sociales en red**
Manuel Castells

