

# CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO



Publicación semestral del PCTI.mx

Julio-Diciembre de 2011



## Ahorradores de agua en México

Thevetia peruviana: alternativa energética renovable en México

## Autosuficiencia doméstica en energía eléctrica

Valoración de la formación y preocupación ambiental de los profesores en México

Conservación y Manejo del Venado Cola Blanca en México: región Mixteca Poblana

## Fortalecimiento de la Red Meteorológica Nacional:

Tarifas eléctricas

Biohidrógeno a partir de basura orgánica

Aditivo para la reducción de SOx en la desintegración Catalítica de Gasóleos

Cultivo de camarón en jaulas flotantes: alternativa productiva para México y mas...

# EDITORIAL



## DIRECTORIO

### DIRECTOR GENERAL Y EDITOR

Dr. Héctor Nolasco Soria  
 hnolasco@pcti.mx  
 hnolasco2008@hotmail.com  
 pctihnolasco@gmail.com

### SUSCRIPCIONES Y CIRCULACIÓN

M.en C. Laura Patricia Alzaga Mayagoitia  
 lauraalzaga@hotmail.com

### COMITÉ REVISOR

Dr. Fernando Vega Villasante  
 Universidad de Guadalajara

Dra. Olimpia Carrillo Farnés  
 Universidad de La Habana

M.en C. Laura Alzaga Mayagoitia  
 INTERCACTI

M.en C. Miguel Ángel Salas Marrón  
 ASICADES

### OFICINAS

Guasinapí No. 180, Esq. Aquiles Serdán  
 Col. Guaycura  
 La Paz, Baja California Sur  
 México, 23090  
 Tel: (612) 124 02 45

## CONTENIDO

Ahorrradores de agua en México	1
Valoración de servicios ambientales hidrológicos: Caso Río la Antigua	5
Fortalecimiento de la Red Meteorológica Nacional: Tarifas eléctricas	9
<i>Thevetia peruviana</i> : alternativa energética renovable en México	13
Valoración de la formación y preocupación ambiental de los profesores en México	17
Biohidrógeno a partir de basura orgánica	21
Conservación de la tortuga verde ( <i>Chelonia mydas</i> ) en México	25
Cultivo de camarón en jaulas flotantes: alternativa productiva para México	29
La africanización de las abejas ( <i>Apis mellifera</i> L.) en México: Caso Tabasco	33
Conservación y Manejo del Venado Cola Blanca en México: región Mixteca Poblana	39
Autosuficiencia doméstica en energía eléctrica Aditivo para la reducción de SOx en la desintegración Catalítica de Gasóleos	43
	45

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), es la autoridad federal que autoriza las tarifas eléctricas en México. Los acuerdos publicados en el Diario Oficial de la Federación (DOF) en 2002, 2005 y 2007, establecen dicha facultad y le han permitido establecer las tarifas eléctricas, pero también realizar ajustes a los subsidios, según, con base en los costos de producción de la energía eléctrica.

Las temperaturas medias mensuales de 33 grados centígrados, establecidas en la norma como tope mínimo para acceder a las tarifas preferencias 1F, no se alcanzan en sus valores promedio en ningún estado del país, pero si en algunas localidades de los estados.

Sin embargo, hay que puntualizar que las estaciones meteorológicas, según la información disponible en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), no tienen todos los datos registrados y disponibles para todos los meses del año y para todos los años; por lo que, por falta de datos, se puede restringir el acceso a tarifas IF a localidades que sufren de altas temperaturas, pero que por falta de registros del sistema oficial no pueden demostrar y sustentar sus solicitudes. La norma establece que la tarifa IF solo la pueden solicitar las localidades que durante tres años consecutivos y en cada uno de esos años hayan alcanzado en dos meses consecutivos la temperatura media de 33 grados o mayor.

Además, las estaciones meteorológicas automáticas del SMN-CONAGUA en México, son muy limitadas en número en comparación con las que se utilizan en otros países (Por ejemplo, la región de Andalucía, España, tiene 1 estación por cada 1500 Km<sup>2</sup>, en contraste México tiene solo 1 estación por cada 14,700 Km<sup>2</sup>, o sea 10 veces menor), esto trae como consecuencia que el número de datos por localidad y por Estado son limitados, lo anterior limita la capacidad para establecer las temperaturas medias reales de las localidades, considerando la abundancia de microclimas en el territorio Nacional.

Por lo anterior, se propone que el gobierno federal instale mas estaciones de medición para establecer correctamente las temperaturas promedio mensuales y con datos en tiempo real, para dar transparencia en la información. Mientras tanto no se instalen las estaciones meteorológicas automatizadas en red y en tiempo real, se debe aplicar la tarifa 1F a todas las localidades que tengan registrado a la fecha al menos en un mes una temperatura promedio mensual de 33 grados centígrados o superior.

Con los datos de las estaciones meteorológicas, en tiempo real, registradas en los dos años posteriores a su instalación en la Red Meteorológica Nacional, hacer el ajuste a las tarifas de las localidades, de acuerdo a los resultados reales de temperatura y considerando la humedad relativa para el cálculo de la temperatura por la sensación térmica. Pero además, la red dará información muy útil para establecer zonas de alto potencial de autosuficiencia eléctrica mediante el aprovechamiento de la energía solar y eólica.

Se deben revisar los topes de consumo de acuerdo a las tarifas, dado que no es lógico poner consumos bajos como tope en lugares de alto consumo por las temperaturas extremas comunes en las zonas áridas y semiáridas de México.

Dr. Héctor Nolasco Soria  
 DIRECTOR GENERAL

**CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO**, es una publicación semestral editada por Héctor Gerardo Nolasco Soria, Director General del Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México, Guasinapí No. 180, esq. Aquiles Serdán, Col. Guaycura, La Paz, Baja California Sur, 23090, México, Tel. 612 124 02 45, <http://pcti.mx>, hnolasco2008@hotmail.com, Editor Responsable: Héctor Nolasco Soria. Reserva de Derechos al uso exclusivo No. 04-2010-052411265700-102, ISSN 2007-1310. Responsable de la última actualización de este número, Dr. Héctor Nolasco Soria, Guasinapí No. 180, esq. Aquiles Serdán, Col. Guaycura, La Paz, Baja California Sur, 23090, México, Tel. 612 124 02 45, fecha de la última modificación 15 de julio de 2011. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del Editor de la Publicación. La información, imágenes, opinión y análisis contenidos en esta publicación son responsabilidad de los autores.



# Ahorradores de agua en México

Guillermo Almaráz Moreno

POCAGUA. [licenciadodavidalmaraz@live.com.mx](mailto:licenciadodavidalmaraz@live.com.mx)

## Abstract

The water shortage is experienced in most communities in Mexico, including Mexico City, with millions of users, alerted the public and local and federal governments in the country, in order to preventive and corrective actions taken to counteract this shortage and to reach a critical shortage of liquid. The unavailability of water leads to serious consequences for the population, without water life is simply impossible, and that by analyzing daily human activities such as grooming, cleaning the house, washing dishes, clothes, cars, plant irrigation, drinking water for human and animal food, water, sanitary drainage, etc., are indispensable to the liquid. In response to this problem designing, building and commercialization of a water saver for domestic use was developed.

**Keywords:** water, water saving device.

**Palabras clave:** agua, ahorrador de agua.

**Área temática:** Área 6. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.

## Problemática

La escasez de agua que se sufre en la mayoría de las comunidades de la república Mexicana, incluyendo a la Ciudad de México, con millones de usuarios, ha puesto

en alerta a la población y a los gobiernos locales y federales del país, con el fin de tomar acciones preventivas y correctivas que permitan contrarrestar dicha escasez y no llegar a un desabasto del vital líquido. La no disponibilidad de agua trae consigo graves consecuencias a la población, la vida sin agua es sencillamente imposible, ya que al analizar las actividades humanas cotidianas, como el aseo personal, la limpieza de la casa, el lavado de trastos, ropa, coches, el riego de plantas, el consumo de agua para la alimentación humana y animal, el agua para el drenaje sanitario, etc., hacen indispensable a este líquido. Las causas más comunes, que a través del tiempo, han originado que la escasez de agua sea más grave son:

- 1 . Falta de lluvias.
- 2 . Sistemas de captación inadecuados o insuficientes.
- 3 . Fugas en la red hidráulica municipal.
- 4 . Incremento de la población (usuarios).
- 5 . Fugas en equipos domésticos (fregadero, lavabo, regadera, W.C. y otros).

Foto: H. Nolasco





**6.** Uso inmoderado por parte del usuario (este es el factor de mayor incidencia en la escasez de agua).

Por lo anterior, es necesario pensar en las alternativas que permitan un ahorro real de agua, esto incluye reducir el consumo en las actividades cotidianas de las familias mexicanas en todo el país y con ello satisfacer las necesidades a un mayor número de usuarios, al hacer un uso más eficiente del líquido.

Con el fin de atender esta problemática se desarrollaron dispositivos ahorradores de agua que pueden instalarse en equipos domésticos como lavabo, fregadero y regadera y llaves de nariz, para reducir considerablemente los requerimientos de agua para satisfacer las necesidades del aseo personal y para el lavado de trastos, alimentos, etc, que son actividades cotidianas y frecuentes en todos los hogares del mundo.

## Usuarios

Los usuarios directos de esta innovación tecnológica son todas las personas que utilizan el agua en nuestro país, la población en general. Los usuarios propuestos son las dependencias federales (SEMARNAT, CONAGUA, SEDESOL), las dependencias de los estados, incluyendo a las Comisiones Estatales del Agua y las dependencias municipales (SAPAs) y ONG's, con el fin de que establezcan políticas públicas para promover el uso de dispositivos ahorradores de agua en beneficio de la población mexicana, al dar un uso más eficiente al agua disponible y generalizar el ahorro en el consumo doméstico y en oficinas.

## Proyecto

Según datos extraoficiales, una persona consume en promedio 220 litros de agua al día, cantidad que debe ser reducida,

mediante campañas de concientización del uso del agua, técnicas prácticas de ahorro de agua, uso de equipos más eficientes y dispositivos ahorradores de agua.



Fig. 1. Dispositivo ahorrador de agua potable (POCAGUA). El desarrollo tecnológico, permitió la generación de una MIPYME mexicana de base tecnológica, una patente, una marca registrada y un anuncio comercial.

Los dos primeros son dependientes del comportamiento de las personas usuarias, los dos segundos del desarrollo tecnológico e

innovación en los equipos domésticos o la aplicación de dispositivos en equipos comunes en uso en la mayoría de los hogares, que permitan lograr el resultado buscado (aseo, limpieza, etc.) con una menor cantidad de agua.

El objetivo del presente desarrollo tecnológico fue diseñar y construir un dispositivo aplicable a equipos domésticos que permita reducir el consumo de agua. Para lo anterior, con los conocimientos de hidráulica y de ingeniería industrial, se realizó el diseño técnico del dispositivo reductor de flujo, se probaron diferentes materiales de construcción hasta llegar al diseño final del ahorrador de agua. Este es un pequeño cilindro de polipropileno y recubierto de látex, que mide 1.5 centímetros de diámetro y un centímetro de largo. El dispositivo tiene un pequeño agujero en el centro con la medida exacta para liberar solamente el agua necesaria, de acuerdo con el uso (Fig. 1), el cual se propone para su uso en el lavabo, fregadero, regadera de cualquier hogar o en instalaciones de cualquier empresa.

El dispositivo fue evaluado por el Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre el Medio Ambiente y Desarrollo del IPN que realizó pruebas de flujo, presión y consumo. El análisis del efecto del dispositivo, para su certificación en el CIEMAD del IPN, consistió en pruebas de laboratorio sobre el flujo (litros/segundo), tiempos de llenado (segundos) y presión de agua (Lb/pulg<sup>2</sup>). Para cada prueba se realizaron 5 eventos, en cada equipo (regadera, lavabo y fregadero), con y sin el ahorrador de agua. Para las pruebas de llenado y flujo se utilizó una jarra calibrada de 9L de capacidad y una temperatura de 19 °C. La presión de agua se midió con manómetro. Los resultados de las pruebas de flujo y tiempo de llenado indicaron una reducción aproximada del 50% en el flujo de agua (Tabla 1) y por lo tanto se duplicó el tiempo de llenado con el uso del ahorrador de agua (Fig. 2).

Tabla 1. Prueba de flujo (litros/segundo) en equipos domésticos, certificación IPN

EQUIPO	SIN AHORRADOR	CON AHORRADOR
Lavabo	0.204 +/- 0.004	0.095 +/- 0.004
Fregadero	0.223 +/- 0.004	0.113 +/- 0.003
Regadera	0.278 +/- 0.020	0.128 +/- 0.009

5 repeticiones, valor medio y desviación estandar

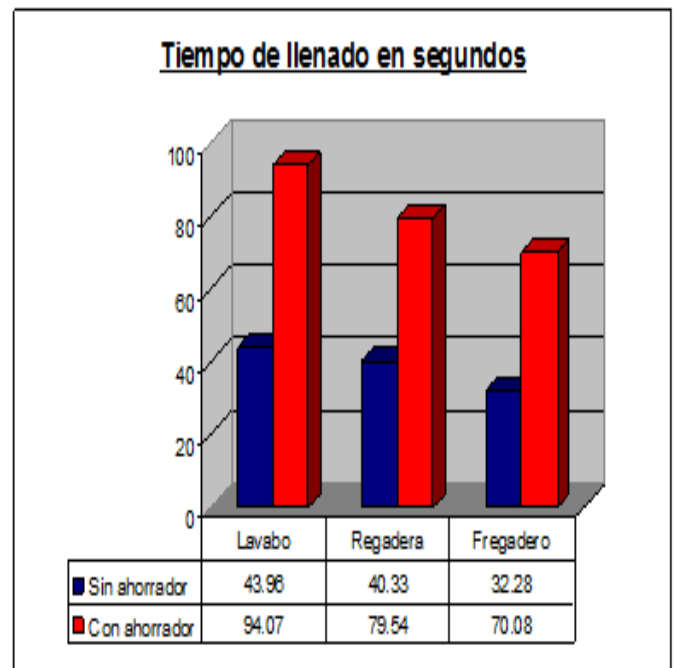


Fig. 2. Tiempo de llenado de jarra calibrada de 9L, certificación del IPN.

Lo importante de estos resultados es que se logra disminuir el flujo de agua en regaderas, lavabos y fregaderos, sin modificar la calidad del servicio de los equipos al mantener una presión de 2 a 3 Lb/pulg<sup>2</sup> y con un ahorro de un 50% de agua. El dispositivo es universal, de fácil instalación y no requiere de los servicios de un plomero (Fig. 3).

Al reducir el consumo de agua para el aseo personal en la regadera, por ende se reduce el consumo de combustible (gas) para el calentamiento de agua. La reducción en el consumo de agua en el hogar, reduce la utilización de energía eléctrica en el bombeo, y en su casos se reduce el consumo de energía de operación de equipos hidroneumáticos ya que el volumen de agua inyectado a la tubería se conservará por más tiempo. Lo anterior incrementa la vida media de los equipos, al reducir su desgaste. Así mismo, si se utilizan calentadores solares de agua, se disminuye el requerimiento de área de captación solar per cápita, al hacer un uso más eficiente del agua caliente almacenada.

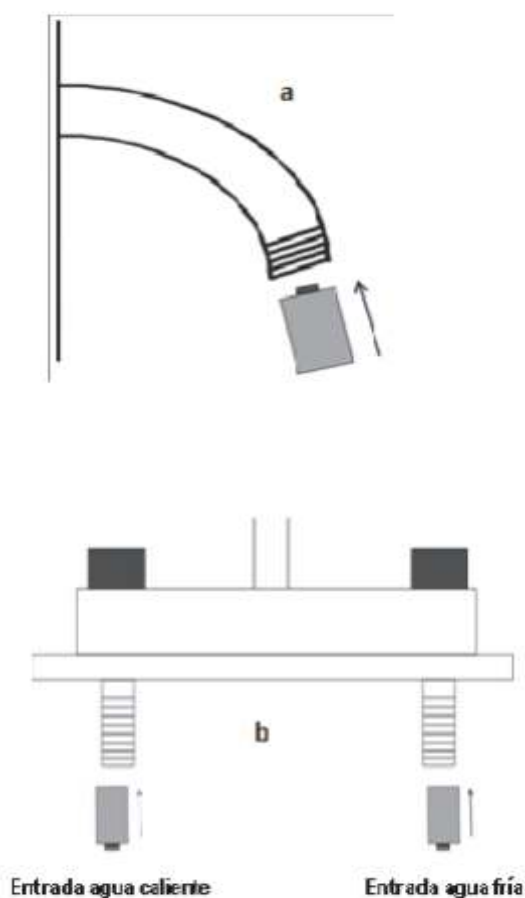


Fig. 3. Instalación de ahorrador de agua POCAGUA en a). regadera y b) lavabo y fregadero.

Como resultado del desarrollo tecnológico se constituyó una microempresa mexicana, de base tecnológica, denominada POCAGUA, la cual comercializa un KIT que consta de 5 piezas (2 para lavabo, agua fría y caliente, 2 para fregadero, agua fría y caliente y 1 para regadera), un manual de instalación, con un precio de \$150 pesos, que con los ahorros de agua encontrados garantiza la recuperación de la inversión en el primer recibo mensual o bimestral de consumo de agua. El dispositivo fue ya patentado ante el IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial), con número de registro MX/a/2009/011438, así como su Marca Registrada y Anuncio comercial (Fig.1).

## Impacto socioeconómico

La instalación de estos ahorradores de agua, puede generar un ahorro del 50% de consumo del vital líquido, para satisfacer las necesidades de servicio en regaderas, lavabos, fregaderos y llaves de nariz, de uso común y cotidiano en la mayoría de los hogares en México y en muchas oficinas, talleres, empresas de todo tipo. Este ahorro en términos económicos y ambientales es de un impacto socioeconómico considerable, si se promueve un uso generalizado en todo el país. La instalación de dicho dispositivo en los equipos en servicio a nivel Ciudad de México puede generar un ahorro de 1,200 millones de litros de agua al día (con una base de 10,000,000 de personas) y a nivel país de 12,000 millones de litros de agua al día (con una base de 100,000,000 de personas), con un ahorro de agua promedio per cápita de 120 litros diarios.



# Valoración de servicios ambientales hidrológicos: Caso Río la Antigua



Simón Pierre Mokondoko Delgadillo y Robert H. Manson

Instituto de Ecología, A.C. [pierre.mokondoko@posgrado.inecol.edu.mx](mailto:pierre.mokondoko@posgrado.inecol.edu.mx)

## Resumen

**M**ediante el análisis de las relaciones entre calidad del agua de los ríos, cobertura vegetal y salud pública, se valoró el servicio de regulación de la calidad del agua, cuantificando el costo que genera el deterioro de la calidad del agua, en la cuenca Río la Antigua, Veracruz. Se describió la distribución espacial de enfermedades hídricas, para identificar ríos, y determinar la calidad del agua. Se evaluó la influencia de usos de suelo a diferentes escalas sobre la calidad del agua y el efecto en la salud pública. Existen fuertes relaciones entre los usos de suelo a menores escalas y la calidad del agua; así como, una relación entre la concentración de E.coli y la incidencia de enfermedades. Se encontró un monto de \$1,034 pesos por Ha de bosque conservado, en una franja de 100 m a la orilla de los ríos.

**Palabras clave:** servicios ambientales, enfermedades hídricas, costos en salud.

## Abstract

**B**y analyzing the relationship between water quality of rivers, land cover and public health, the ecosystem service of regulation of water quality was assessed, quantifying the costs involved in the deterioration of water in the River Basin "La Antigua", Veracruz. We described the spatial distribution of waterborne diseases, to identify rivers to determine water quality. The influence of land uses at different scales on water quality and the effect on public health was valued. There are strong relationships between land uses on a smaller scale and water quality as well as a relationship between the concentration of E.coli and the incidence of diseases. We found a price of \$1,034 pesos per hectare of conserved forest within a range from 100 m to the river banks.

Foto: Karen Harding

**Keywords:** ecosystem services, waterborne diseases, public health costs.

**Área temática:** Área 6. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.

## Problemática

**E**l estado crítico de los ecosistemas y los recursos hídricos de México amenazan cada vez más la salud de sus habitantes. La salud depende en gran medida del agua que se consume. Los bosques en las partes altas de las cuencas brindan muchos servicios ambientales hidrológicos importantes como el mantenimiento de la calidad del agua, abastecimiento de agua y regulación del clima, entre otros. Sin embargo, reciben una fuerte presión por parte de las actividades humanas, debido en gran parte a su subvaloración económica y al cambio de uso de suelo intencionado motivado por el uso alternativo de la tierra para la ganadería, agricultura y zonas urbanas. La ausencia de bosques en las cuencas y sobre todo a la orilla de los ríos favorece la llegada de contaminantes a los ríos, pues estos sirven como barrera ante la contaminación no puntual del agua. Esta contaminación difusa se da por escurrimientos de tierras agrícolas y ganaderas en periodos de lluvia. A pesar de los esfuerzos en la creación de mercados enfocados en la conservación y/o restauración de los bosques, la falta de información científica sólida



acerca de los procesos ecológicos y los efectos de estos en el bienestar socioeconómico de comunidades aledañas, no han permitido la consolidación de estos mercados y esquemas de pago por servicios ambientales.

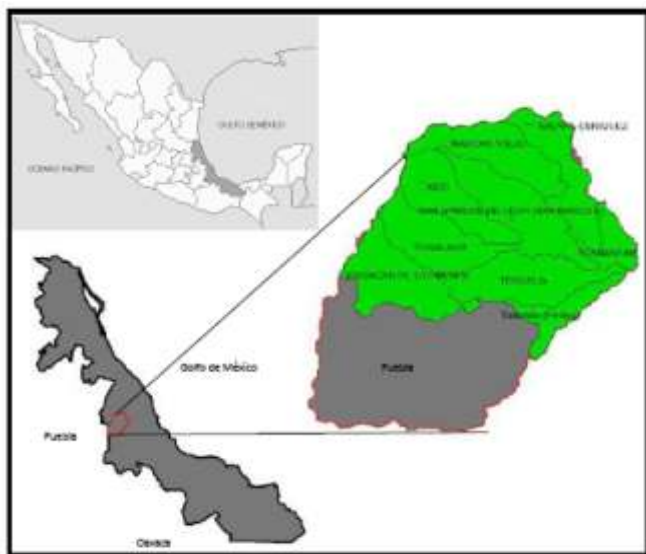


Fig. 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio utilizada como caso tipo, que incluye las 10 microcuencas ubicadas en la parte alta de la cuenca del Río la Antigua en el centro del estado de Veracruz, México.

## Usuarios

Los usuarios de este estudio son los tomadores de decisiones en instancias gubernamentales como la Secretaría de Salud, la Comisión Nacional Forestal y las comisiones municipales de agua potable y saneamiento; así como, los propietarios de tierras y bosques que pueden recibir un pago por la conservación de la cobertura vegetal natural y la población en general.

## Proyecto

Con el objetivo de valorar el servicio ambiental de regulación de la calidad del agua, se tomaron como caso tipo a 10 microcuencas comprendidas en la cuenca alta

del Río la Antigua en el centro del Estado de Veracruz, donde se llevó a cabo un estudio de dos años (2008-2010) para explorar el efecto de los cambios de uso de suelo sobre la calidad del agua de los ríos y sus consecuencias en la salud de la población de la región (Fig. 1).

En la primera etapa, se estudió la información disponible sobre enfermedades relacionadas a la mala calidad del agua, al respecto se revisaron las hojas diarias de los médicos de los centros de salud de la zona de estudio, así como las bases de datos del Sistema Único de Vigilancia Epidemiológica de la Secretaría de Salud de los años 2006 al 2008. La prevalencia de enfermedades de cólera, se mapeó y se describió su situación y la distribución espacial en el área de estudio, para identificar las zonas de mayor riesgo de prevalencia de enfermedades gastrointestinales relacionadas con la mala calidad del agua. Para el análisis de datos se usó estadística espacial y geoestadística (Fig. 2).

Para la obtención de datos de calidad del agua se eligieron 10 ríos de uso para consumo humano, agrícola y pecuario. Estos fueron seleccionados en áreas de baja y alta prevalencia de enfermedades, se tomaron muestras mensuales de agua durante el periodo de Julio-Septiembre de 2009, siguiendo la metodología de monitoreo comunitario propuesto por la organización Global Water Watch ([www.globaleaterwatch.com](http://www.globaleaterwatch.com)), metodología avalada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA).

La calidad del agua se midió mediante los parámetros de la concentración de oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno, sólidos en suspensión, coliformes fecales, temperatura del agua y ambiente y por último los datos de caudal, durante el periodo de Julio-Septiembre de 2009. Se midió el impacto de los diferentes usos de suelo a diferentes distancias de los ríos y su relación con los cambios en la calidad del agua, a su vez, se relacionó el número



de enfermos debido a infecciones gastrointestinales relacionadas a la mala calidad del agua (cólera), con las concentraciones de bacterias *E.coli* como especie indicadora en el agua de los ríos (Fig. 3).

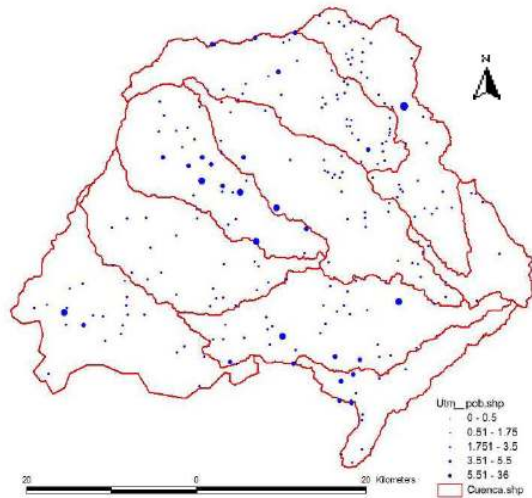


Fig. 2. Distribución espacial de los porcentajes (tasas) de enfermedades gastrointestinales relacionadas a la mala calidad del agua (cólera), en las localidades de la zona de estudio. Cada punto representa una localidad y el tamaño de los círculos es proporcional a la tasa de prevalencia de enfermedades en cada localidad (%), las líneas rojas son los límites de las microcuencas.

Por último a se calcularon aquellos costos en los que la Secretaria de Salud asume, para prestar atención por enfermedades provocadas por una disminución en la calidad del agua, estos se presentan como la suma de los conceptos derivados de las consultas del paciente al médico, de los gastos en medicamentos, de la hospitalización y de los días de salario que dejan de percibir.

Como resultado se ubicó geográficamente las zonas de mayor y menor prevalencia de enfermedades donde se tomaron las muestras de agua y se realizaron los estudios de patrones de uso de suelo y vegetación (Fig. 4). El principal problema de contaminación en los que se detecto se debe a la presencia de coliformes fecales, pues el 100% de los ríos

muestreados, mostraron altos niveles de contaminación por este agente; estos niveles rebasaron a los límites permisibles por las normas vigentes. Así mismo, los resultados mostraron que los diferentes patrones de usos de suelo en la cuenca alta del Río la Antigua están directamente ligados a los cambios en la calidad del agua.

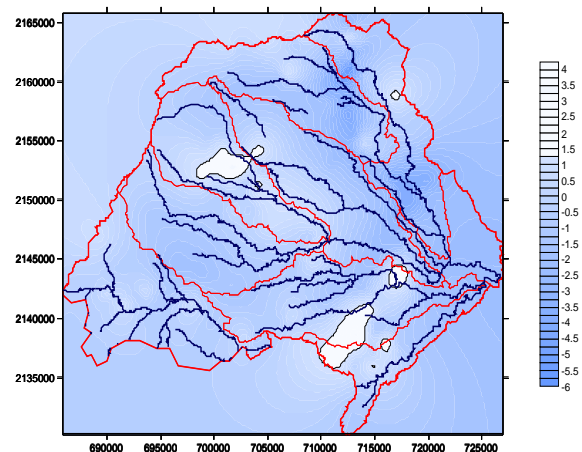
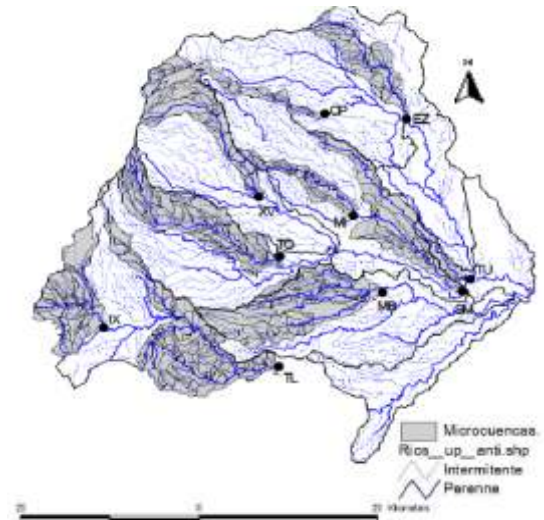


Fig. 3. Distribución espacial de ríos de muestreo en la parte alta de la cuenca del Río la Antigua. Las áreas grises representan cada una de las áreas de influencia de los ríos de muestreo (arriba). Distribución de las zonas de alta y baja prevalencia de enfermedades. Las zonas claras y oscuras indican agrupaciones de las más altas o bajas prevalencias de enfermedades respectivamente (abajo).

# Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México

En particular, se observó que los bosques en una franja de 100 metros a la orilla de los ríos ayudan a mantener una alta calidad del agua. También se mostró una relación entre la concentración de coliformes fecales en el agua y las tasas de prevalencia de enfermedades. Dicho de otro modo, en los ríos con alta concentración de *E.coli* las tasas de prevalencia de enfermedades, en las comunidades, también fueron altas. Sin embargo, el valor de asociación entre las tasas de enfermedades y la contaminación hídrica por *E.coli* fue bajo, lo que puede deberse a que no todos los casos son reportados a los centros de salud, ya que algunos son atendidos en casa por las familias. Además, se tomó solamente el número total de casos por cólera para inferir en las relaciones, ya que la lista de enfermedades relacionadas a la mala calidad del agua es amplia.

Se encontró que una disminución en la concentración de *E.coli* en el agua, significaría en una reducción en 1.4% en las tasas de morbilidad, lo cual se traduciría en un ahorro promedio de \$2,436,949 pesos anuales, a un costo de \$1,219 pesos por caso. Los datos sugieren que se debería de pagar un monto de \$1,034 pesos por ha de bosque conservado en una franja de 100 metros a la orilla de los ríos y un monto de \$237 pesos para el resto de la cuenca. Estos resultados muestran la importancia en tomar medidas para mejorar la calidad del agua como la conservación de las áreas de bosque cercanas a los ríos, además de la planificación adecuada del uso de la tierra en las cuencas.

## Impacto socioeconómico

La valoración de servicios ambientales tiene un impacto social directo sobre la población en general, al identificar las zonas prioritarias para hacer un pago por la conservación de la cobertura forestal, que a su vez ayude a eliminar externalidades en los

mercados económicos que detienen el desarrollo sustentable a nivel regional. Aunado a esto, la valoración económica de los costos en salud pública derivados de la pérdida de la calidad del agua por efecto de los cambios en el uso del suelo, es un componente relevante para la toma de decisiones sobre los recursos hídricos.

En adición, es necesario que se desarrollen más estudios enfocados en la erosión de suelos y pérdidas de productividad en plantaciones agrícolas, como parte de un conjunto de servicios hidrológicos afectados por los cambios de uso de suelo, los cuales podrían reforzar los pagos por servicios ambientales y así dar un mejor valor a los bosques para su conservación.

Las acciones adecuadas de inversión para la conservación de los bosques para el mantenimiento de la calidad del agua, tiene determinados beneficios que significarían en un ahorro de los costos en salud tanto para la comunidad en general, como para la Secretaría de Salud.

Es necesario mencionar que el mejoramiento de la calidad del agua tendría una reducción en los costos de purificación del agua por parte de las Comisiones Municipales de Agua Potable. Además, esta información permite seleccionar cursos de acción eficaces y eficientes en el aprovechamiento y manejo del agua superficial, así como en las estrategias para mitigación de enfermedades y conservación de los bosques.



# Fortalecimiento de la Red Meteorológica Nacional: Tarifas eléctricas



Francisco Castellón Fonseca y Josefina Cota Cota

Senado de la República. [fjcaste@senado.gob.mx](mailto:fjcaste@senado.gob.mx), [jcotac@senado.gob.mx](mailto:jcotac@senado.gob.mx)

## Resumen

Los suscritos, Josefina Cota Cota y Francisco Javier Castellón Fonseca, Senadores de la LXI Legislatura del Senado de la República del H. Congreso de la Unión, con fundamento en los artículos 58 del Reglamento para el Gobierno Interior del Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos, y demás disposiciones aplicables, presentamos ante esta Soberanía la siguiente Proposición con Punto de Acuerdo, por el que se solicita al Titular del Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y demás dependencias y paraestatales competentes, realizar una revisión y ajuste de tarifas eléctricas, subsidios y límites de consumo en zonas cálidas y semidesérticas de México; implementar un programa de apoyo para la reconversión a fuentes alternas de energía eléctrica y térmica para uso doméstico y establecer un Programa de fortalecimiento de la Red Meteorológica Nacional a fin de tener una mayor densidad por km<sup>2</sup> de estaciones meteorológicas asociadas a las localidades habitadas del país, que proporcionen, en tiempo real, entre otros datos, la temperatura, humedad relativa, vientos, irradiación solar y sensación térmica, en el territorio nacional.

**Palabras clave:** Red meteorológica, tarifas eléctricas, fuentes alternas de energía.

## Abstract

The undersigned, Josefina Cota Cota and Francisco Javier Castellón Fonseca, Senators of the LXI Legislature of the Senate of H. Congress of the Union (Mexico), based on Article 58 of the Rules for Internal Governance of the General Congress of the United Mexican States, and other applicable provisions, we present the following proposal to this sovereign as a Point of Agreement, which asks the

President declared, through the Ministry of Finance and other departments and para-state organizations, to review and adjustment of electricity tariffs, subsidies and consumption limits in areas warm and semi-desert of Mexico to implement a support program for conversion to alternative sources of electricity and heat for domestic use and establish a program to strengthen the National Meteorological Network in order to have a greater density per km<sup>2</sup> of meteorological stations associated with inhabited localities of the country, to provide real-time temperature relative humidity, wind, solar radiation and thermic sensation, in Mexico.

**Keywords:** meteorological network, electricity rates, alternative energy sources.

Área temática: Área 7. Ingenierías.

## Problemática

El Instituto de Investigaciones Legislativas del Senado de la República señaló en el 2003 que a partir de la publicación en el Diario Oficial de la Federación, de fecha 8 de abril del 2002, del Acuerdo de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público por el que se autoriza el ajuste, modificación y reestructuración a las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica y reduce el subsidio a las tarifas domésticas, diversos sectores de la sociedad de distintas entidades federativas se manifestaron públicamente en contra de tal disposición, argumentando que ésta afecta directamente la economía de millones de familias mexicanas, particularmente a las de menores ingresos, así



# Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México

como aquellas que habitan en regiones en que las condiciones climatológicas obligan a utilizar, en mayor medida, sistemas de ventilación y aire acondicionado para mitigar los efectos de la temperatura ambiental, lo que implica necesariamente un mayor consumo de energía eléctrica.

Actualmente, los más de 29.7 millones de usuarios domésticos de energía eléctrica en México son afectados con incrementos constantes en sus facturaciones del consumo, además de contar con un servicio deficiente con interrupciones constantes desde que en octubre de 2009 la Comisión Federal de Electricidad (CFE) comenzó a prestar el servicio en la zona central del país, área que antes atendía Luz y Fuerza del Centro.

Paralelamente al incremento en las tarifas eléctricas, el subsidio se ha reducido en 18 por ciento, al bajar de 28 mil 113 millones de pesos otorgados en el primer trimestre de 2009 a 23 mil 70 millones en el primer trimestre de 2010.

Los precios medios de energía eléctrica pasaron de 112.77 centavos por kilovatio-hora en marzo de 2009 a 120.38 centavos a marzo de 2010, es decir, un alza de 6.7 por ciento. Las estadísticas difundidas por la Secretaría de Energía precisan que en el periodo enero-marzo de 2010, las ventas de electricidad en el sector doméstico cayeron 3.3 por ciento como reflejo de las elevadas tarifas. En el sector comercial las ventas bajaron 10.4 por ciento y en el de servicios cayeron 12.1 por ciento, mientras que las del sector agrícola descendieron 5.6 por ciento.



Fig. 1. Sen. Josefina Cota Cota y Sen. Francisco Castellón Fonseca, Miembros del H. Congreso de la Unión, Senado de la República.

## Usuarios

Las dependencias federales SHCP, SENER, SEDESOL, SEMARNAT, SAGARPA, SS a fin de aplicar políticas públicas para atender el problema de las altas tarifas eléctricas aplicadas en México, el uso de fuentes alternas de energía y el fortalecimiento de la red meteorológica nacional. Esto último, con el fin de tener datos reales que sustenten la asignación de temperaturas medias, cálculo de la sensación térmica para los ajustes en la tarifas eléctricas, límites de consumo y subsidios; así como los datos de irradiación solar con el fin de identificar áreas de oportunidad para el uso de energía limpia para la generación de electricidad en el territorio nacional.

## Proyecto

Las estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) son las que registran las temperaturas en el territorio nacional. De acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (<http://smn.cna.gob.mx/emas/catalogoa.html>), se tienen solo 133 Estaciones Meteorológicas Automáticas - EMAs, Administradas por la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional-CGSMN con Transmisión Vía Satélite. En comparación a esto, la provincia de Andalucía en España tiene más de 50 estaciones, con una densidad de 1 estación por cada 1500 Km<sup>2</sup>, en contraste México tiene una densidad muy baja con 1 estación por cada 14,700 Km<sup>2</sup>, o sea 10 veces menor. Esto puede traer como consecuencia que las temperaturas registradas en estas estaciones no necesariamente representan las temperaturas de las localidades del país, dada la baja densidad de estaciones que operan, en tiempo real, en México.

Se debe tomar como ejemplo el caso del Estado de Quintana Roo, donde recientemente

se instaló una Red de 12 estaciones meteorológicas para medir 16 parámetros climatológicos, disponibles en tiempo real (<http://cener.blogdns.com>), que son adicionales a las estaciones del SMN, con el fin de tener un mayor número de lecturas de temperatura, humedad, viento, irradiación solar y el cálculo de sensación térmica, entre otras variables, que sustenten el establecimiento de tarifas eléctricas y la posibilidad de aprovechar la energía solar en la producción de energía eléctrica.

Según datos de las estaciones meteorológicas del SMN-CONAGUA, las temperaturas medias mensuales en °C, por entidad federativa no alcanzan el valor de 33 °C establecido como mínimo para tener acceso a la tarifa 1F y solo alcanzaron el valor más alto, en los últimos tres años (2007-2009), de 30.6 °C, en el mes de agosto en el estado de Sonora. Para el año 2008, la temperatura media más alta fue de 29.7 °C para el mes de agosto en Quintana Roo y para el 2007, la temperatura media mas alta fue de 29.5 °C para el mes de agosto en Baja California Sur y en Sinaloa. En general, las entidades con mayores temperaturas medias en los últimos tres años fueron: en orden decreciente: Baja California Sur, Sinaloa, Quintana Roo-Sonora para el 2007; Quintana Roo, Sinaloa, Campeche-Tamaulipas-Yucatán para el 2008; y Sonora, Tamaulipas, Baja California Sur y Sinaloa para el 2009.

Con base en los datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional, 112 estaciones climatológicas del país han reportado temperaturas medias mensuales de 33 °C o superiores, las cuales están localizadas en los estados de Baja California (14), Baja California Sur (7), Campeche (3), Coahuila (1), Chiapas (1), Colima (1), Guerrero (21), Hidalgo (1), Jalisco (2), Nayarit (2), Nuevo León (1), Oaxaca (1), San Luís Potosí (4), Sinaloa (5), Sonora (45), Tamaulipas (1), Veracruz (1) y Yucatán (1). Pero sólo 10 de las 112 estaciones mencionadas tienen datos registrados en 3 años consecutivos con temperaturas medias de 33 °C o superior; es

decir que cumplen con la norma vigente. Sin embargo, al menos existen 50 estaciones del país si han tenido años con al menos dos meses consecutivos con temperaturas de 33 oC o superior.

En los mismos datos proporcionados por el SMN, existen infinidad de estaciones climatológicas que no tienen datos registrados y disponibles en todos los meses del año. Así mismo, se carece de los datos de 2007 en adelante para la mayoría de las estaciones; algunas pocas tienen datos de 2008 y escasas de 2009. Esto puede ocasionar que no se tenga entonces el registro consecutivo de dos meses por año, por tres años consecutivos, lo que excluye a las localidades, asociadas a estas estaciones, del acceso a las tarifas preferenciales. Por todo lo anterior, en beneficio de la economía de las familias de los mexicanos que habitan las zonas áridas y semiáridas del país, se propone que debe de otorgarse tarifa preferencial 1F a todas las localidades que hayan registrado temperaturas promedio de 33 grados centígrados.

La sensación térmica depende de la relación entre el calor que produce el metabolismo del cuerpo (humano o animal) y el que disipa hacia el entorno. Si es mayor el primero, la sensación es de calor. La sensación térmica también puede ser de mayor temperatura cuando al calor se le añade una alta humedad relativa, ya que la evaporación del sudor es el principal medio para disipar el calor corporal y, la humedad ambiental alta dificulta esta evaporación, por lo que se tiene sensación de más calor.

México es un país con alta incidencia de energía solar en la gran mayoría de su territorio; la zona norte es de las más soleadas del mundo. Esta irradiación afecta el confort e incrementa la sensación térmica. En contraste, también abre la posibilidad de aprovechar esta energía solar para la producción de energía eléctrica en los propios hogares, para el consumo domestico. La energía solar puede ser aprovechada para la

# Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México

generación limpia de energía eléctrica a nivel residencial; sin embargo, la tecnología es costosa y requiere de una inversión inicial considerable, pero que se recupera en el mediano plazo; además, no produce contaminación y por lo tanto reduce la acumulación global de gases invernadero por generación de energía eléctrica.

## PUNTO DE ACUERDO:

**PRIMERO.** - La Comisión Permanente del H. Congreso de la Unión solicita al Titular del Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y las dependencias y paraestatales competentes, realizar una revisión y ajuste de tarifas eléctricas de consumo doméstico en zonas cálidas y semidesérticas de México considerando la temperatura, humedad relativa y la sensación térmica.

**SEGUNDO.** - La Comisión Permanente del H. Congreso de la Unión exhorta al Ejecutivo Federal, a través de las dependencias de la Administración Pública Federal y Paraestatales competentes, implementar un programa de apoyo para la reconversión a fuentes alternas de energía eléctrica y térmica para uso doméstico en iluminación, riego, bombeo de agua, seguridad, operación de electrodomésticos y calentamiento de agua, entre otros.

**TERCERO.** - La Comisión Permanente del H. Congreso de la Unión exhorta al Ejecutivo Federal, a través de las dependencias de la Administración Pública Federal y Paraestatales competentes, establecer un Programa para el fortalecimiento de la Red Meteorológica Nacional a fin de tener una mayor densidad por km cuadrado de estaciones meteorológicas asociadas a las localidades habitadas del país, que proporcionen, en tiempo real, entre otros datos, la temperatura, humedad relativa, vientos, irradiación solar y sensación térmica, en el territorio nacional que permita establecer mejores criterios para el establecimiento de tarifas eléctricas, niveles de consumo y subsidios. Mientras se realiza la instalación de nuevas estaciones meteorológicas y se alcancen dos años de operación de la misma para la recopilación y estudio de los datos, se solicita lo siguiente:

- En apoyo de la deteriorada economía de las familias mexicanas, se aplique la tarifa 1F a localidades que hayan alcanzado una temperatura media mensual de 33 oC, según los datos disponibles de las actuales estaciones meteorológicas del SMN-CONAGUA.
- Que para los meses de verano, se considere la sensación térmica para el cálculo de la temperatura por localidad.
- Revisar los topes de consumo de acuerdo a las tarifas, dado que no es lógico poner topes de consumos bajos en localidades donde las familias mexicanas se ven obligadas a altos consumos con el fin de garantizar algo de confort al estar expuestas a las temperaturas extremas y alta irradiación solar en las zonas áridas y semiáridas de México.

Dado en el Salón de Sesiones de la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión, 02 de agosto de 2010.

Suscriben:

SEN. JOSEFINA COTA COTA

SEN. FRANCISCO JAVIER CASTELLÓN FONSECA

## Impacto socioeconómico

Las modificaciones a los subsidios, la inadecuada medición de las temperaturas, la consecuente negación de la tarifa 1F, los niveles de consumo máximo establecidos, etc. han deteriorado cada día más la economía de las familias mexicanas, de manera aberrante a aquellas que viven en localidades del país con clima extremo, en viviendas de interés social de techos bajos, sin aislamiento térmico y que por la sensación térmica se ven obligados al uso de aires acondicionados y ventiladores en gran parte del año, particularmente de los meses de mayo a octubre de cada año.

La atención de estas demandas por el poder ejecutivo federal, permitirá tener una red meteorológica nacional de vanguardia, con datos en tiempo real, con la densidad de estaciones y ubicación y manejo que determinen las instancias gubernamentales con la participación del sector científico nacional (Académicos, Investigadores y Estudiantes de posgrado). La red podrá suministrar información valiosa sobre las condiciones climáticas del país en tiempo real que será un insumo fundamental para atender preventivamente eventos climatológicos extraordinarios (lluvias intensas y huracanes) y promover la generación de energía eléctrica en áreas de alta intensidad de vientos y/o irradiación solar, con un impacto social y económico sin precedentes en México. Como consecuencia, las dependencias involucradas tendrán información real de las temperaturas y sensación térmica en las comunidades con el fin de aplicar tarifas eléctricas, límites de consumo y subsidios más justos para los mexicanos.







# *Thevetia peruviana*: alternativa energética renovable en México

L. Díaz-Ballote, E.T. Vega-Lizama, T. Suárez-Mendoza, C. Mariel-Domínguez y A. Castillo-Atoche  
CINVESTAV-Instituto Politécnico Nacional. [luisdiaz@mda.cinvestav.mx](mailto:luisdiaz@mda.cinvestav.mx)

## Resumen

**L**a *Thevetia peruviana* se encuentra desde los Estados Unidos hasta Argentina, su semilla contiene un alto porcentaje de aceite que puede emplearse como biocombustible. En el presente trabajo los objetivos fueron investigar la factibilidad de extraer el aceite de semillas de *Thevetia*, la conversión del aceite a biodiesel y la calidad de éste. El aceite fue extraído por prensado mecánico y convertido en biodiesel por un proceso de transesterificación alcalina. Se encontró que el biodiesel está dentro de los límites aceptables de los parámetros críticos del estándar ASTM D6751 y por lo tanto es un potencial biocombustible para uso automotriz.

**Palabras clave:** *Thevetia*; biodiesel; biocombustibles.

## Abstract

**T***hevetia peruviana* is found from United States to Argentina and its seed contains a high percentage of oil that could be used as a biofuel. Therefore, the aims of the Project were to investigate the extraction feasibility of oil from *Thevetia* seeds, the conversion of this oil to biodiesel and determination of its quality. The oil was extracted by mechanical pressing and converted to biodiesel by an alkaline transesterification process. It was found that the biodiesel was within acceptable limits of critical parameters of the standard ASTM D6751 and therefore is a potential biofuel for automotive use.

**Keywords:** *Thevetia*; biodiesel; biofuels.

Área temática: Área 6. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.

## Problemática

**E**n este siglo, el planeta está enfrentando serios problemas entre los cuales están la contaminación, el calentamiento global, el cambio climático, y la disminución de las reservas de petróleo. Frecuentemente se ha señalado como origen de los problemas mencionados el uso excesivo de los combustibles fósiles. La sociedad consumista es adicta a la energía y con el crecimiento de la población también crece el consumo de energía que actualmente está basada en el petróleo. Este consumo de energía desenfrenado nos conduce a un fin evidentemente gris para la humanidad, donde se presentan dos escenarios desalentadores. Por un lado la energía se está tomando principalmente de los combustibles fósiles y estos son finitos, es decir no son renovables y se acabarán más temprano que tarde (imagine una sociedad sin petróleo). Por otro lado, aun suponiendo que se descubrieran reservas de petróleo para miles de años, su extracción por ejemplo en aguas profundas implica serios riesgos para el planeta, debido a los posibles derrames, como ocurre en el presente siglo XXI, sin contar que su combustión y utilización genera gases como el CO<sub>2</sub> que en gran parte se responsabilizan, por su efecto invernadero, del calentamiento global. Este calentamiento a su vez es la causa del cambio climático cuyos efectos son, entre otros, fenómenos naturales

más agresivos y frecuentes (huracanes, tornados), deshielos, inundaciones, ondas de calor, sequías, y extinción de especies. Todo este negro panorama ha renovado el interés de numerosos investigadores alrededor del mundo por encontrar y promover el uso de fuentes de energías limpias y renovables. La solución con toda seguridad no será única, cada alternativa energética será parte de la solución mundial.

Para atender esta problemática, el laboratorio de producción y caracterización de biocombustibles de la unidad Mérida del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN participa con su granito de arena en la búsqueda de fuentes energéticas alternas y renovables con la producción y caracterización de biodiesel a partir del aceite de *Thevetia peruviana*. Esta planta es ligeramente tóxica y por lo tanto se considera no comestible, tampoco consume grandes cantidades de agua y tiene otros subproductos que le proporcionan un gran potencial económico para el campo mexicano. Esta especie es originaria de la América Tropical en la cual se incluye prácticamente todo México.



Fig. 1. *Thevetia*: néctar para abejas y fuente de biodiesel.

## Usuarios

Los usuarios son las dependencias del poder ejecutivo federal (SAGARPA, SEMARNAT, SENER) y de las entidades federativas, así como miembros del sector productivo, rural y la sociedad en general al tratarse de cultivos alternativos para la producción de energéticos renovables.

## Proyecto

El objetivo del proyecto fue investigar la factibilidad de extracción de aceite de semillas de *Thevetia peruviana*, convertirlo en biodiesel y determinar sus parámetros de calidad, factibilidad y rendimiento de conversión. La fuente para la extracción de aceite fueron las semillas de una única planta que tiene un manejo de jardinería convencional, y está ubicada en los terrenos del CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. El contenido de aceite por peso seco de semilla se determinó en el laboratorio. Se emplearon dos métodos de extracción del aceite: por solvente hexano y por medios mecánicos con el uso de una prensa hidráulica (gato hidráulico) de 6 toneladas. El aceite obtenido se filtro en una columna de carbón activado y se sometió a un proceso de conversión de aceite vegetal a biodiesel conocido como transesterificación. Químicamente el aceite vegetal está compuesto mayoritariamente de triglicéridos con diferentes ácidos grasos. En la transesterificación el aceite vegetal se hace reaccionar con etanol en presencia de KOH como catalizador y el resultado es glicerina y esteres. Estos últimos al cumplir con los estándares internacionales de calidad de combustible pasan a ser biodiesel. En la figura 1 se puede observar el aspecto que tiene el biodiesel derivado del aceite de *Thevetia*. El aceite y el biodiesel pasaron por diversas pruebas de laboratorio, algunas realizadas en CINVESTAV-Mérida y otras en laboratorios

estandarizados. El aceite se caracterizó mediante la determinación de la gravedad específica, la viscosidad el índice de acidez, yodo, saponificación y peróxido.

Después de la transesterificación los esteres fueron caracterizados mediante la determinación del punto de inflamación, glicerina libre, glicerina total, humedad y sedimentos, punto de niebla, índice de acidez, viscosidad cinemática e índice de cetano. Los valores hallados se compararon con los valores mínimos y máximos correspondientes listados en el estándar ASTM D6751.

Los resultados indicaron que por extracción con solventes se obtiene un rendimiento del 60% de aceite y por la extracción mecánica un 40%. A pesar de que la extracción mecánica da un menor rendimiento se utiliza más en el laboratorio porque es un proceso de extracción autosustentable que no requiere calentamiento ni solventes derivados del petróleo. La figura 2 muestra el residuo de la semilla después que se le exprime el aceite mediante el prensado mecánico. Esta pasta o "torta" como se le conoce también es rica en proteínas y podría incorporarse a la alimentación animal.



Fig. 2. Pasta de *Thevetia*, subproducto obtenido de la extracción del aceite por prensado mecánico es rica en proteínas y podría incorporarse como insumo en la alimentación animal de engorda.

Los parámetros de calidad del biodiesel, mencionados previamente, se encontraron dentro de las especificaciones críticas de calidad listadas en el estándar ASTM D6751. Por lo tanto se logró la obtención del biodiesel a partir del aceite de *Thevetia*, que sin duda se puede utilizar como fuente de energía en vehículos automotrices.

En la Tabla 1 se puede ver el rendimiento de aceite vegetal en litros por hectárea por año de varios cultivos empleados en la producción de biodiesel. Se observa que la *Thevetia*, empleada en este estudio, tiene un rendimiento de aceite dentro del rango de los cultivos clásicos (girasol, maní, colza). La planta adulta, bajo las condiciones establecidas, proporcionó en promedio 4,000 frutos/año, esta producción es superior a la producción de semillas de *Thevetia* crecida en la India y Nigeria (400 a 800 frutos por año). Los cuatro mil frutos de una planta proporcionan aproximadamente 1.2 litros de aceite por año, si se asume una densidad de 900 plantas por hectárea se estima 1080 litros/hectárea/año.

En el CINVESTAV-IPN, unidad Mérida, actualmente se está trabajando en nuevos métodos de refinamiento de aceite, en la optimización del proceso de transesterificación del aceite y en la implementación en laboratorio de todas las pruebas de calidad del biodiesel. Además, se investiga el efecto de estos combustibles en la degradación de los materiales de relevancia automotriz, por ejemplo aluminio y acero.

La experiencia adquirida se está aplicando a otros aceites con potencial para producir biodiesel como aceite usado en la preparación de alimentos y próximamente en la producción de biodiesel a partir de microalgas. En estas tareas participan estudiantes de nuestra institución y de las escuelas de educación superior de la localidad como el Instituto Tecnológico de Mérida, y la Universidad Autónoma de Yucatán.



**Tabla 1. Producción estimada de aceite de *Thevetia* en lt/ha/año.**

(La producción de aceite vegetal de otros cultivos\* se ha agregado a la tabla para comparación).

Aceite de <i>Thevetia</i> cultivada en Yucatán	1080
Soja ( <i>Glicine max</i> )	420
Arroz ( <i>Oriza sativa</i> )	770
Tung ( <i>Aleurites fordii</i> )	880
Girasol ( <i>Helianthus annuus</i> )	890
Maní ( <i>Arachis hipogaea</i> )	990
Colza ( <i>Brassica napus</i> )	1100
Ricino ( <i>Ricinus communis</i> )	1320
Jatropha ( <i>Jatropha curcas</i> )	1590
Aguacate ( <i>Persea americana</i> )	2460
Coco ( <i>Cocos nucifera</i> )	2510
Cocotero ( <i>Acrocomia aculeata</i> )	4200
Palma ( <i>Elaeis guineensis</i> )	5550

<http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/biodiesel.htm>

<http://www.agromercado.com.ar/index.php?id=66>

## Impacto socioeconómico

Si se asume una producción de aceite de *Thevetia* de 1,000 litros/ha/año y una siembra de 1000 hectáreas se tendría una producción anual de 1 millón de litros de aceite. Para el sector agroindustrial 1000 hectáreas es un área relativamente pequeña por lo que la producción de biodiesel podría ser

considerable. Se recomienda realizar estudios agronómicos y la optimización del cultivo a escala comercial.

El potencial agrocultivo de *Thevetia* puede ser una alternativa económica para los productores rurales, asimismo, la generación de flores durante gran parte del año, puede ser un aporte importante de néctar para la producción de miel, con un beneficio directo para los apicultores (ver Fig. 1).

Otros beneficios económicos pueden ser la incorporación de la pasta (obtenida como residuo proteico post-extracción del aceite) a los alimentos de engorda para animales.

En general el cultivo de *Thevetia* para producir biodiesel traería varios beneficios para nuestro país, sin duda el uso de biocombustibles con huella de carbón neutral tiene como consecuencia un enorme beneficio no solo para México, sino para todo el mundo.





# Valoración de la formación y preocupación ambiental de los profesores en México

Ivonne Dalila Gómez Cabrera

Universidad Autónoma de Baja California Sur. [ivonnedalila@hotmail.com](mailto:ivonnedalila@hotmail.com)

## Resumen

**E**l objetivo del presente trabajo es identificar el nivel de preparación de algunos docentes y las estrategias que permitan que se logre una educación ambiental responsable de la sociedad mexicana. La indagación se realizó a través de la aplicación de un cuestionario piloto a 25 docentes de una preparatoria elegida al azar en La Paz, B.C.S. utilizando un método descriptivo de los resultados. Al tomar en cuenta la información proporcionada por los docentes, se puede decir que es muy poca la información que poseen los docentes y por tanto los estudiantes acerca de temas relacionados con educación ambiental. La escasa educación ambiental debe atenderse de inmediato, con el fin de formar una nueva generación de mexicanos que mantengan su medio ambiente sano y estable.

**Palabras clave:** educación ambiental, cuestionario, estrategias.

## Abstract

**T**he aim of this study is to identify the information of some teachers and strategies for the achievement of a responsible environmental education of Mexican society. The research is conducted through the implementation of a pilot survey to 25 teachers from a randomly chosen school in La Paz, BCS using a descriptive method of results. Taking into account the information provided by teachers, we can say that very little information held by both teachers and students about issues related to environmental education. The environmental education must be respond immediately in order to train a new generation of Mexicans who keep their environment healthy and stable.

**Keywords:** environmental education, questionnaire, strategies.

Área temática: Área 6. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.

## Problemática

**A**ctualmente, la sociedad se enfrenta a problemas de pérdida continua de biodiversidad, contaminación de agua, deforestación de bosques y selvas, erosión y pérdida de fertilidad de suelos, contaminación atmosférica, generación de residuos sólidos, entre otros. Los alcances y magnitud de la problemática ambiental han mostrado la necesidad impostergable de generar nuevas formas de relación entre la población y el medio natural, para ello la educación ambiental debe estar presente en todos los niveles de enseñanza para lograr actitud de responsabilidad ante el quehacer humano y su repercusión en el ambiente.

## Usuarios

**E**l Sector Educativo de México, la Secretaría de Educación Pública Federal y de los estados del país. La propuesta de investigación que aquí se presenta tiene el propósito de contribuir en el desarrollo de una conciencia ambiental en la sociedad. Está dirigido a la planta docente del país con el fin de proveer elementos que ayuden a diseñar estrategias para lograr una capacitación y concientización de la problemática ambiental.

# Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México

## Proyecto

La pregunta clave de este proyecto es ¿Cómo lograr una conciencia ambiental en la sociedad, si los profesores no tienen conocimientos sólidos sobre conceptos básicos medioambientales? El objetivo del presente trabajo es identificar el nivel de preparación de algunos docentes y las estrategias que permitan que se logre una educación ambiental responsable, de la sociedad mexicana, usando como modelo de estudio piloto el caso Baja California Sur.

La indagación sobre la formación ambiental y la preocupación ambiental, que aquí se presenta como punto de partida, se realizó a través de la aplicación de un cuestionario utilizando un método descriptivo de los resultados. La aplicación del cuestionario estuvo dirigida a 25 profesores de preparatoria de la ciudad de La Paz, B.C.S. Es importante mencionar lo que aquí se presenta es una encuesta piloto, por lo que es necesario realizar la investigación ampliando el tamaño de muestra para verificar los importantes resultados que se obtuvieron.

De acuerdo a los objetivos de la investigación se optó por evaluar en 3 sentidos a los docentes: a) Nivel de conocimientos e información sobre temas ambientales; b) Preocupación y sensibilidad sobre la problemática ambiental; c) Actitud, aceptación, disposición y activismo en pro de las medidas ambientales. A continuación se presentan algunos resultados en la Tabla 1.

Al tomar en cuenta la información proporcionada por los docentes encuestados, se puede decir que en la escuela de educación preparatoria, seleccionada al azar, en que se realizó esta encuesta piloto, es muy poca la información que poseen los docentes y por tanto los estudiantes acerca de temas relacionados con educación ambiental; a pesar que existen programas, materiales y libros de texto, la

información se encuentra muy generalizada y los programas de educación ambiental no se promueven dentro de estas instituciones educativas de nivel preparatoria.

Tabla 1

De los profesores que respondieron al cuestionario sólo el 16% dieron una respuesta acertada o muy cercana de lo que es el desarrollo sustentable, mencionando el concepto plasmado en el informe "Nuestro Futuro Común" o bien mencionando la interacción entre los elementos básicos: económico, social y ambiental.
Sólo el 8% saben el significado de las siguientes siglas: PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), IUCN (International Union for Conservation of Nature), PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) o conocen del ámbito de acción de estas organizaciones o programas).
El 55% de los docentes encuestados si estarían dispuestos a prestar servicio social en las tardes, en lugar de hacer lo que más les gusta para reducir el ritmo de la contaminación, aunque los resultados inmediatos parezcan poco significativos.
El 64% de los docentes está en total desacuerdo, en desacuerdo o indiferente a pagar una cuota mensual para que la escuela promueva campañas para mejorar el uso adecuado de los recursos naturales.
El 72% de los docentes que respondieron al cuestionario NO han asistido a ningún curso y/o taller acerca de educación ambiental, mientras que el 28% restante si lo han hecho.
Al 80% de los profesores les interesa asistir a un curso o taller relacionado con temas ambientales, este es un porcentaje elevado, sólo al 8% de los docentes no les gustaría asistir a ningún taller.



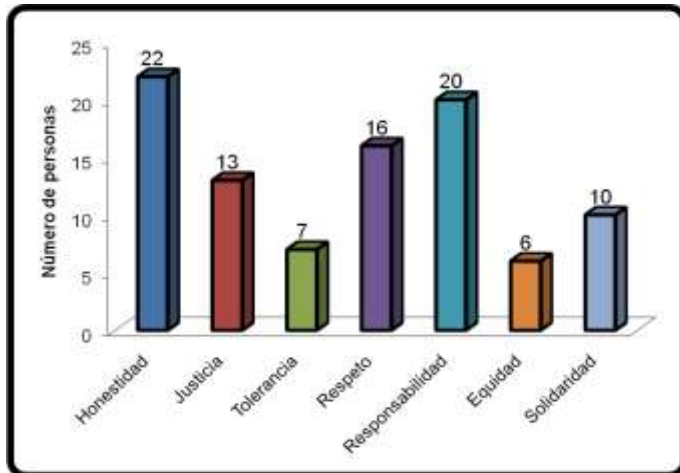


Fig. 1. Valores que según los docentes encuestados deben caracterizar a las personas responsables del desarrollo sustentable.

Adicionalmente los resultados muestran un grado medio de consciencia sobre la problemática ambiental, ya que menos del 50% de los docentes que respondieron el cuestionario considera la problemática ambiental entre los tres primeros lugares de importancia. No obstante, es necesario comentar que los docentes muestran cierto interés y preocupación ante la problemática ambiental por lo que manifiestan que les gustaría recibir capacitación e información acerca del cuidado del medio ambiente.

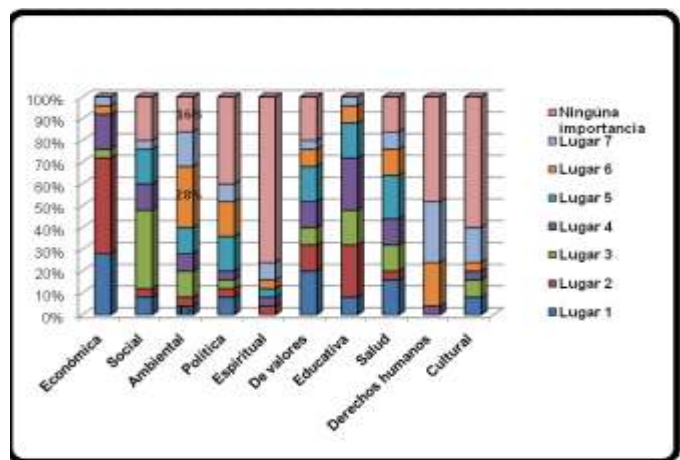


Fig. 2. Orden de importancia que los docentes encuestados otorgan a las diferentes problemáticas del país.

Una de las debilidades encontradas para emprender programas, medidas y estrategias de educación ambiental es que los docentes no desean materializar esa disponibilidad y preocupación que reflejan, ya que cuando se les cuestiona su aceptación a formar parte activa de las medidas en pro del ambiente o bien cuando se les cuestiona la disposición a realizar sacrificios personales para mejorar nuestra calidad ambiental, sus respuestas reflejan bajos niveles de aceptación.

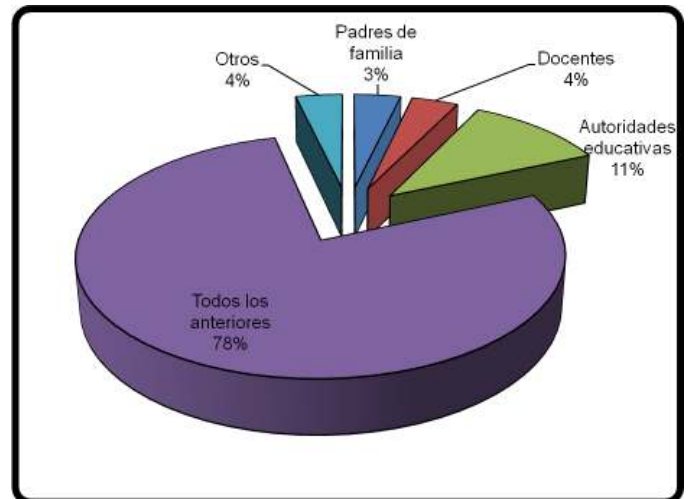


Fig. 3. Respuesta a la siguiente pregunta: De quién o quienes es responsabilidad la educación y cultura ambiental de México.

Por otra parte, es muy importante que las autoridades educativas y de gobierno (federal y estatal) se interesen más en implementar programas de educación ambiental en las instituciones educativas, en todos los niveles, pues es ahí donde los jóvenes comienzan a desarrollarse personalmente en cuanto a valores y conocimientos. Es necesario subrayar la necesidad no sólo de introducir educación ambiental en las escuelas a los jóvenes, sino capacitar los docentes para que dentro de sus materias (física, biología, etc.) también interactúen con el ambiente con actividades dentro proceso de enseñanza-aprendizaje.

# Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México

Antes de concluir es necesario comentar que hay muy poca investigación en educación ambiental en México. Según algunos autores, esto se atribuye a que se debe indagar cómo se construyen las experiencias de educación ambiental, así como son las circunstancias sociales, políticas, históricas, técnicas, en que éstas se llevan a cabo. Para ello se requiere entrenamiento en métodos y técnicas de investigación, además de un equipo multidisciplinario que proporcione un análisis de todos los elementos biológicos, sociales, psicológicos, económicos, etc. que la educación ambiental involucra. Se recomienda incluir en el fondo sectorial SEP-CONACYT y en los fondos mixtos de los estados esta demanda para que sea atendida por los cuerpos académicos y grupos de investigación del país.

## Impacto socioeconómico

Si se capacita a los docentes y estos trasladan sus conocimientos a los estudiantes se ahorrarán miles de millones de pesos y tiempo, que actualmente se invierten en la limpieza de calles, rescate de playas, campañas de reforestación, y en la restauración del medio ambiente. La escasa educación ambiental en los docentes y educandos del país debe atenderse de inmediato, con el fin de formar una nueva generación de mexicanos que mantengan su medio ambiente sano y estable, que de sustento a sus actividades sociales y económicas por el bien del futuro de México y sus habitantes.



..

## EL PROGRAMA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

### CONVOCA A PUBLICAR EN LÍNEA (<http://pcti.mx>) ARTÍCULOS SOBRE LOS PROYECTO DE TESIS DE POSGRADO

#### Instrucciones de Autor

Se publican artículos de tesis defendidas de 2007 a la fecha. Asimismo artículos de proyectos de tesis de maestría y doctorado (todas las áreas) en desarrollo en las instituciones de Posgrado en México o de mexicanos estudiando en el extranjero.

#### Los artículos relativos a los proyectos de tesis de Posgrado, tienen las siguientes secciones y orden:

Nombre de la tesis.  
Autor.  
Institución que otorga el grado (nombre y ciudad y estado). Ejemplo: Morelia, Michoacán.  
Director de tesis y correo electrónico.  
Nivel de la tesis (Título del grado). Ejemplo: Maestría en Ciencias, en Biotecnología Vegetal  
Fecha de inicio y de terminación de la tesis.  
Fondo que financia la tesis.  
Fondo que beca al estudiante.  
Área temática (ver listado).  
Resumen  
Palabras clave  
Problemática  
Usuarios  
Proyecto (objetivos, métodos, resultados relevantes, conclusiones)  
Impacto socioeconómico

2.5 (3 máximo) cuartillas, New Times Roman 12, doble espaciado.

Además tres figuras a color (fotografías, gráficos, esquemas), con pie de figura explicativo. Enviar archivos electrónicos de ilustraciones de calidad (400 x 600 pixeles), tablas en Excel.

Los artículos y anexos deberán ser enviados (en el formato electrónico requerido) al Director del PCTI, acompañados de una carta (en formato electrónico) del autor solicitando su publicación. Con el objeto de facilitar la labor de corrección y la comunicación con el autor, las páginas del artículo deberán estar numeradas. Las propuestas de artículo deben de enviarse exclusivamente a:

[hnoasco2008@hotmail.com](mailto:hnoasco2008@hotmail.com)

#### Áreas temáticas

Área 1: Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra.  
Área 2: Biología y Química.  
Área 3: Medicina y Ciencias de la Salud.  
Área 4: Humanidades y Ciencias de la Conducta.  
Área 5: Ciencias Sociales.  
Área 6: Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.  
Área 7: Ingenierías.

Dr. Héctor Nolasco Soria

DIRECTOR GENERAL y EDITOR

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

Guasnapí esq. Aquiles Serdán, Fracc. Guaycura, La Paz, B.C.S., México 23090.

Tel: (612) 124 02 45

[hnoasco2008@hotmail.com](mailto:hnoasco2008@hotmail.com), [hnoasco@pcti.mx](mailto:hnoasco@pcti.mx), [pctihnoasco@gmail.com](mailto:pctihnoasco@gmail.com)



# Biohidrógeno a partir de basura orgánica

Virginia Montiel Corona<sup>1</sup>, Ana Rosa Sánchez Camarillo<sup>2</sup> y José Antonio Guevara García<sup>2\*</sup>.

<sup>1</sup>CINVESTAV- IPN, <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Tlaxcala. [jaguevarag@gmail.com](mailto:jaguevarag@gmail.com)

## Resumen

**E**n este trabajo se reporta la producción de biogás a partir de residuos de frutas y verduras, utilizando como inóculo una mezcla de lodo activado y excreta de vaca (50:50) en reactores de 1.8 L en ambiente anaerobio. Se aplicó choque térmico al inóculo con el objetivo de favorecer la producción de hidrógeno. Se utilizó un diseño factorial 2x3 con los factores inóculo (nivel bajo y alto) y cascarón de huevo (nivel nulo, bajo y alto). Este último tuvo un efecto significativo positivo sobre la variable de respuesta producción de biogás, siendo ésta la primera vez que se reporta la utilización de cascarón de huevo como amortiguador de pH en biorreactores anaerobios.

**Palabras clave:** biohidrógeno, residuos orgánicos, fermentación.

## Abstract

**B**iogas production, from fruits and vegetables residuals, is reported in this work. It was achieved using as inoculum a mixture of waste activated sludge and cattle manure (50:50) in reactors of 1.8 L, in anaerobic environment. Thermal shock was applied to the inoculum in order to favor hydrogen production. A 2x3 factorial design was used with the factors inoculum (low and high level) and egg shell (null, half and high level). This last had a significant positive effect on the response variable biogas production, being this work the first report ever over the use of egg shell as pH buffer in anaerobic bio-reactors.

**Keywords:** biohydrogen, organic waste, fermentation.

Área temática: Área 7. Ingenierías..

Foto: Grant Cochrane

## Problemática

**E**l uso de combustibles fósiles para obtener energía ha provocado entre otras cosas el calentamiento global. Por esta razón, en las últimas décadas ha surgido la necesidad de buscar nuevas fuentes de energía alterna, una de ellas es el hidrógeno ( $H_2$ ). Sin embargo, actualmente el  $H_2$  es más caro que la gasolina y con un costo ambiental alto derivado de la energía que se requiere para producirlo. La mayor parte del  $H_2$  comercializado proviene del metano o de la oxidación parcial de las fracciones más pesadas del petróleo, o de la gasificación de carbón mineral, y sólo un pequeño porcentaje se genera electrolíticamente.

La alternativa es producir  $H_2$  por métodos biológicos (biohidrógeno) usando microorganismos, la cual es una nueva y excitante área de la biotecnología que utiliza fuentes renovables como la biomasa (materia orgánica proveniente de residuos orgánicos, municipales, industriales, agropecuarios y forestales) para la producción de hidrógeno por medio de la fermentación oscura y la foto-fermentación. Ayudando además a encontrar soluciones a la disposición final de la basura orgánica.





Fig. 1. Reactores utilizados para la producción de biohidrógeno.

## Proyecto

En México han empezado a aparecer grupos de investigación que trabajan en la producción biológica de  $H_2$ . Uno de ellos es el grupo de Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas encabezado por la Dra. Moreno, en la Unidad Académica Juriquilla del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Otro grupo es el del Dr. Héctor M. Poggi Varaldo del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV-IPN, particularmente el Dr. Poggi trabaja en la producción de biohidrógeno con bacterias como la *Rhodospseudomonas palustris*, y con cultivos mixtos, en fermentación oscura y fotoheterotrofia, y recientemente el grupo de investigación en la Universidad Autónoma de Tlaxcala ha comenzado esta línea y ya se tienen produciendo hidrógeno con algunas cepas mixtas aisladas de diversas partes de la trayectoria del río Zahuapan.

El objetivo principal de este trabajo fue producir biogás por digestión anaerobia empleando como sustrato los residuos de frutas y verduras generados en la Cd. de Apizaco, Tlaxcala y determinar la viabilidad del cascarón de huevo como amortiguador de pH durante la fermentación.

Para la producción de biogás, se trabajó con la proporción de dos factores: inóculo y cascarón de huevo. Para ello se planteó un diseño factorial  $2 \times 3$ . Los experimentos se hicieron en reactores de 1.8 L, en lote, por duplicado, incubados a  $35 \pm 2$  °C en condiciones anaerobias, y con un tiempo de operación de 15 días (Figura 1). Como inóculo se empleó lodo activado, sometido a choque térmico para seleccionar microorganismos del género *Clostridium* que son buenos productores de  $H_2$ . Diariamente se midió el biogás producido y se realizó la prueba de la flama para saber si el biogás producido era combustible.

El pH se midió al arranque de los reactores y al término de su operación. Las

## Usuarios

Los dependencias federales como la SENER, SAGARPA, SEMARNAT, SEDESOL son potenciales usuarios de esta propuesta para incorporarla en sus políticas públicas. De forma directa la producción de hidrógeno, por métodos biológicos, se puede aplicar a nivel municipal, en las industrias de alimentos y agropecuarios e incluso a nivel particular, empleando los residuos orgánicos. Como caso tipo, replicable en todo el país, se presenta como usuario directo al municipio de la Cd. de Apizaco, Tlaxcala, empleando los residuos de frutas y verduras generados en los dos mercados municipales.

variables de respuesta fueron: producción acumulada de biogás (mL) y variación de pH (DpH = diferencia entre el pH inicial y el final). Para establecer si los factores (cascarón de huevo e inóculo) influyeron de manera significativa en las variables, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA). Para la primera variable, la prueba estadística demostró que la producción acumulada de biogás responde significativamente al factor cantidad de cascarón de huevo. El factor inóculo y la interacción inóculo-cascarón de huevo no influyeron significativamente en la producción de biogás.

En la Figura 2 se muestra el efecto de la cantidad de cascarón de huevo sobre la producción acumulada de biogás. El nivel alto contribuyó a la mayor producción de biogás, seguido por el nivel medio y en último lugar el nivel bajo o nulo con 893, 486 y 215 mL de hidrógeno, respectivamente. En todas las mediciones de producción de biogás la prueba de la flama fue positiva.

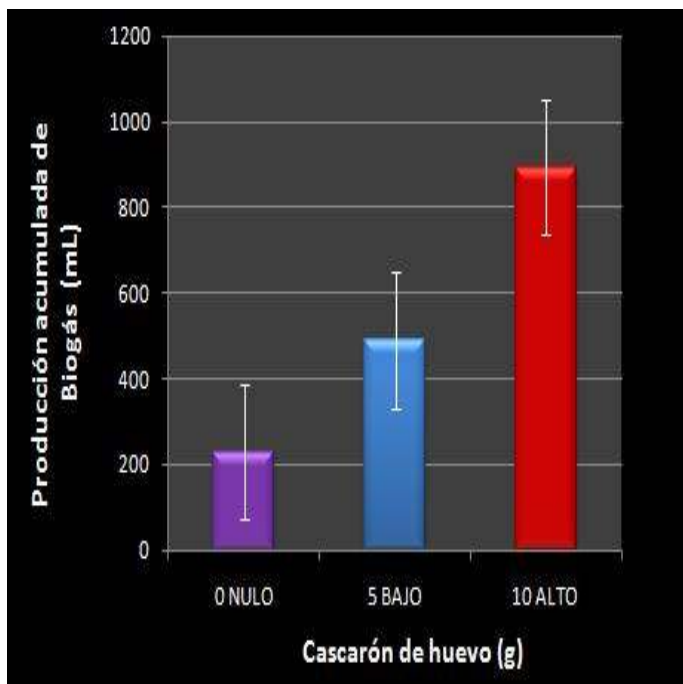


Fig. 2. Producción acumulada de biogás para los experimentos con 0, 5 y 10 gramos de cascarón de huevo.

Para la segunda variable, el resultado del análisis de varianza demostró que la variación de pH también respondió significativamente al factor cantidad de cascarón de huevo y a la interacción inóculo-cascarón de huevo.

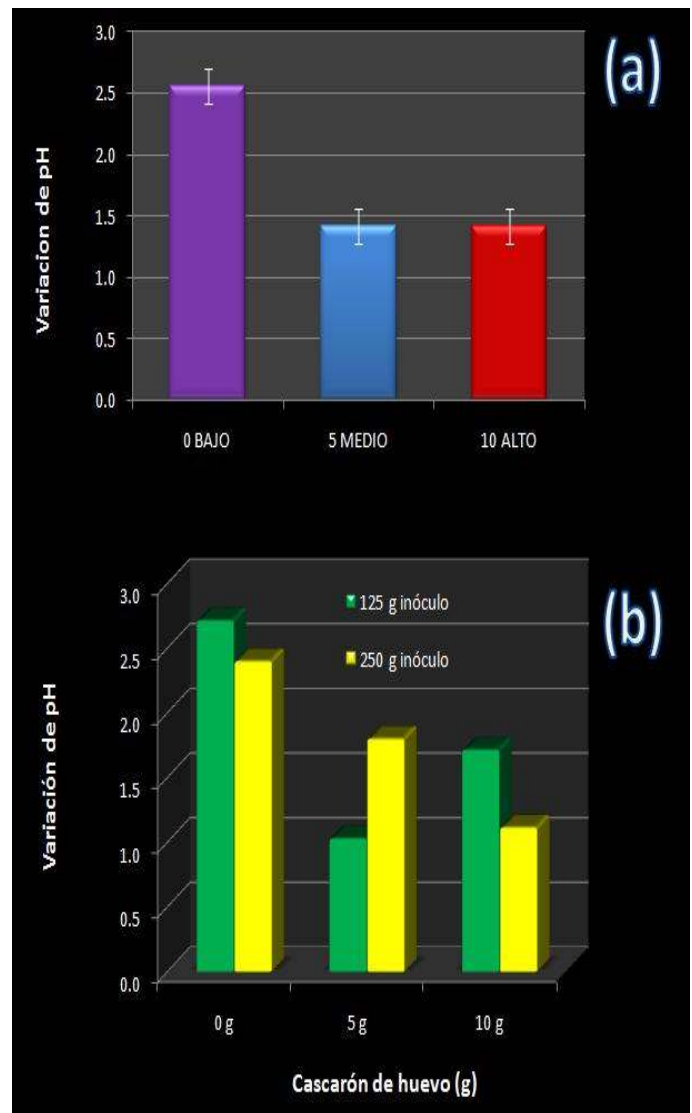


Fig. 3. (a) Variación de pH promedio para los experimentos con 0, 5 y 10 gramos de cascarón de huevo; (b) Variación de pH promedio debida a la interacción inóculo-cascarón de huevo.

La Figura 3(a) muestra la variación promedio de pH en ambos casos. Los valores de pH finales estuvieron siempre por debajo de la neutralidad, debido a la conversión de los carbohidratos

contenidos en los desechos vegetales en ácidos orgánicos de cadena corta. En la Figura 3(a) también se aprecia que hubo una mayor variación de pH en los experimentos donde no se agregó cascarón de huevo. Esto indica que el cascarón de huevo contribuyó de manera positiva a evitar que el pH descendiera demasiado, lo que repercutió en una mayor producción de biogás al mantener a los microorganismos a un pH cerca al neutro. Se sabe que cuando el pH baja demasiado la producción de  $H_2$  es desviada a la producción de solventes como acetona, etanol y metanol, proceso conocido como solventogénesis. En los experimentos donde no se agregó cascarón de huevo, el pH final promedio fue de 4.6, el cual no es propicio para la producción de biohidrógeno. Los experimentos donde se presenta una mayor producción de biogás mantuvieron el pH final en promedio cerca de 5.5.

La Figura 3(b) muestra la interacción inóculo-cascarón de huevo. Los experimentos sin cascarón de huevo y con 125 y 250 g de inóculo presentaron una variación de pH arriba de 2.5 unidades. Los reactores con 5 g de cascarón presentaron una variación menor de pH con 125 g de inóculo que con 250 g; y en los alimentados con 10 g de cascarón de huevo, la mayor variación se dio en los reactores con 125 g de inóculo.

## Impacto socioeconómico

La utilización exclusiva de materiales de desperdicio para la producción de hidrógeno, sin reactivos químicos, con un proceso sencillo y económico lo hace atractivo para su aplicación a escala a nivel municipal, en todo el país.

Se han puesto muchas esperanzas en el empleo de las celdas de combustible de  $H_2$  para la obtención de energía, porque no genera  $CO_2$ , además de que la eficiencia de las celdas es mucho mayor que la de los motores de

automóviles: la energía química del hidrógeno en una celda puede convertirse en electricidad hasta un 80% mientras que la gasolina en los motores solo llega al 20%.

El petróleo es actualmente la fuente de energía más consumida en el mundo, pero se encarece debido a su escasez, costos de producción y transporte; además de su efecto negativo post combustión por la generación de gases con efecto invernadero (GEI).

La manera sustentable de solucionar el problema, es que cada país pueda producir el energético que requiere utilizando sus recursos para producir energía renovable a escala local. La aplicación de fuentes alternas de energía más limpias y eficientes, a partir de desechos orgánicos, tendrá un impacto socioeconómico muy importante, incluso tiene la posibilidad de aplicarse a nivel doméstico en todos los hogares mexicanos.







# Conservación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en México

Juan Manuel Rodríguez-Barón

CICIMAR-Instituto Politécnico Nacional. [juanmaroba@yahoo.com](mailto:juanmaroba@yahoo.com)

## Resumen

Se realizó un estudio de dieta y uso de hábitat de la tortuga verde en el Pacífico mexicano con el fin de generar la información necesaria para establecer medidas de manejo adecuadas para reducir el decline poblacional de esta especie en peligro de extinción. Mediante lavados esofágicos y análisis de isótopos estables de carbono, nitrógeno y azufre se concluyó que las tortugas se alimentan durante todo el año en las zonas protegidas de las lagunas costeras de la región, lo que les confiere una gran importancia como hábitats críticos para su conservación. Por otra parte se proponen actividades económicamente redituables para las comunidades costeras como el avistamiento de tortugas en su ambiente natural y la educación ambiental, garantizando la sobrevivencia de estos reptiles.

**Palabras clave:** tortugas marinas, conservación, isótopos estables.

## Abstract

A study of diet and habitat use of green turtles in the Mexican Pacific to generate the information needed to establish appropriate management measures to reduce the population decline of this endangered species. Esophageal washing and by stable isotope analysis of carbon, nitrogen and sulfur was found that the turtles are fed throughout the year in the protected areas of coastal lagoons in the region, which gives them great importance as critical habitats for conservation. Moreover economically profitable activities are proposed for coastal communities as the sighting of turtles in their natural environment and environmental education, ensuring the survival of these reptiles.

**Keywords:** sea turtles, conservation, stable isotopes.

Área temática: Área 2. Biología y Química.

## Problemática

Entre las zonas de alimentación de mayor importancia para la tortuga verde en la costa del Pacífico mexicano, particularmente de la costa occidental de Baja California Sur se destacan las ubicadas en la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno: Laguna San Ignacio (LSI), Punta Abreojos (PAO) y Laguna Ojo de Liebre (LOL); y más al sur Bahía Magdalena (BMG) (Figura 1). Se tiene conocimiento de que en estas lagunas se agregan los individuos inmaduros de las poblaciones que anidan en Michoacán e Isla Revillagigedo para alimentarse y protegerse de depredadores hasta alcanzar su madurez sexual, a los 25 años aproximadamente.

Esta especie se encuentra bajo condición especial en tratados de conservación debido a la disminución que han experimentado sus poblaciones en los últimos 40 años a causa de la extracción de huevos en playas de anidación, pesca de individuos juveniles y adultos, y degradación de hábitats. Por lo tanto, *C. mydas* al igual que la mayoría de tortugas marinas fue catalogada como en PELIGRO en la última lista roja de la UICN "Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza" y se encuentra en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies

Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre. Dentro de la legislación mexicana "NOM-059-ECOL-1994", está considerada como especie en peligro de extinción.

Tradicionalmente, en México se han consumido tanto los huevos como la carne de esta especie agravando el decline poblacional de estos longevos animales, lo que hace imperativa una estrategia de concientización de la población mexicana dada la importancia de las tortugas marinas como eslabones sinérgicos en los ecosistemas de los cuales forman parte.

Con el fin de guiar decisiones de manejo adecuadas para su conservación, se presenta la investigación sobre el uso de los hábitats críticos en los que permanecen usualmente estos migrantes milenarios.



Fig. 1. Localización geográfica de las zonas de alimentación de *C. mydas* en el Pacífico de Baja California Sur.

## Usuarios

Las dependencias federales, SEMARNAT, CONABIO, INE, las comunidades costeras de México que reciben la visita de esta especie y la sociedad en general por tratarse de un patrimonio natural nacional.

## Proyecto

El estudio de la dieta y el uso del hábitat de *C. mydas* se realizó con ocho salidas de campo a las zonas de estudio en diferentes épocas del año (Fig. 1).

Las tortugas fueron atrapadas con redes especiales colocadas perpendicularmente a la línea de costa durante 24 h y se revisaban cada 2 h para evitar el estrés y maltrato de los animales. Una vez terminado el trabajo, los individuos fueron liberados en el lugar de captura.

Se practicaron lavados esofágicos a 73 tortugas (los cuales permiten conocer los componentes ingeridos recientemente por los individuos sin lastimarlos), a 54 de ellas les fueron tomadas muestras de piel de la región dorsal del cuello para análisis de isótopos estables de carbono, nitrógeno y azufre (y así acceder a información de los recursos digeridos a largo plazo y sitio en el que fueron consumidos) con el fin de comparar sus firmas isotópicas con las de 84 muestras de presas potenciales (algas, pastos marinos e invertebrados) recolectadas en BMG, LSI y LOL; debido a inconvenientes logísticos no se obtuvieron muestras de hábitat en PAO; sin embargo, teniendo en cuenta la cercanía de esta laguna con LSI y su consistencia en los recursos consumidos por las tortugas en los dos puntos, se consideraron como la misma área al analizar las firmas isotópicas de las tortugas y sus presas potenciales.

Fueron calculados el volumen (V) relativo ( $[\text{Vol del componente}/\text{Vol total}] \times 100$ ) y la frecuencia (F) relativa ( $[\text{Número de muestras que}$

contienen el componente/Número total de muestras] x100]) de los componentes dietarios encontrados en los lavados, identificados en el Laboratorio de Botánica de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS); se distinguieron 26 componentes alimentarios (Tabla 1).

Tabla 1. Componentes de la dieta de *C. mydas* encontrados en los lavados esofágicos en Bahía Magdalena (BMG), Laguna San Ignacio (LSI), Punta Abreojos (PAO) y Laguna Ojo de Liebre (LOL). %V= volumen relativo, %F= frecuencia relativa, n= No. de tortugas por zona.

COMPONENTE DIETARIO	BMG (n= 23)		LSI (n= 14)		PAO (n= 15)		LOL (n= 21)	
	%V	%F	%V	%F	%V	%F	%V	%F
Algas rojas	86.7	100	22.1	17.8	31.1	40.1	10.5	2.5
Algas verdes	3.9	26.1	6.2	32.1	13.5	55.5	11.1	5.0
Algas pardas			3.5	14.2				
Pastos marinos	5.2	13.1	43.6	53.8	35.7	66.5	10.3	10.0
Mangle rojo	1.9	17.4						
Invertebrados	0.6	17.4	17.7	64.3	12.77	56.1	68.8	10.0

El mayor volumen relativo lo obtuvieron las algas rojas (39.14 %) seguidas por los pastos marinos (26.71 %), invertebrados (20.18 %), las algas verdes (11.62 %), las algas pardas (1.61 %) y el mangle rojo (0.74%). Los resultados isotópicos de carbono ( $^{13}\text{C}$ ) y de azufre ( $^{34}\text{S}$ ) demostraron que *C. mydas* se alimenta en las áreas protegidas de las corrientes dentro de las lagunas, donde a raíz de su ramoneo aumenta la productividad de las algas y pastos marinos, hábitats críticos para muchas especies de invertebrados y peces, algunos de importancia comercial. Además, el isótopo estable de nitrógeno ( $^{15}\text{N}$ ) sugirió un aporte nutricional significativo por parte de los invertebrados, lo cual concuerda con algunas hipótesis que afirman que el consumo de proteína animal en estos animales, principalmente herbívoros, en sus etapas iniciales de vida les proporciona

energía extra para su crecimiento. Finalmente, los valores isotópicos tanto de la piel de *C. mydas* como de sus presas potenciales fueron usados para alimentar el modelo de mezcla IsoSource, que examinó todas las posibles combinaciones de las presas y estimó el aporte porcentual que cada grupo le ofrece a la dieta de *C. mydas* al ser comparadas con las señales isotópicas promedio de éstas (Tabla 2).

Tabla 2. Valores porcentuales calculados por IsoSource del aporte nutricional de cada grupo a la dieta de *C. mydas* en Bahía Magdalena (BMG), Laguna San Ignacio y Punta Abreojos (LSI & PAO) y Laguna Ojo de Liebre (LOL).

GRUPO	ÁREA DE ESTUDIO		
	BMG (%)	LSI & PAO (%)	LOL (%)
Algas rojas	32.4	6.2	5.6
Algas verdes	34.0	38.6	3.0
Algas pardas		25.5	7.6
Pasto marino	0.5	13.7	79.1
Invertebrados	33.0	16.0	4.7

Los resultados destacan un aporte diferencial de los grupos entre zonas a lo largo del año, respondiendo a los cambios graduales de la temperatura del agua, lo que repercute en la estructura comunitaria de los fondos de las lagunas; sin embargo, fue importante el establecer que las tortugas no se están alimentando en otras áreas, lo que remarca la importancia de estos lugares como zonas de crianza y conservación de estos quelonios. El aporte que este tipo de investigaciones enmarca no solo se concentra en el entendimiento de la biología de una especie en inminente peligro de desaparecer, sino que además sirve como base sólida para crear alternativas y medidas de manejo adecuadas para su conservación beneficiando a las comunidades costeras del país (Fig. 2).



# Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México



Fig. 3. Trabajo de campo con ayuda de habitantes de la zona. Importante acercamiento con los actores principales en la conservación de esta especie en peligro.

## Impacto socioeconómico

Se han propuesto métodos holísticos para contender con problemáticas que atañen arraigos culturales como el consumo de tortugas marinas o derivados; los indicadores son bastante favorables, ya que el turismo ecológico es para varias zonas costeras del país uno de los mayores atractivos y el avistamiento de tortugas marinas no puede ser la excepción, pues como se ha podido establecer, los individuos juveniles de esta especie no se alejan significativamente de la costa lo que permite realizar esta actividad sin un costo económico elevado para los operadores turísticos. Por otra parte, las actividades educativas con niños y turistas tienen un gran potencial como generadores de divisas para locales y personas dedicadas a la conservación, estas actividades pueden ir de la mano con la investigación y de este modo aprovechar al máximo esa aproximación a las tortugas marinas.

## Destino de los artículos

Los artículos científicos de divulgación que son aceptados en la revista del **PROGRAMA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO (PCTI)** son publicados a través de los siguientes medios:

- Son distribuidos vía correo electrónico a cerca de 34,000 contactos localizados en el poder legislativo y ejecutivo federal y de los estados, incluyendo miembros de los sectores científico, académico, empresarial y social, en todo México.

- Son publicados en el portal del PCTI (<http://pcti.mx>).

- Son publicados en forma impresa, a página completa, en el diario EL SUDCALIFORNIANO, de la Organización Editorial Mexicana, con un tiraje de 20,000 ejemplares.

- Son publicados en la revista científica de divulgación **CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO** que es una revista electrónica con arbitraje, con ISSN 2007-1310 e indizada al LATINDEX.

Los artículos que se publican en **CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO** son propuestas de proyecto o proyectos ya ejecutados, que resuelven una problemática con un impacto socioeconómico; así mismo, propuestas de política pública que fomenten el desarrollo sustentable de México, basado en el conocimiento.







# Cultivo de camarón en jaulas flotantes: alternativa productiva para México

Martha Zarain-Herzberg

Centro de Ciencias de Sinaloa. [marthazarain@gmail.com](mailto:marthazarain@gmail.com)

## Resumen

**E**n México y específicamente en Sinaloa existen regiones con dificultad de crecimiento en las zonas costeras, especialmente los habitantes de los campos pesqueros. Este proyecto crea la oportunidad de fomentar la tecnificación del sector pesquero a través de la capacitación y transferencia de la tecnología del cultivo de camarón en jaulas flotantes, que se propone promueva la creación de fuentes de empleo. Los resultados de 6 años de trabajo denotan la viabilidad de cultivar *L. vannamei* en jaulas flotantes con rendimientos desde 10 hasta 50 veces más que los cultivos tradicionales, aprovechando la productividad y el recambio natural del agua.

**Palabras clave:** camarón, jaulas, *Litopenaeus vannamei*.

## Abstract

**I**n Mexico and particularly in Sinaloa there are regions with impaired growth in coastal areas, especially the inhabitants of the fishing camps. This project creates the opportunity to promote technological development of the fisheries sector through training and transfer of technology of shrimp farming in floating cages, which aims to promote the creation of jobs. The results of 6 years of work denote the feasibility of cultivating *L. vannamei* in floating cages with yields from 10 to 50 times more than conventional crops, taking advantage of the productivity and natural replacement of the water.

**Keywords:** shrimp, cages, *Litopenaeus vannamei*.

Área temática: Área 7. Ingenierías.

## Problemática

**E**n Sinaloa, como en diversas entidades de México, existen regiones con dificultad de crecimiento y desarrollo económico, situación originada principalmente por el declive de las actividades tradicionales. En las zonas costeras, uno de los sectores más afectados son los habitantes de los campos pesqueros.

En Sinaloa, la extensión de litoral costero es de 656 km y más de 220,000 ha de lagunas costeras, donde se localizan 154 comunidades pesqueras, con una fuerza laboral de 65,000 pescadores que se dedican principalmente a la captura de especies como el atún, camarón, tilapia, jaiba, ostión y escama, de los cuales 15 mil 500 son pescadores ribereños. Esta actividad es generadora de empleos, atrae divisas y es factor de desarrollo regional, pero enfrenta las problemáticas de la sobreexplotación, la deficiente vigilancia y los intereses encontrados entre pescadores, entre otras.

Como respuesta a esta situación se crea la oportunidad de fomentar la tecnificación del sector pesquero a través de la alternativa de opciones productivas, como es la de cultivar especies acuícolas (maricultura) en función de su potencial productivo y de mercado, por lo que el cultivo de camarón en jaulas flotantes podrá fomentar la creación de nuevas fuentes de empleo.



Fig. 1. Modelo de jaula flotante, de 9 m<sup>2</sup>, para el cultivo de camarón.

## Usuarios

**D**e manera particular, los usuarios, integrantes de las cooperativas del Estado de Sinaloa y de otras entidades federativas, que adopten esta tecnología podrán gestionar recursos de apoyo ante los diferentes fondos crediticios estatales o federales creados para promover proyectos productivos. En general, las empresas sociales, las dependencias del poder ejecutivo federal (SAGARPA, SEMARNAT, SEDESOL, SE) y de

los Estados, relativas al sector acuícola y pesquero; así como las instituciones financieras privadas y los fondos estatales y sectoriales del país, son usuarios potenciales del proyecto de cultivo de camarón en jaulas flotantes.

## Proyecto

**L**a acuicultura y maricultura son actividades no completamente aprovechadas e integradas al desarrollo de Estados con litorales del país, particularmente para el caso de Sinaloa, además de la situación que guarda la pesca regional. Por lo que es deseable que se proporcione a las comunidades pesqueras, las herramientas necesarias para fomentar su desarrollo a través de su capacitación sobre las tecnologías de cultivo de especies acuícolas, como el camarón en jaulas flotantes.

Actualmente los estudios de producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en jaulas flotantes, realizados en el Centro de Ciencias de Sinaloa, ratifican su viabilidad biológica y productiva, constituyéndola como una biotecnología innovadora que viene a ocupar un nuevo espacio, no propiamente a competir con el sistema tradicional. Los camarones cuentan con un ciclo cerrado de producción, y los organismos cultivados en este sistema se encuentran en condiciones naturales, considerando la elección de un sitio protegido de vientos y con una buena circulación de agua. Se utiliza los camarones certificados sanitariamente y un sistema de alimentación apropiado. Para mitigar su posible impacto ambiental el cultivo se puede incluso establecer con otras especies como microalgas o bivalvos.

Las estructuras de las jaulas flotantes pueden ser de diferentes dimensiones, desde 9 hasta 200 m<sup>2</sup>, construidas con materiales como tubería de PVC o de HPDE, con redes o mallas que mantienen en cautiverio al camarón, por las cuales el agua se intercambia continuamente entre el ambiente y las jaulas (figuras 1 y 2).



Las postlarvas de camarón blanco (*L. vannamei*) para la siembra se adquieren en un laboratorio certificado, las cuales son transportadas al sitio de cultivo, donde son aclimatadas y sembradas a diferentes densidades en jaulas de precría hasta alcanzar la talla suficiente para ser transferidas a las jaulas de engorda donde permanecerán alrededor de 3 meses hasta la cosecha.



Fig. 2. Modelo de jaula flotante, de 200 m<sup>2</sup>, para el cultivo de camarón.

Durante este proceso se complementará la dieta del camarón con alimento comercial. Diariamente se toman parámetros fisicoquímicos

del cultivo (T, salinidad, O<sub>2</sub>, pH) y se lleva a cabo un monitoreo semanal del estado de salud de los organismos. Las biometrías semanales indican el crecimiento de los camarones. La limpieza de las jaulas es determinada por la concentración de O<sub>2</sub> dentro de la jaula y por la proliferación de algas en las paredes.

Los resultados de los trabajos realizados desde el año 2004 a la fecha, denotan la viabilidad de cultivar *L. vannamei* en jaulas flotantes de diferentes dimensiones así como el beneficio de la productividad natural y la posibilidad de la intensificación del cultivo.

El rendimiento en toneladas por hectárea, están en función de la biomasa obtenida de acuerdo a la densidad de siembra, que va desde 10 hasta 50 veces más que los cultivos tradicionales o sea de 10 a 50 t/ha (Fig. 3) y estos resultados son comparables solo con los cultivos super-intensivos establecidos en raceways, mismos que cuentan con una costosa tecnología instalada.

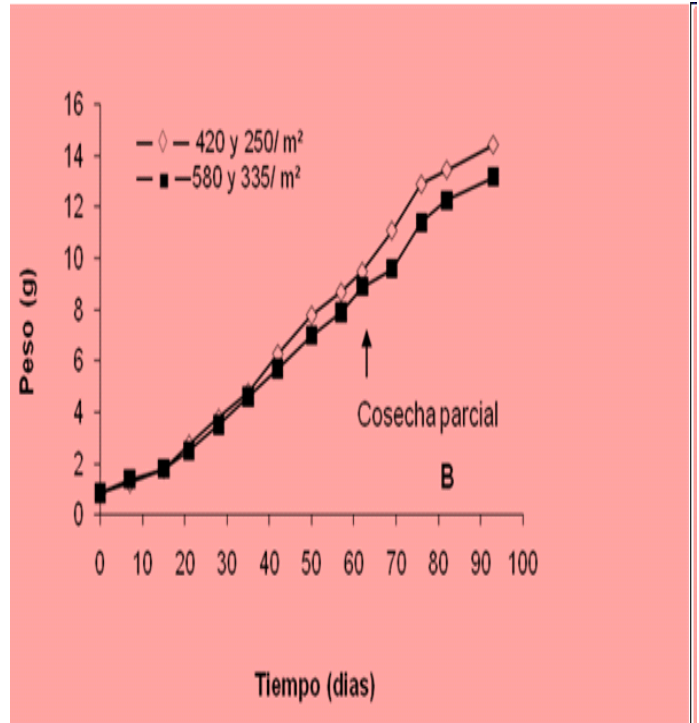


Fig. 3. Curva de crecimiento de *L. vannamei* en diferentes densidades de siembra en jaulas de engorda.

# Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México

Por otra parte, el cultivo de camarón en jaulas tenderá a restaurar la sustentabilidad del recurso que está sobreexplotado, con una cuidadosa integración con los sistemas de producción acuícola tradicionales. Al requerir una menor cantidad de alimento también se disminuye el riesgo de contaminación y de aparición de enfermedades.

## Impacto socioeconómico

El éxito y la aceptación de esta nueva actividad tecnológica, dirigida al sector pesquero, generarán nuevas fuentes de empleo para este grupo social marginado. La maricultura representa una oportunidad que permitirá integrar a emprendedores rurales de Sinaloa y de México a la actividad productiva. Representa una alternativa de crecimiento económico individual, local y regional, para mejorar su calidad de vida, ya que las actividades extractivas no son suficientes para el sustento de las familias de las comunidades, por lo que el cultivo de camarón en jaulas flotantes representa una alternativa sustentable para este grupo social.

En una temporada de pesca de camarón, una embarcación obtiene una producción promedio de 20 kg/ día, comercializada en \$ 50.00. Restando el gasto de consumibles (gasolina, hielo, etc.) queda como ganancia a cada uno de los dos pescadores de la embarcación 250 pesos. Por temporada se obtiene una ganancia de 36,250 pesos en 145 días laborables, de los 215 días que comprende una temporada normal de pesca, correspondiendo a \$168.00 día/pescador. Al alternar actividades de pesca con la atención a cultivos de camarón en jaulas se aumentaría este ingreso obteniendo una ganancia diaria extra de \$ 500 desde el segundo año de trabajo de este cultivo.

Un modelo propuesto podría ser la instalación de módulos familiares cuya administración y empleo utilizaría la mano de obra familiar en las aguas concesionadas a las cooperativas, cuya organización permitirá una mayor competitividad en cuanto a la adquisición de insumos y comercialización. De acuerdo a la siguiente base de datos, se puede pensar en escalamientos para obtener producciones mayores.

Primer Año		Segundo Año	
Gasto de inversión + operativo	\$340,000	Gasto operativo	\$88,000
Número de jaulas	60	Número de jaulas	60
2 ciclos	8 meses	2 ciclos	8 meses
Producción	4,800 Kg	Producción	4,800 Kg
Ganancia	\$288,000	Ganancia	\$288,000
Beneficio/ costo 1er año	No hay ganancias	Beneficio/ costo 2do año	200,000

Al no existir información de una caracterización socio-económica de las comunidades de pescadores, se expone el siguiente ejemplo:







# La africanización de las abejas (*Apis mellifera* L) en México: Caso Tabasco

Emeterio Payró de la Cruz

Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca. [epayro@yahoo.com.mx](mailto:epayro@yahoo.com.mx)

## Resumen

**E**l objetivo es contribuir al desarrollo sostenido del sistema de producción apícola mediante el monitoreo de los niveles de africanización de las abejas en apiarios comerciales, aplicando análisis morfométrico y de ADNmt. Se busca asimismo determinar en consecuencia su uso potencial para la selección y mejoramiento genético permitiendo la fecundación libre de abejas reinas obtenidas a partir de abejas progenitoras europeas certificadas e inseminadas instrumentalmente. Con base en la evaluación anual de parámetros del comportamiento y productividad, se disminuirán progresivamente las características indeseables de la africanización con los consecuentes beneficios productivos y socioeconómicos.

**Palabras clave:** abejas, africanización, ADNmt, apicultura.

## Abstract

**T**he aim is to contribute to sustainable development of beekeeping system by monitoring levels of Africanization of bees in commercial apiaries and morphometric analysis using mtDNA. Accordingly determine its potential use for the selection and breeding allowing free pollination of queen bees obtained from certified European progenitors and instrumental insemination. Based on the annual assessment of parameters of behavior and productivity, decrease progressively the undesirable characteristics of Africanization with the consequent benefits so much productive as socioeconomics aspects.

**Keywords:** bees, africanization, mtDNA, beekeeping.

Área temática: Área 1. Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra.

## Problemática

**L**a introducción de la abeja africana (*Apis mellifera* Scutellata) al Continente Americano dio lugar al cruzamiento natural de la abeja africana con las abejas locales de origen europeo, lo cual ha generado poblaciones con genotipos híbridos denominadas abejas africanizadas.

En México, la africanización ingresó por el Estado de Chiapas; en 1987 en el Estado de Tabasco, provocó la pérdida de colmenas y la actividad apícola fue prácticamente abandonada. Aunado a los desastres meteorológicos (huracanes Opal y Roxana) ocurridos en 1994, la apicultura decayó considerablemente. Actualmente el Estado de Tabasco ocupa el 30° lugar en número de colmenas y producción de miel, y carece de infraestructura para el acopio; por consiguiente, es uno de los Estados más rezagados. Sin embargo, cuenta con dos principales regiones apícolas (Región de los Ríos y Región de la Sierra). A pesar de la alta tasa de deforestación realizada para el establecimiento de monocultivos y la ganadería, así como de las contingencias climatológicas y severas inundaciones que se han venido presentando en el Estado durante cuatro años consecutivos, aún conserva un alto potencial nectarpolínífero, el cual deberá ser recuperado en beneficio de éste sistema de producción y en consecuencia del equilibrio ecológico (Fig. 1).

# Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México

En Tabasco, además de la muerte de animales y personas tanto en el campo como en zonas urbanas (casas, jardines, escuelas y diversos espacios públicos), se han publicado una enorme cantidad de notas alarmantes en torno a la problemática que representa el comportamiento altamente defensivo de las abejas africanizadas, así como el estado crítico de la producción de miel, algunos encabezados son: Amargo desplome de miel; Pierden apiarios producción de miel; Pánico por ataque de abejas; Siembran terror abejas africanas; Tabasco en el sótano en producción de miel (ver notas completas en [www.tabascohojy.com](http://www.tabascohojy.com) y [www.diariodelatarde.com.mx](http://www.diariodelatarde.com.mx)).

En el Sistema Producto Apícola en Tabasco se detectan severas deficiencias en cada uno de los eslabones de la cadena agroalimentaria-agroindustrial apícola, que frenan el desarrollo de la apicultura y lo mantiene en un rezago productivo de miel. Por citar algunos ejemplos, Tabasco presenta los niveles más bajos de producción, carece de Plan Rector Estatal y no se ha promovido la creación de una ley apícola que proteja el patrimonio de los cerca de 300 apicultores, los cuales están agrupados en sociedades cooperativas, sociedades de producción rural y sociedades de solidaridad social, con un registro de producción para el período abril-mayo-junio, de tan solo 157 toneladas de miel (SIAP-SAGARPA, 2010).

Lo anterior fue reconocido en el tercer informe del actual gobierno de Tabasco, donde quedó de manifiesto que los productores apícolas del Estado demandan material genético mejorado, incluyendo abejas reinas de alta productividad y con elevada mansedumbre, para abatir la defensividad de los colmenares y elevar la rentabilidad de la apicultura. Dichos atributos y necesidades han sido una demanda pertinente de investigación científica, que debe ser coordinada, entre otros aspectos para determinar los niveles de africanización de las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) y su uso potencial para la selección y mejoramiento genético, en el

Estado de Tabasco, y replicable para los demás Estados productores de miel del país.



Fig. 1. Aspecto general de la Región de los Ríos ( R/A El bosque, Mpo. de Centla) (A) y de la Región de la Sierra (Cerro del Madrigal, Mpo. de Tacotalpa) (B), Tabasco.

## Usuarios

**S**AGARPA, SEMARNAT, SE a fin de aplicar políticas públicas para atender el problema de la africanización de las abejas y el fortalecimiento de la apicultura en México. Los beneficiarios directos son los apicultores de México, los productores agrícolas y forestales y la sociedad en general.

## Proyecto

**E**s un estudio regional con avance investigativo que cuenta con la colaboración participativa de los apicultores y un grupo multidisciplinario formado por investigadores del Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca (ITZO), el Colegio de Posgraduados campus Cárdenas, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (DACA) y del Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jalisco. A partir de esfuerzos coordinados con el gobierno del Estado a través del Instituto de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco (ISPROTAB), se inició el muestreo de abejas (aprox. 50/colmena) directamente de la cámara de cría en apiarios comerciales (Fig. 2A). Sobre la base conformada por las normas

oficiales de la SAGARPA y la metodología aplicada en los centros de investigación especializados, se disectaron estructuras para análisis morfométrico (ala anterior y posterior derecha, trompa, tibia y fémur pata posterior) (Fig. 2B) y al mismo tiempo, se realizó la extracción de ADNmt (Fig. 2C), para determinar el origen genético de la madre.

Los resultados obtenidos en 2009 permitieron documentar la distribución espacial de las abejas identificando los índices de africanización por municipio (Fig. 3). Se detectó la presencia de abejas melíferas con genes del mitotipo Africano en el 62% a nivel estatal, el cual es superior al 13.7% reportado por Uribe-Rubio et al (2003) en un estudio realizado en el Estado de México y al 21% reportado por Zamora y Queza-Euan (2005) en la Península de Baja California. Ambos estudios se basaron en análisis morfométrico y de ADNmt. Lo anterior justifica el monitoreo de los niveles de africanización, que se propone sea al menos cada dos años en el territorio tabasqueño.



Fig. 2. Muestreo de abejas en apiarios comerciales (A), para el análisis morfométrico (B) y posterior determinación de la presencia de mitotipos africanos mediante análisis de ADNmt (C).

Particularmente para el Estado de Tabasco, el ITZO en colaboración con el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR-Tapachula Chiapas) y el financiamiento parcial de la Fundación Produce Tabasco A.C., iniciarán un programa de selección y mejoramiento genético de abejas (*Apis mellifera* L) con visión de largo plazo.

En criaderos certificados por la SAGARPA se adquirirán abejas progenitoras Europeas de las razas Carniola e Italiana Higiénica, a partir de las cuales se obtendrán reinas vírgenes, que serán introducidas en apiarios de apicultores cooperantes, localizados en las principales regiones del Estado.

En esta primera etapa, se permitirá la fecundación libre con zánganos adaptados a cada región y su progenie será evaluada a partir de su comportamiento defensivo, comportamiento higiénico, resistencia a varroa y producción de miel, generando registros para la selección de las mejores reinas, para determinar: (a) su uso potencial como progenitoras y (b) la implementación de inseminación artificial y/o la introducción de nuevas abejas progenitoras para aumentar la frecuencia de genes europeos en las poblaciones y su posterior evaluación.

Este programa, que es aplicable a nivel nacional, tiene como finalidad contribuir a la disminución progresiva de las características indeseables de la africanización con los consecuentes beneficios para el manejo y la seguridad, así como el incremento sostenible de la productividad.

Una fortaleza institucional la representa el Programa Educativo Rural (PER), promovido a nivel nacional por la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST), mediante el cual y en atención a la problemática planteada, se fortalece la vinculación con el sector productivo, principalmente en comunidades marginadas; así mismo, se fomenta la educación apícola, la formación de cuadros competitivos y se rescata la experiencia de los apicultores locales, con el fin de tener un efecto multiplicador de los beneficios de la



selección y mejoramiento genético de las abejas.

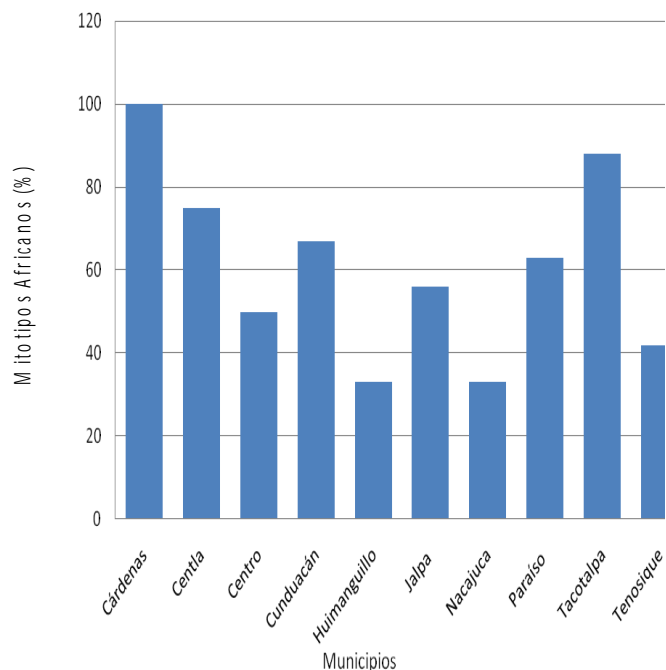


Fig. 3. Frecuencia de mitotipos africanos detectados a partir de la digestión enzimática con la enzima de restricción Bgl II que expresa los niveles de africanización en los diferentes municipios del estado de Tabasco.

## Impacto socioeconómico

Hasta el año 2003, México ocupó el cuarto lugar como productor de miel de abeja (*Apis mellifera* L) en el mundo, con una producción de 57,045 toneladas (INEGI, 2004); en 2008, la producción mundial (139 países) fue de 1.5 millones de toneladas, donde México aportó el 4.0%, cayendo al sexto lugar como productor de miel (SAGARPA, 2010). La atención de la demandas para el monitoreo de los niveles de africanización de abejas, la implementación de un programa de selección y mejoramiento genético de abejas así como el fortalecimiento del programa de capacitación y formación de cuadros competitivos, permitirá que la actividad apícola en México se desarrolle

e incrementa de forma sustancial la producción y rentabilidad, con un impacto socioeconómico de enorme envergadura en beneficio de las comunidades apícolas de México, representadas por 41,000 apicultores, cuya exportación en 2008 fue de solo 29,700 toneladas.







# Conservación y Manejo del Venado Cola Blanca en México: región Mixteca Poblana

<sup>1</sup>Oscar Agustín Villarreal Espino Barros, <sup>2</sup>Fernando Xicoténcatl Plata Pérez, <sup>1</sup>Francisco Javier Franco Guerra,  
<sup>1</sup>Jorge Ezequiel Hernández Hernández, <sup>2</sup>Germán David Mendoza Martínez,  
<sup>1</sup>Bernardo Aguilar Ortega y <sup>1</sup>Julio Cesar Camacho Ronquillo.

<sup>1</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, <sup>2</sup>Universidad Autónoma Metropolitana. [mazamiztli@yahoo.com.mx](mailto:mazamiztli@yahoo.com.mx)

## Resumen

La región Mixteca en Puebla, México, es una región pobre y marginada, con orografía cerril y clima semiárido, en la zona se aprovecha en forma sustentable el venado cola blanca mexicano (*Odocoileus virginianus mexicanus*). En la región, existen 72 UMA's (Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre), distribuidas en 35 Municipios, para el aprovechamiento racional y sustentable de los animales y sus hábitats. Los beneficios ecológicos y socioeconómicos son: la conservación de los recursos naturales y el incremento de las tasas de ingreso y empleo a la población rural.

**Palabras clave:** mixteca, venado, UMA's.

## Abstract

The Mixteca region of Puebla, Mexico, is a poor and marginalized region, whit hill orographic and semi-arid climate, where on a sustainable basis has been used the Mexican white-tailed deer (*Odocoileus virginianus mexicanus*). In the region there are 72 UMA's (Units for the Management and Wild life Conservation), distributed in 35 Municipalities, from the use rational and sustainable from the animals and their habitats. As well as environmental and socioeconomic benefits are: the conservation of the natural resources and more employment and best income to the rural population.

**Keywords:** mixteca, deer, UMA's.

Área temática: Área 6. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.

Foto: Liz Noffsinger

## Problemática

La Mixteca poblana es una región étnica, pobre y marginada, situada en la depresión del río Balsas al sur del estado de Puebla, México. Está conformada por 47 municipios, con una superficie de 10,565.7 km<sup>2</sup> (Figura 1); de topografía es cerril, su altitud oscila entre 600 y 2,750 msnm, con climas semiseco cálido, cálido subhúmedo y templado subhúmedo. Sus principales tipos de vegetación son: selvas secas, varios tipos de matorrales áridos y bosques de encino (Figura 2). Estas características fisiográficas, hacen que la región ostente bajo potencial agropecuario y forestal. La producción agrícola es esencialmente de temporal, los cultivos básicos son: maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), sorgo (*Sorghum vulgare*) y cacahuete (*Arachis hypogaea*). La ganadería es principalmente extensiva con bovinos para carne y caprinos, que se alimentan primordialmente de vegetación natural.

En la región existen animales silvestres que se distribuyen exclusivamente en la depresión del río Balsas, como: el bagre del Balsas (*Ictalurus balsanus*), el tecolote del Balsas (*Otus seductus*) y el carpintero del Balsas (*Melanerpes hypopolius*). Además, se han identificado aves y mamíferos con potencial para ser aprovechados mediante la caza deportiva,

como: paloma de las blancas (*Zenaida asiatica*), paloma huilota (*Zenaida macroura*), codorniz común (*Colinus virginianus*), conejos (*Silvilagus* spp.), coyote (*Canis latrans*), pecarí de collar (*Tayassu tajacu*) y el venado cola blanca mexicano (*Odocoileus virginianus mexicanus*) entre otros. Asimismo existen felinos como: jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), zacetigre (*Leopardus pardalis*), puma (*Puma concolor*) y lince rojo (*Lynx rufus*).

Una alternativa para el desarrollo regional y la conservación de los recursos naturales ha sido, la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable del venado cola blanca, con el turismo cinegético (caza deportiva) y la observación de la naturaleza. Para poder hacer uso sustentable, es necesario garantizar la supervivencia de las poblaciones animales a largo plazo, además de conservar su hábitat. Este modelo de conservación y manejo sustentable del venado cola blanca, puede aplicarse en otras regiones del país, como son: la depresión del río Balsas, la vertiente del océano Pacífico y la península de Yucatán, donde también existe este recurso faunístico.



Fig. 1. Ubicación geográfica de la región Mixteca, estado de Puebla, México.

## Usuarios

Las dependencias federales como: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Secretaría de TURISMO (SECTUR) y dependencias estatales y municipales, facultadas para el desarrollo regional y la conservación del medio ambiente, con el fin de aplicar políticas públicas para el aprovechamiento sustentable de los recursos faunísticos en México, con impacto socioeconómico en las comunidades rurales, por medio de UMA's, que operan empresas cinegéticas y turísticas.

## Proyecto

En la Mixteca poblana el venado cola blanca mexicano (Figura 3), se distribuye en 547,550 ha, lo que corresponde al 51.8% de su superficie. En la región existen 72 UMA's, que suman 82,522 ha., con diferentes tipos de tenencia de la tierra (ejidos, bienes comunales y pequeñas propiedades), manejadas mediante el modelo tecnológico denominado: Ganadería Diversificada, que es un sistema agrosilvopastoril que combina la explotación extensiva de bovinos para carne, con el uso sustentable del venado cola blanca, otras especies de fauna silvestre y su hábitat, en la caza deportiva y el turismo de naturaleza.

El programa se inició al final de la década de los 90's, con el objetivo fundamental de conservar los recursos naturales y la biodiversidad, además de diversificar la producción y, generar beneficios ambientales y socioeconómicos para las comunidades rurales, utilizando al venado como especie emblemática; debido a que este animal, tiene una amplia distribución nacional, además de ser el trofeo de caza mayor más importante de Norteamérica

(No. de individuos cazados). Por lo tanto, en aquellas regiones donde se distribuye en forma natural el venado como: la depresión del río Balsas, la vertiente del océano Pacífico, y la península de Yucatán entre otras regiones de México, es posible replicar el modelo de conservación y aprovechamiento sustentables. Las actividades, iniciaron con una alternativa del uso sustentable del hábitat, presentada a diferentes comunidades de la región, donde se identificaron condiciones ambientales (existencia del animal), y sociales como, la disposición de los pobladores para conservar y manejar el animal y su hábitat.



Fig. 2. Cerriles con selva baja caducifolia en la región de la Mixteca poblana.

Los resultados de diferentes trabajos de investigación, han indicado lo siguiente: el agua es un componente del hábitat limitado en la región, debido a ello, el venado consume varias especies de plantas como fuente de agua alterna, siendo 13 las especies vegetales más importantes en este rubro como las flores y frutos de pochote (*Ceiba parvifolia*), órgano (*Pachycerus weberii*), ciruelo (*Spondias purpurea*) y nopales (*Opuntia* spp.) entre otros. Por otra parte, estudios del análisis de la dieta determinaron que el venado consume 139 especies de plantas, pertenecientes a 51

familias. Las especies que aportan mayor cantidad de alimento son 17, y diez de ellas son leguminosas (plantas que producen como fruto una vaina). La capacidad de carga del hábitat para venados, en dos UMA's representativas de la región con 5,000 ha. de superficie, se valoró entre 7.3 y 9.4 ha/venado. Por otra parte, la estimación de densidad poblacional en varias UMA's, varía entre 12.8 y 45.45 ha/individuo.

Los aspectos socioeconómicos se evaluaron mediante Análisis de Presupuesto Parcial (APP), señalando que el proyecto es conveniente a mediano y largo plazo, con un rentabilidad interna para el primer año del 22.83 %.

Por otra parte, mediante la matriz Presión Estado Respuesta, se determinó que actualmente existen 72 UMA's, en 35 Municipios con 82,522 hectáreas de conservación y manejo de la especie y su hábitat, donde se utiliza un promedio de mano de obra, de un empleo permanente y dos temporales por cada 1000 hectáreas de manejo. Actualmente, en la región trabajan en UMA's, tres grupos de investigadores de instituciones de educación superior, tres ONG's (Organizaciones no Gubernamentales), siete profesionales que prestan servicios técnicos especializados, además de dos organizaciones de productores.

En conclusión, el manejo y aprovechamiento sustentable del venado cola blanca en la Mixteca poblana, ha demostrado su viabilidad ecológica, su factibilidad socioeconómica, y su aceptación social. Los beneficios ecológicos, han derivado en la conservación del venado y su hábitat, además de proporcionar servicios ambientales como: captura de carbono y conservación de suelo, agua y la biodiversidad.





Fig. 3. Venado cola blanca mexicano en su hábitat natural en la Mixteca poblana.

## Impacto socioeconómico

Los beneficios socioeconómicos se traducen en la creación de empleos permanentes y temporales, incremento de las tasas de ingreso, empleo regionales y el mantenimiento de la cultura y tradiciones. Las ventajas regionales derivadas de sus importantes ecosistemas, se están transformando en oportunidades de desarrollo rural; por lo tanto, las UMA's en la Mixteca poblana son una alternativa para el desarrollo regional, que puede ser replicado en otras regiones.

Especial atención requiere, el evitar la introducción de especies exóticas, o sea animales ajenos a los ecosistemas regionales, ya que ciertos programas gubernamentales a nivel estatal, han pretendido la introducción de venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*) y otros animales exóticos como el ciervo rojo (*Cervus elaphus*) y el jabalí europeo (*Sus scropha*), entre otras especies. La introducción de animales exóticos a la región, puede causar competencia por el hábitat y sus recursos, siendo factor de deterioro ambiental, como la introducción de enfermedades y

parásitos, alteración de procesos biológicos, hibridación y extinción de algunas especies nativas. Por lo tanto, la introducción de animales extraños debe evitarse.

Se recomienda que los recursos destinados para ese fin, sean reutilizados para programas de desarrollo regional bien dirigidos, como la conservación y manejo de flora y fauna de la región, creación de obras de infraestructura ambiental y turística, equipamiento cinegético y capacitación para los productores y prestadores de servicios técnicos.

## Misión

El Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México (PCTI), promueve la vinculación del sector Ciencia y Tecnología con el sector público, social y productivo de México; la difusión y divulgación de la actividad investigativa de las Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación, asimismo de los proyectos de tesis del posgrado nacional y de mexicanos que estudian posgrado en el extranjero; mantiene un sistema electrónico de información sobre temas de ciencia, tecnología e innovación dirigido a contactos en todo el país, que forman parte del poder legislativo y ejecutivo de México, así como miembros del sector académico, científico, de ONG's y de la sociedad en general interesados en promover el desarrollo sustentable de México, basado en el conocimiento. Como parte de sus instrumentos de divulgación, tiene un sistema de envío de artículos, en formato pdf, que distribuye a sus contactos vía correo electrónico, publica estos artículos en su portal web y además a página completa en un diario de la OEM, con un tiraje de 20,000 ejemplares. Asimismo, publica los artículos en una revista científica de divulgación, con ISSN e indizada; publica artículos sobre propuestas de proyecto o sobre proyectos desarrollados por las Instituciones de Educación Superior, Centros de Investigación, Empresas de Base Tecnológica que resuelven una problemática con impacto ambiental ó socioeconómico en México. Asimismo, propuestas de política pública que promuevan el desarrollo de México, basado en el conocimiento.



# Autosuficiencia doméstica en energía eléctrica



Antonio Sarmiento Galán

Universidad Nacional Autónoma de México. [ansar@matcuer.unam.mx](mailto:ansar@matcuer.unam.mx)

## Resumen

**S**e presenta el funcionamiento y la experiencia de dos años sobre un sistema solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica que permite la autosuficiencia a nivel doméstico, mediante la interconexión a la red eléctrica nacional y el uso de una de las fuentes renovables de energía más abundantes en México.

**Palabras clave:** calentamiento global, fuentes renovables de energía, corriente eléctrica fotovoltaica.

## Abstract

**R**esults and experience on the performance of a photovoltaic system for the generation of electric energy at the domestic level are presented, the system shows how to make a household self-sufficient in energy combining the existing electric network and the use of one of the most abundant renewable energy sources in Mexico.

**Keywords:** global warming, renewable energy, photovoltaic power.

**Área temática:** Área 1: Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra.

## Problemática

**E**l calentamiento global es sin duda el mayor reto al que se enfrenta la humanidad; siendo una minoría de la misma, la causante del problema. Una posibilidad para disminuir notablemente las emisiones de gases causantes del acelerado

Foto: Dan

efecto invernadero, es el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía. El 7 de Junio de 2007 (resolución publicada el 27 del mismo mes y año en el Diario Oficial de la Federación), después de arduas batallas, la Comisión Reguladora de Energía aprobó los contratos de Interconexión para Fuente de Energía Solar en Pequeña Escala y con ello, la posibilidad de generar energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos a pequeña escala (hasta 30 kW, 10 kW para uso residencial); posteriormente se incluyó en la ley (<http://www.cfe.gob.mx/sustentabilidad/energiarenovable/Paginas/default.aspx>) la generación a mediana escala (hasta 500 kW).

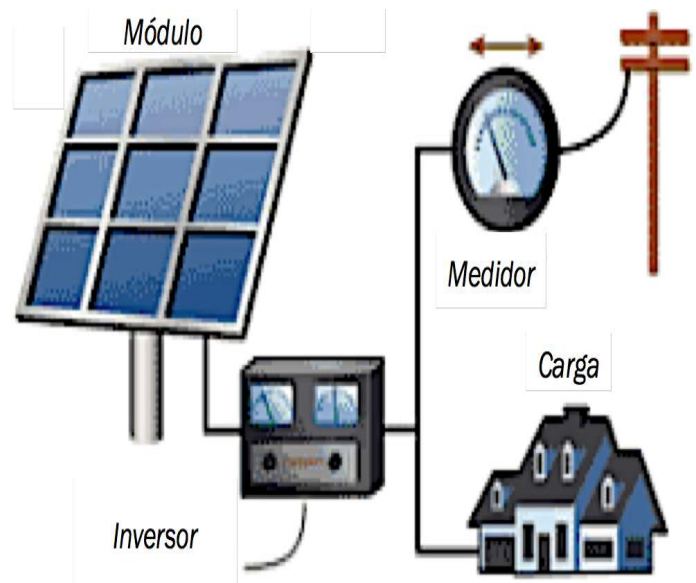


Fig. 1. Diagrama de interconexión.

## Usuarios

Las dependencias federales SENER, SEDESOL, SEMARNAT, SE, SSA con el fin de que apliquen políticas públicas para incentivar el uso de energías limpias, provenientes de fuentes renovables y con un impacto socioeconómico y sanitario positivo en las familias mexicanas. La sociedad en general y en particular a todos aquéllos a quienes les interese dejar este planeta en un estado si no mejor, al menos igual a aquél en el que lo recibieron.

## Proyecto

El objetivo del proyecto fue la instalación y operación de un sistema fotovoltaico a nivel doméstico que suministre la energía eléctrica necesaria para que una familia promedio (4 miembros adultos) sea autosuficiente. El sistema está integrado por 16 módulos Kyocera KC-130 de 130 watts cada uno (lo que da una potencia instalada total de 2.08 kW) y un inversor SMA de 3 kW modelo 3000 US que permite la conexión a la red de distribución de la CFE; y su funcionamiento está garantizado por diez años.

La eficiencia de conversión de la energía en la radiación solar a energía eléctrica de cada módulo es mayor al 16 %, su área es de 0.929 m<sup>2</sup> (14.87 m<sup>2</sup> en total) y su peso es de 11.9 kg (190.4 kg en total). El inversor tiene una eficiencia del 95 %, cuando éste efectúa la conversión de la corriente eléctrica directa generada por las celdas solares a corriente alterna y se suministra a la red de distribución durante el día (período durante el cual se genera corriente gracias a la radiación solar); y se contabiliza en un medidor bidireccional a favor del sistema. Durante la noche, cuando el consumo es mucho mayor al diurno y no existe posibilidad alguna de generación por las celdas solares, el medidor contabiliza el consumo de la energía por la casa-

habitación a favor de la CFE (Fig. 1). Una simple resta de las dos cantidades contabilizadas en el medidor, proporciona el resultado neto del flujo de corriente al final de cada día y al final de cada bimestre de facturación. Si el consumo nocturno es mayor a la generación diurna, el resultado será a favor de la CFE; por el contrario, si el consumo es menor a la generación, el resultado favorecerá al generador. Éste, según la ley, dispondrá de un año a partir de la fecha de corte del bimestre correspondiente para consumir la energía que se generó en exceso durante el bimestre. Se considera que ésta medida es un error garrafal pues incentiva al dispendio en el consumo con tal de no aumentar el financiamiento al gobierno.

En la figura 2 se muestran los datos recopilados durante el primer año (diciembre de 2008 a noviembre de 2009) de funcionamiento del sistema descrito junto con la curva de horas de sol al día (azul). La línea en rojo representa la cantidad de energía generada cada día en kWh y la verde indica la cantidad de kilogramos de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que se ha dejado de emitir a la atmósfera diariamente. Es de notarse que cuando el número de horas de sol es mayor (por ser mayor la duración del día, de finales de junio a principios de julio) se tiene también la mayor cantidad de nubosidad y la eficiencia del sistema baja. La línea naranja es sólo el cociente de la energía generada diariamente y las horas de insolación diaria. La generación promedio diaria durante el primer año fue de 10.77 kWh y la mensual fue de 309.5 kWh; con ello, se dejaron de emitir 2,808 kg de CO<sub>2</sub> en un año; es decir, se evitaron 7.693 kg por día o 234 kg por mes, en promedio.

La figura 3 muestra la generación de energía eléctrica desde la fecha de la instalación del sistema fotovoltaico en diciembre de 2008. Una de las ventajas del inversor SMA es que tiene incorporado un sistema de colección de datos y comunicación vía internet que permite recibir en cualquier computadora o teléfono celular inteligente, toda la información sobre el

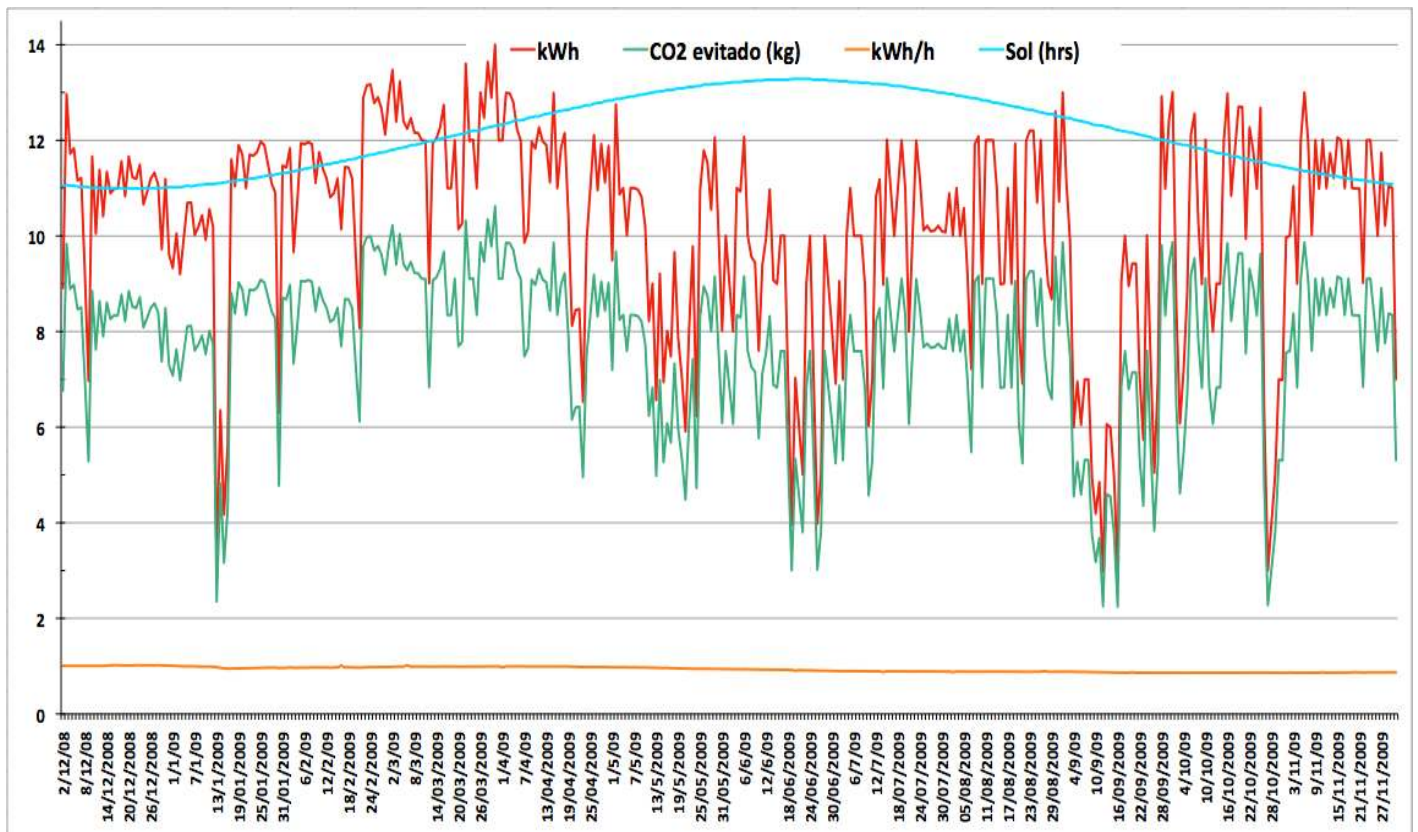


Fig. 2. Generación diaria de energía eléctrica y cantidad de CO<sub>2</sub> evitado

funcionamiento del sistema completo. De esta manera, se sabe cuánta energía se está generando a lo largo del día; cuanta se ha acumulado en el mes/año; que cantidad de CO<sub>2</sub> se ha dejado de emitir; si se ha interrumpido el suministro en la red de CFE y por cuánto tiempo; si han existido fluctuaciones en dicho suministro y su magnitud; si las fases de la corriente en la red han variado y por cuanto lo han hecho, etc.

La principal ventaja de este sistema estriba en la evasión del uso de medios/dispositivos para almacenar la energía generada durante el día; ya que hasta la fecha, todos los métodos comerciales para el almacenamiento de energía eléctrica (pilas, baterías, acumuladores, etc.) son (i) muy pesados, (ii) demasiado caros y (iii) excesivamente tóxicos. La primer desventaja es que se requiere de un espacio ad hoc para el almacenamiento de la energía, la segunda hace

que la alternativa se vuelva menos costeable y la tercera elimina el beneficio ambiental de generar energía sin contaminar (o hacerlo en forma mínima, exclusivamente durante la fabricación de las componentes del sistema).

En términos de seguridad es necesario mencionar que aún cuando el sistema se encuentra instalado en el poblado de Ocoatepec (18° 57' 56"9 N, 99° 13' 00"8 O, 1790 m), zona clasificada como de riesgo muy elevado por la CFE debido a que se encuentra en la ladera de la sierra del Chichinautzin, con alta ocurrencia de actividad eléctrica en la atmósfera, no se ha recibido descarga eléctrica alguna durante los 22 meses de funcionamiento del equipo. De hecho, los vecinos han notado que la estabilidad de la corriente aumentó con la instalación del equipo y las fluctuaciones que en el pasado ocasionaban la destrucción de equipo electrónico doméstico han desaparecido casi por completo.



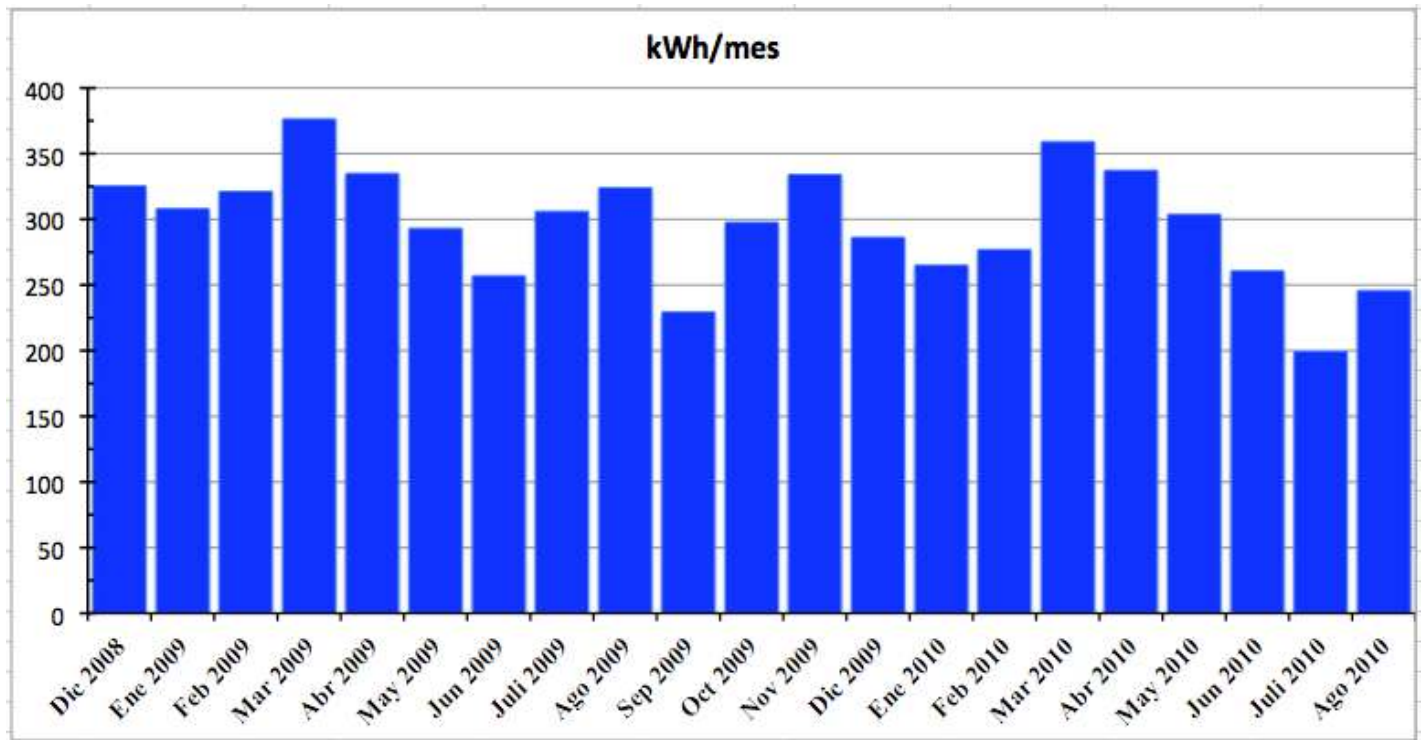


Fig. 3. Generación mensual de energía eléctrica durante 21 meses.

## Impacto socioeconómico

La generación promedio diaria mencionada (10.77 kWh) satisface con creces el consumo de una familia promedio de 4 miembros adultos sin restricción alguna sobre dicho consumo. El diseño de un sistema fotovoltaico para una vivienda particular se debe hacer con base en el cálculo del consumo diario promedio de energía eléctrica a lo largo de cuando menos un año; dicha información está disponible para los usuarios en los recibos expedidos por la CFE.

En términos económicos, el sistema resulta altamente redituable. La vida útil o período durante el cual la eficiencia de los módulos decae al 85% de la original, varía entre 20 y 25 años. La inversión inicial se recupera en un lapso que va de 9 a 10 años, al considerar los costos de energía en el 2008. Cómo la posibilidad de que los costos de la energía

eléctrica se mantengan fijos es irreal y que sin duda alguna éstos seguirán subiendo, la recuperación se logrará en un lapso de tiempo menor al mencionado. Aún así, una vez recuperada la inversión original, se dispondrá al menos de entre 10 y 14 años consumo de energía eléctrica, sin desembolso de por medio. En la experiencia que se presenta, el ahorro mensual promedio, a precios de 2008, fue de \$ 1,100.00 M. N. Actualmente, el costo de un sistema similar es de \$80,000.00 M. N., inferior a la mitad de lo invertido en el 2008; la tendencia del costo a la baja lleva más de 8 años y se considera irreversible. También existen en el mercado otras opciones a un menor costo.

La experiencia adquirida por los operadores y oficinistas de la CFE para la interconexión de este tipo de sistemas hace que las evaluaciones, trámites e instalación se logren en un lapso considerablemente menor a los casi tres años (dos con Luz y Fuerza del Centro y uno con CFE) que llevó regularizar este proyecto.

# Aditivo para la reducción de Sox en la desintegración Catalítica de Gasóleos



Jaime Sánchez Valente, Francisco J. Hernández Beltrán, Rodolfo Mora Vallejo,  
Víctor Hugo Martínez Moreno y Víctor Hugo García Orta\*

Instituto Mexicano del Petroleo (IMP), \*PEMEX Refinación. [fjhernan@imp.mx](mailto:fjhernan@imp.mx)

## Resumen

**E**l objetivo del proyecto fue producir un aditivo ecológico que permite reducir de manera eficiente y económica las emisiones contaminantes de tipo SOx producidas en las unidades de desintegración catalítica de gasóleos en la refinación del petróleo. El aditivo está formulado a partir de hidrotalcitas, no contiene vanadio y es manufacturado a través de un proceso amigable al medio ambiente.

**Palabras clave:** reducción de SOx; desintegración catalítica; hidrotalcitas.

## Abstract

**T**he aim of the project was to produce a cost-effective environmental additive that reduces SOx emissions produced in the catalytic cracking units in oil refineries. The additive is formulated from hydrotalcites, contains no vanadium, and is manufactured through an environmental friendly process.

**Keywords:** SOx reduction; cracking catalysts; hydrotalcites.

Área temática: Área 7. Ingenierías.

## Problemática

**L**a contaminación ambiental por emisiones industriales de óxidos de azufre (SOx) es un problema importante en México. Las emisiones SOx son nocivas tanto por su toxicidad como por el efecto de gas invernadero

Foto: John Kasawa

y de lluvia ácida que causan a través de compuestos que producen al reaccionar en la atmósfera. Es necesario el diseño de un aditivo que reduzca las emisiones de SOx, generadas por la combustión de azufre en las unidades de desintegración catalítica de la industria de refinación de petróleo.

## Usuarios

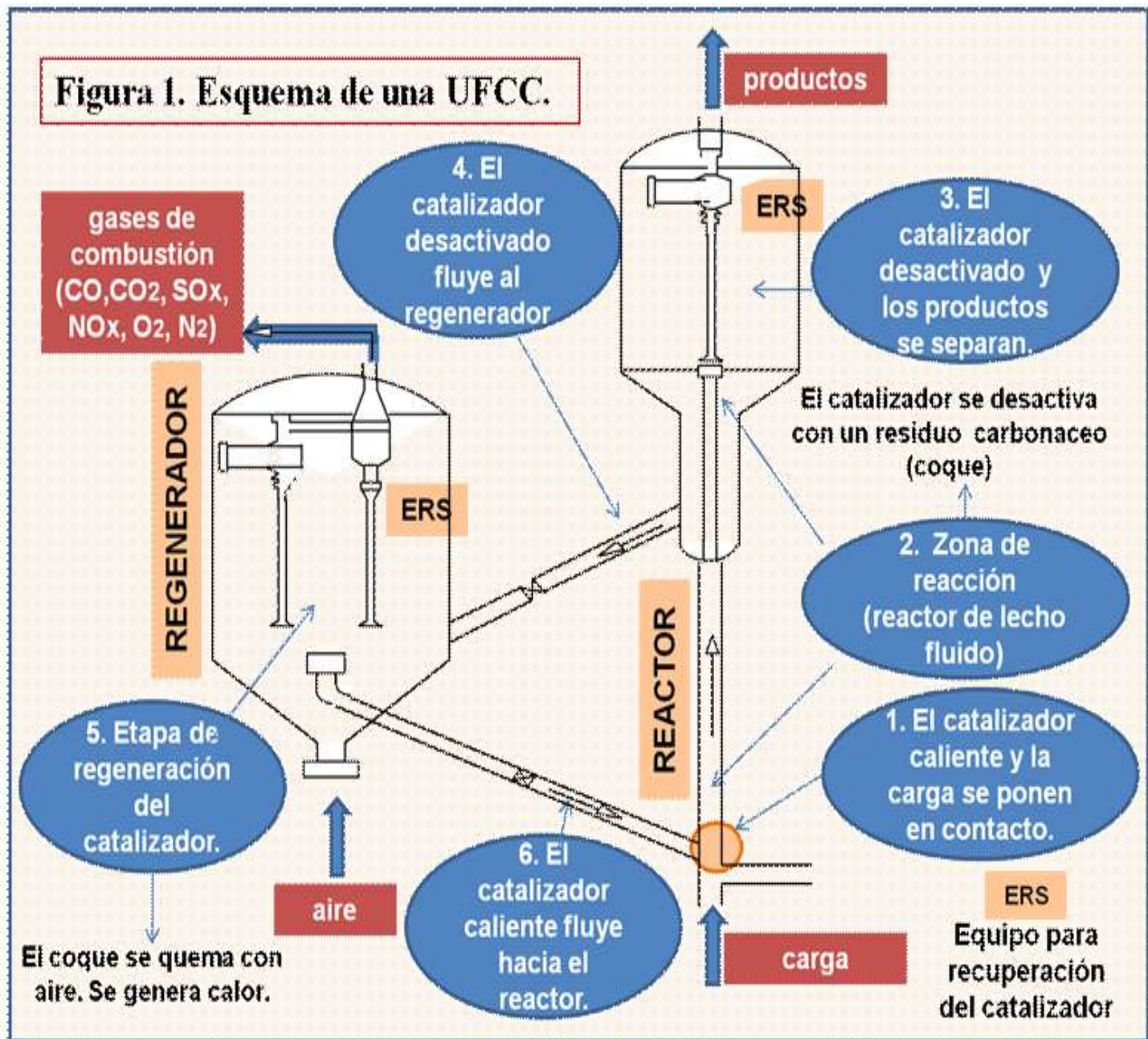
**L**as dependencias federales como SEMARNAT y SS, las unidades industriales de desintegración catalítica de gasóleos de las refinерías de petróleo, Directivos y trabajadores de Refinerías de PEMEX, con el fin de establecer políticas públicas que reduzcan las emisiones de gases con efecto invernadero, particularmente SOx, en la industria mexicana, cuyos beneficiarios son las poblaciones aledañas o próximas a éstas.

## Proyecto

**E**n las refinерías de petróleo, las unidades de desintegración catalítica de gasóleos (UFCC por sus siglas en inglés) son clave pues producen altos volúmenes de combustibles y petroquímicos valiosos. Sin embargo, también son importantes fuentes emisoras de gases muy nocivos como son los óxidos de azufre (SOx), que se producen en la etapa de regeneración del catalizador por combustión del residuo







carbonoso producido en el proceso (figura 1).

Las emisiones  $\text{SO}_x$  son objeto de estrictas regulaciones ambientales y por ende, existe interés en poder controlarlas eficientemente y a bajo costo. Entre las alternativas disponibles, están los llamados aditivos reductores de emisiones  $\text{SO}_x$ . Estos materiales que se mezclan con el catalizador en

bajas concentraciones (3-7% en peso), están compuestos esencialmente, por un metal básico (típicamente magnesio) que captura el  $\text{SO}_2$  y por óxidos de metales óxido-reductores (típicamente cerio y vanadio) que esencialmente facilitan las funciones del primero.

El objetivo fue desarrollar una tecnología competitiva relacionada con la formulación, el

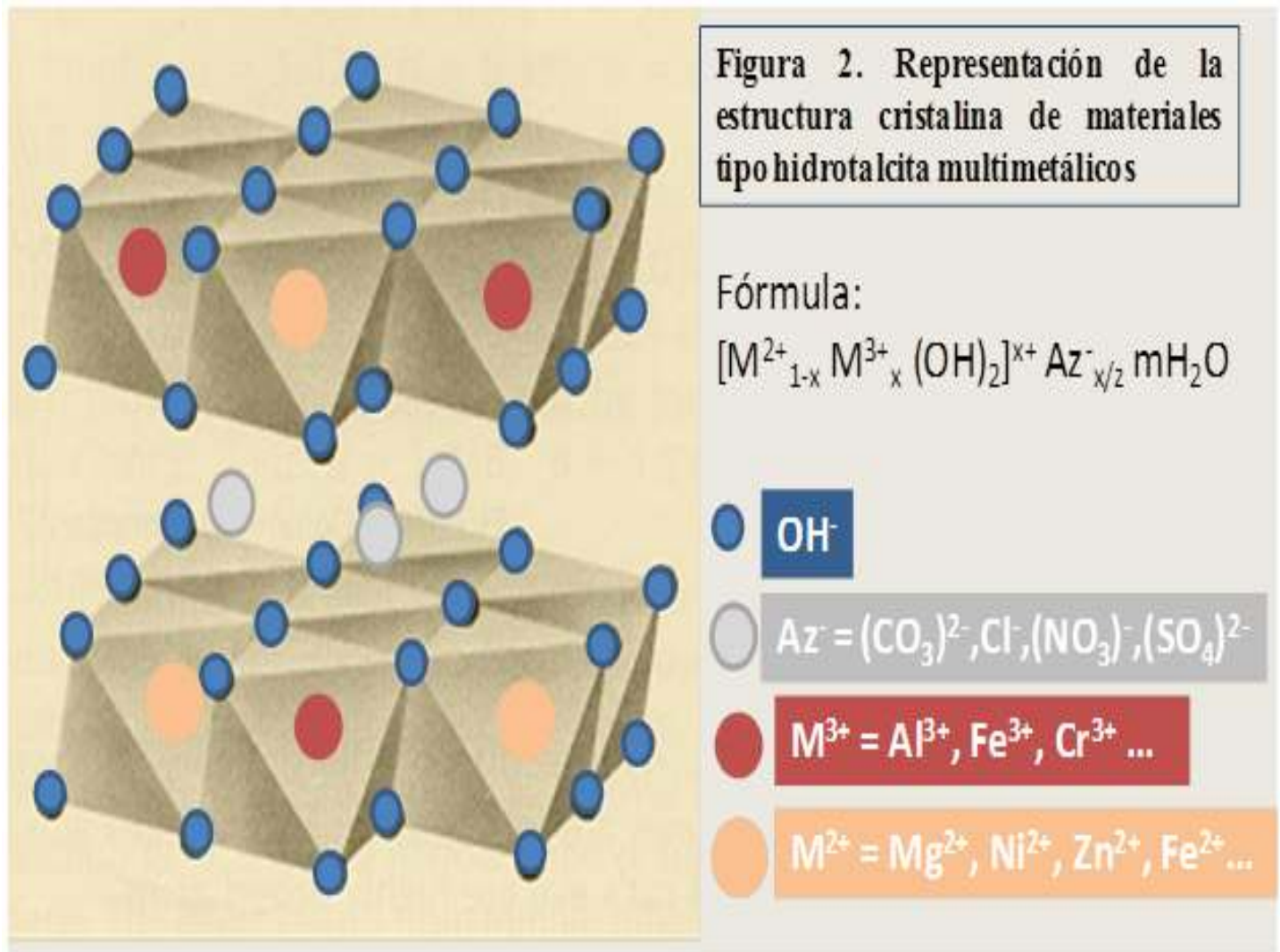


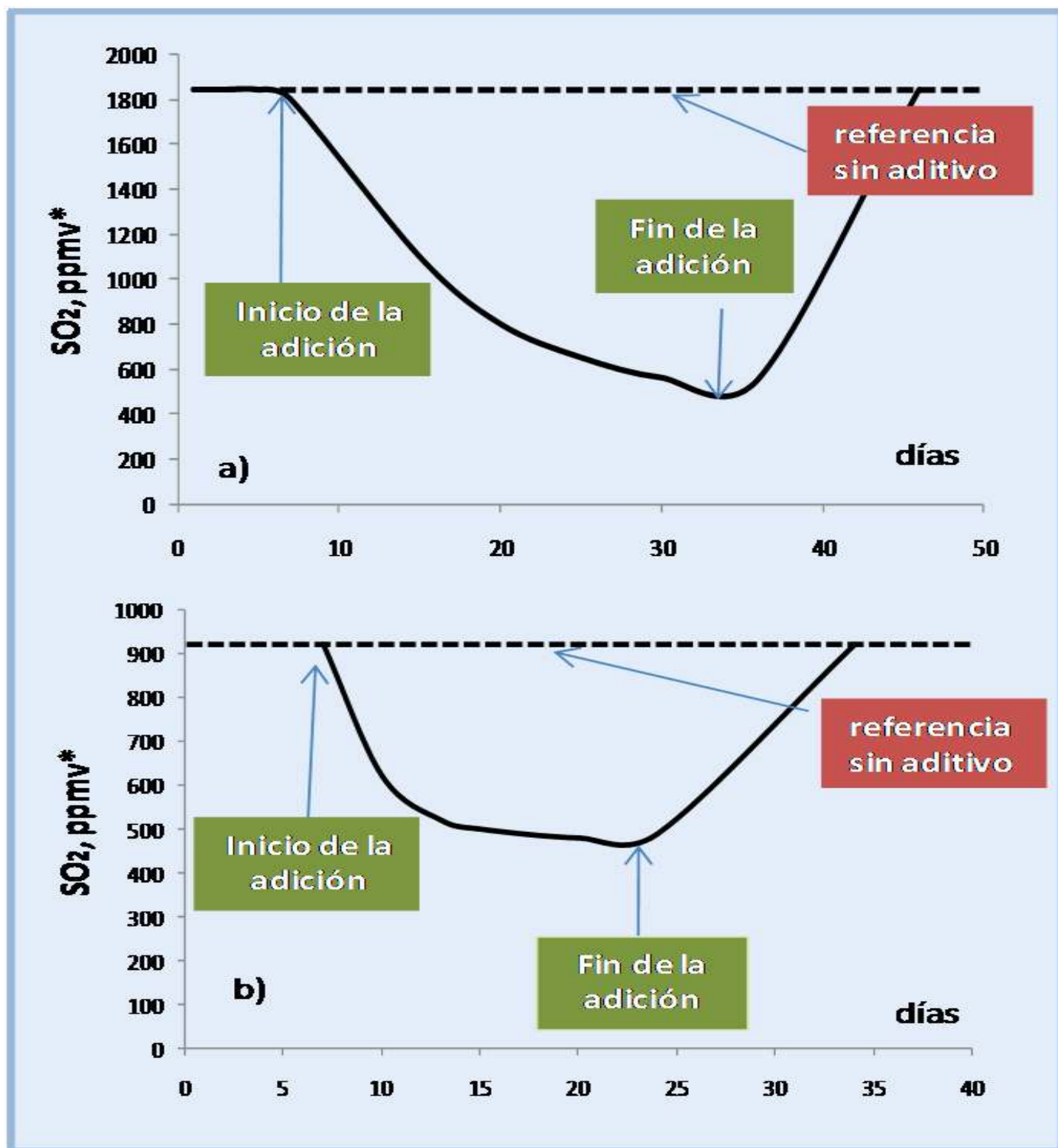
proceso de manufactura y el uso de un aditivo de reducción de emisiones SOx para UFCC.

La metodología utilizada incluyó el uso de materiales de tipo hidrotalcita, cuya estructura en forma de láminas (figura 2) hace posible intercalar óxidos de otros metales. Esta propiedad permitió preparar formulaciones con baja concentración y alta dispersión de fases activas, y eliminar el uso de vanadio. El método desarrollado emplea condiciones amigables al ambiente tales como uso de bajas cantidades de agua, eliminación de efluentes contaminantes y bajo uso de energía.

### Impacto socioeconómico

El aditivo desarrollado, manufacturado mediante un proceso amigable al medio ambiente, contribuirá en abatir la contaminación ambiental causada por emisiones SOx en las UFCC con costos de tratamiento menores en hasta un 50% comparado con otros productos de su tipo. El uso de este aditivo en el caso de arrastre de polvos en los gases de combustión, evitará también contaminación por óxidos de vanadio cuya toxicidad es bien conocida.





**Figura 3. Evolución de concentración de SO<sub>2</sub> en los gases de combustión usando el aditivo reductor de SO<sub>x</sub> en: a) UFCC-I combustión parcial (limitación de oxígeno) y b) UFCC-II combustión completa (exceso de oxígeno).**

## Instrucciones de autor

### CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

Revista científica de divulgación, NÚMERO ISSN 2007-1310, Indizada al LATINDEX

Los artículos científicos, de divulgación, que se publican deben estar basados en cualquiera de los siguientes casos:

- a). Propuesta de proyecto científico, tecnológico o de innovación, para resolver una problemática con impacto socioeconómico en México.
- b). Proyecto científico, tecnológico o de innovación, ya ejecutado y exitoso que haya resuelto una problemática con impacto socioeconómico en México
- c). Propuestas de política pública para fortalecer el desarrollo sustentable de México, basado en el conocimiento.

**Aunque el artículo trate una temática local debe presentarse en el contexto nacional o al menos regional.**

Los artículos pueden derivarse de los siguientes tipos de proyecto: 1. Investigación; 2. Desarrollo tecnológico; 3. Innovación; 4. Formación de recursos humanos; 5. Infraestructura científica y tecnológica; 6. Divulgación científica y tecnológica; 7. Políticas públicas para el desarrollo de México, basado en el conocimiento.

Los artículos deberán tener como máximo 5 cuartillas (24 líneas, 260 palabras por cuartilla, aproximadamente) de texto, Times New Roman de 12 puntos, con interlínea doble y con márgenes de 2.5 cm. Sin demérito de su calidad científica, los textos deben ser escritos en lenguaje para todo público. Los documentos deben contener las referencias científicas más importantes (mínimo 5, máximo 10), referidas en el texto y listadas en la bibliografía. En un archivo anexo enviar tres figuras a color (gráficos, fotografías, esquemas, dibujos y como última opción tablas cortas). Las figuras o tablas deben estar referenciadas en el texto y deben tener un pie de figura o tabla explicativo, descrito de forma breve y de fácil comprensión.

Los documentos deben tener siguientes secciones y orden:

Título

Autor/Institución

Resumen (6-8 líneas)

Palabras clave

Abstract (6-8 líneas).

Key Words.

Área temática.

Problemática que atiende.

Usuarios/beneficiarios.

Proyecto (objetivos, métodos, resultados relevantes, discusión, conclusiones).

Impacto socioeconómico. Hasta esta sección, MÁXIMO 5 CUARTILLAS

Elementos adicionales a considerar en los artículos sometidos para publicación

### Ilustraciones

Las ilustraciones —incluye fotografías— se entregarán digitalizadas en 427 x 640 píxeles, con un tamaño mínimo de 15cm en su lado mayor. El material gráfico —dibujos o esquemas—, deberán ser elaborados en Corel Draw u otro programa similar y en cualquiera de los siguientes formatos: tif o jpg. No se aceptan imágenes que provienen de Internet, sin la autorización expresa del autor de la imagen, y sin que tengan la calidad requerida. En total las imágenes, gráficos y tablas referidas en el texto no deben ser mayores a tres.

Nota: se recomienda enviar una ilustración de alta definición 683 x 1024 píxeles, para usarse como portada en la versión electrónica en el portal del PCTI. La fotografía o imagen debe ser llamativa y sobre la temática del artículo.

### Tablas

Se recomienda usarlas de manera excepcional. De haberlas, deberán ser referidas en el texto, tener únicamente los datos imprescindibles, con el propósito de que el lector las comprenda con facilidad. Cada una de las tablas deberá contener un número de identificación, numeradas en forma consecutiva, con un título descriptivo. De ser necesario, se incluirá al pie una nota explicativa. Las tablas deben enviarse además en archivo Excel.

### Referencias bibliográficas

Las referencias generales, destinadas a ampliar en su conjunto la información que se proporciona al lector, no requieren ser citadas en el texto. Las específicas, que destacan algún punto de particular importancia, deberán ser únicamente las 10 más importantes y citadas en el texto por el primer apellido del autor y del coautor (de existir) seguido(s) por el año de publicación escrito entre paréntesis, como en: Martínez (2009), o en López y Martínez (2009). Si hubiera más de dos autores, la referencia se hará como en el caso anterior, pero señalando únicamente el apellido del primer autor, seguido de la expresión y cols., como en Martínez y cols. (2010). Si es necesario diferenciar dos o más trabajos del mismo autor publicados en un mismo año, se utilizarán letras minúsculas consecutivas al lado del año, en letra cursiva, como en: Martínez (2010a), Martínez (2010b). El número de referencias no deberá ser mayor a 10. Las fichas bibliográficas correspondientes a las referencias generales y específicas se agruparán al final del artículo, en orden alfabético y de acuerdo con el apellido del primer autor. El texto del artículo hasta la bibliografía no debe ser mayor a 6 cuartillas a doble espaciado.

Los artículos y anexos deberán ser enviados (en el formato electrónico requerido) al Editor de la revista, acompañados de una carta (en formato electrónico) del autor de correspondencia solicitando su publicación. Con el objeto de facilitar la labor de corrección y la comunicación con el autor, las páginas del artículo deberán estar numeradas. Las propuestas de artículo deben de enviarse exclusivamente por vía electrónica a: hnoasco2008@hotmail.com

ÁREAS TEMÁTICAS: todas las áreas temáticas, usar la clasificación del SNI.

Los artículos son sometidos a arbitraje por pares académicos de reconocido prestigio.







# Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México.



La ciencia, la tecnología e la Innovación al servicio de la sociedad mexicana

Contacto: [hnolasco2008@hotmail.com](mailto:hnolasco2008@hotmail.com), [hnolasco@pcti.mx](mailto:hnolasco@pcti.mx)